

BIODIVERSIDAD DE CHILE

PATRIMONIO Y DESAFIOS

SEGUNDA EDICION ACTUALIZADA

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
2008

BIODIVERSIDAD DE CHILE

PATRIMONIO Y DESAFÍOS

BIODIVERSIDAD DE CHILE
PATRIMONIO Y DESAFÍOS

SEGUNDA EDICIÓN 2008 / ACTUALIZACIONES Y CORRECCIONES EQUIPO CONAMA

Edición general:
Jaime Rovira, Jaime Ugalde y Miguel Stutzin.

Actualizaciones cartografía:
David Ortega

Actualizaciones y nuevos textos:
Reinaldo Avilés, Charif Tala, Sofía Guerrero, Hernán Cofré, Yerko Vilina, Daniel Frassinetti, Christian R. González, Luis E. Parra, Romina Villagrán-Mella, Daniel González-Acuña, Karin Molt, Daniel Álvarez y Cristián Estades, Juan Pedro Searle, Johann Canto y Jaime Rovira.

COMITÉ EDITORIAL PRIMERA EDICIÓN 2006
Cargos a abril de 2006

- ***Paulina Saball A.***
  Directora Ejecutiva, CONAMA.
- ***Mary T. K. Arroyo***
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Juan Carlos Castilla Z.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (FONDAP-CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Cristián Estades M.***
  Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Sara Larraín R.T.***
  Chile Sustentable.
- ***Carlos A. Moreno***
  Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- ***Leonel Sierralta J.***
  Gestión Ambiental Consultores S.A.
  Comisión de Medio Ambiente, Centro de Estudios Públicos (CEP).
- ***Jaime Rovira S.***
  Jefe Departamento Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Juan Manuel Ladrón de Guevara G.***
  Jefe Departamento de Planificación, Presupuesto e Información Ambiental, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Fernando Rivas V.***
  Jefe Departamento de Comunicaciones, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Coordinación General del Proyecto Editorial
- ***Andrea Sánchez M.***
  Consultora CONAMA.



FOTOGRAFÍAS PORTADA

Llaretas (*Azorella compacta*) en su típico hábitat sobre las rocas, en el Parque Nacional Río Lauca, XV Región de Arica-Parinacota.
Nicolás Piwonka

Lenguado de Juan Fernández (*Paralichthys fernandezianus*), en Punta San Carlos, a 23 metros de profundidad. Isla Robinson Crusoe, V Región de Valparaíso.
Pablo Zavala

OCHO LIBROS EDITORES LTDA.
Providencia 2608 of. 63 / Fonos-fax (56-2) 3351767 / 3351768
www. ocholibros.cl

Coordinador editorial / Gonzalo Badal
Editor de contenidos / Rodrigo Banda
Arte y diseño / Sandra Gaete
Corrección de pruebas y estilo / Edison Pérez
Supervisión de Imprenta / Javier Badal

Fotógrafo principal
Nicolás Piwonka

ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS
Este libro ha contado con los registros fotográficos de las siguientes ediciones y co-ediciones de Ocho Libros Editores:
La Tragedia del Bosque Chileno: Defensores del Bosque y Ocho Libros Editores, 1999.
Fotografías de Steve Gilroy, Nicolás Piwonka y Felipe Orrego.
Chile, País Oceánico: Ocho Libros Editores, 2005.
Fotografías de Enrique Couve, Juan Pablo Lira, Andrés Morya, Francisco Pereda, Nicolás Piwonka, Pablo Zavala y Guy Wenborne.
Conservación de la Biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena: Proyecto GEF Marino, PNUD, Gobierno de Chile, 2006.
Fotografías de Luis Cárdenas, Alejandro Escobar, Claudio Guzmán, Alejandro Pérez Matus y Jordi Plana.
Colaboración especial: Renato Srepel.

ARCHIVOS INSTITUCIONALES Y DE LOS AUTORES
Este libro ha contado también con archivos de la CONAMA, CONAF y Corporación Caletas Sustentables, así como de imágenes aportadas por los autores de textos y sus colaboradores (ver agradecimientos en páginas finales).

EDICIÓN, IMPRESIÓN Y DERECHOS
Segunda edición en español de 1.000 ejemplares.
Impreso a 4 colores en papel couché opaco de 130 gr.
© CONAMA
Inscripción Registro de Propiedad Intelectual Nº 153.907
ISBN: 978-956-8018-56-6
Derechos Reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de este libro por cualquier medio impreso, electrónico y/o digital, sin la debida autorización escrita de CONAMA. Este libro, en su segunda edición, se terminó de imprimir en los talleres de Imprenta Salesianos S.A. durante el mes de julio de 2008.

FORMA DE CITAR ESTA EDICIÓN
CONAMA, 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 pp.

Autorizada su circulación por Resolución Exenta Nº 35 del 8 / 2 / 2006 de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado.
La edición y circulación de mapas, cartas geográficas u otros impresos y documentos que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile, de acuerdo con el artículo 2º, letra g (DFL. Nº 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores).

BIODIVERSIDAD DE CHILE

PATRIMONIO Y DESAFÍOS

CONAMA







ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN 15

PRÓLOGO 16

CAPÍTULO I: EL MEDIO FÍSICO 21
Influencia del medio físico en la biodiversidad 21
Las fuerzas modeladoras del paisaje chileno 22
Factores genéticos del clima 22
Rasgos climáticos generales del territorio chileno 23
Síntesis sobre los regímenes climáticos del territorio 28
El pasado climático, geomorfológico y oceanográfico en la modelación de los ecosistemas de Chile 29
Las variaciones climáticas El Niño, La Niña y los cambios climáticos 34
Amenazas de origen antrópico a la biodiversidad en Chile 38
Síntesis 40
Sucesos de las fuerzas modeladoras en la formación de Chile 42

CAPÍTULO II: NUESTRA DIVERSIDAD BIOLÓGICA 49
INTRODUCCIÓN 49
El concepto de biodiversidad 49
La clasificación de la biodiversidad de especies 50
El amanecer de la biodiversidad en Chile 52
La biodiversidad hoy 52
El capítulo II 54

HISTORIA DE LA BIOTA CHILENA 56
FLUCTUACIONES CLIMÁTICAS CUATERNARIAS Y SUS IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE 56
Hitos del Cuaternario: Principales cambios biológicos de norte a sur 57
Dos direcciones futuras 59

LA BIODIVERSIDAD EXTINTA DE CHILE 64
Principales grupos de faunas fósiles 66
Sobrevivencia de las especies y la importancia de su protección 68

Páginas anteriores: **Las cactáceas no tienen hojas y la fotosíntesis la realizan a través de sus tallos verdes, generalmente estructurados como acordeón, los que se ensanchan o contraen conforme a la cantidad de agua existente. Además están cubiertas de espinas que les ayudan a captar la humedad ambiente y a protegerse de los predadores. Las raíces son generalmente superficiales, con lo cual absorben rápidamente el agua caída. En Chile hay cactus columnares como *Eulychnia* y *Browningia* y otros subglobulares y alargados como *Copiapoa* y *Neoporteria*.** Foto: Nicolás Piwonka.

El zorro de Darwin, que habita casi exclusivamente en la Isla de Chiloé, al sur de Chile, es uno de los mamíferos terrestres con mayor riesgo de extinción en el país. Además de la acelerada destrucción de su hábitat natural —el bosque temperado del sur, un ecosistema único— y su persecución directa realizada por el hombre, el zorro de Darwin es vulnerable a la potencial transmisión de enfermedades virales por perros domésticos. Foto: Nicolás Piwonka.

Extinción: el camino de todas las especies y el origen de otras 69
Megafauna: extinciones pleistocénicas y poblamiento humano 69
La sexta extinción 70

DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS 74
ECOSISTEMAS TERRESTRES 74
Presentación 74
Los ecosistemas terrestres 75
Patrones espaciales de distribución regional de la vegetación de Chile con relación al clima 76
Tipos de ecosistemas terrestres 78
Representación espacial de los ecosistemas terrestres mediante transectos longitudinales 82
Vegetación natural insular 87

EL HOTSPOT CHILENO, PRIORIDAD MUNDIAL PARA LA CONSERVACIÓN 90

ECOSISTEMAS MARINOS 96
Topografía, geografía y clima 96
Oceanografía 98
Flora y fauna 99
Ecosistemas marinos desde el punto de vista oceanográfico y biológico 100

ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS 106
El medio acuático 106
Clasificación de los ambientes acuáticos 108
Características de los ambientes dulceacuícolas 109
Ecología de los ambientes dulceacuícolas 110
Descripción de los ambientes dulceacuícolas chilenos 112
Humedales chilenos como ambientes dulceacuícolas 115

DIVERSIDAD DE ESPECIES 118
INVERTEBRADOS TERRESTRES 118
1. Acanthocephala 118
2. Annelida 119
3. Nematoda 120
4. Nematomorpha 121
5. Platyhelminthes 121
6. Mollusca 122
7. Arthropoda 123

INVERTEBRADOS MARINOS 174
1. Annelida 175
2. Brachiopoda 179
3. Ectoprocta (bryozoa) 179
4. Chaetognata 180
5. Cnidaria 180
6. Hemichordata 183
7. Chordata 186
8. Ctenophora 187
9. Echinodermata 187
10. Entoprocta (kamptozoa) 187
11. Kinorhyncha 189
12. Priapulida 189
13. Echiura 189
14. Sipuncula 190
15. Nematoda 191
16. Nemertea 192
17. Phoronida 192
18. Platyhelminthes 193
19. Porifera 193
20. Arthropoda 194
21. Mollusca 198

INVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS 202
Algunas particularidades de los invertebrados dulceacuícolas chilenos 202
Sinopsis de los principales grupos 204
Amenazas a la biodiversidad de invertebrados dulceacuícolas 219
El valor de los invertebrados como indicadores de calidad ambiental 222
Conclusiones 222

MAMÍFEROS TERRESTRES 226
Órdenes de mamíferos en el mundo 226
Historia del conocimiento en Chile 227
Diversidad taxonómica 228
Diversidad geográfica 229
Diversidad ecológica 230
Singularidades en Chile 232
Estado del conocimiento 233

MAMÍFEROS MARINOS 234
Conocimiento histórico y actual 235
Diversidad taxonómica 236
Distribución y diversidad desde la geografía 238
Diversidad ecológica 239
Singularidades en Chile 240
Principales falencias en su conocimiento 240

AVES TERRESTRES 246
Órdenes de aves terrestres en el mundo 246
Historia del conocimiento en Chile 247
Diversidad taxonómica 248
Diversidad geográfica 248
Diversidad ecológica 249
Singularidades en Chile 250
Evaluación del estado del conocimiento 251

AVES MARINAS 258
Ámbito de las aves marinas en Chile 258
Conocimiento histórico y actual 259
Diversidad taxonómica 259
Distribución y diversidad de aves marinas 260
Hábitat 260
Estatus de residencia 262
Estatus reproductivo 262
Diversidad ecológica 263
Áreas de concentración 263
Singularidades en Chile 265

AVES ACUÁTICAS CONTINENTALES 266
Historia del conocimiento en Chile 266

Diversidad taxonómica 267
Diversidad geográfica 267
Diversidad ecológica 268
Singularidades en Chile 269
Evaluación del estado del conocimiento 270

REPTILES 276
Órdenes y subórdenes de reptiles en el mundo 276
Breve historia de su conocimiento en Chile 277
Diversidad taxonómica 278
Diversidad y distribución 279
Reptiles y ambiente 280
Singularidades en Chile 281
Necesidades de investigación 281

ANFIBIOS 284
Órdenes de anfibios en el mundo 284
Breve historia de su conocimiento en Chile 285
Diversidad taxonómica 285
Diversidad y distribución 286
Anfibios y ambiente 287
Singularidades en Chile 287
Necesidades de investigación 289

PECES MARINOS 292
Historia del grupo en Chile 292
Diversidad taxonómica 294
Diversidad y distribución 294
Singularidades 297
Necesidades de investigación y proyecciones 297

PECES LÍMNICOS 302
Fauna íctica según zonas hidrográficas 302

FLORA VASCULAR 310
El Descubrimiento 310
Las expediciones científicas 310
El siglo XX 312
Análisis de la diversidad de la flora vascular 312
Análisis de la diversidad por grupo sistemático 314
El estado del arte 336

BRIÓFITAS: MUSGOS, HEPÁTICAS Y ANTOCEROTES 340
Historia de las briófitas en Chile 340
Sistemática y taxonomía del grupo 342
Diversidad y distribución 342
Ecología del grupo 344
Singularidades 344
Necesidades de investigación y proyecciones 344

ALGAS MARINAS BENTÓNICAS 346
Historia de los estudios sobre las algas marinas en Chile 346
Diversidad taxonómica 348
Endemismos 351
Singularidades de la flora marina de la costa de Chile y deficiencias en su conocimiento 352

FLORA ACUÁTICA 358
Breve historia de los estudios chilenos en plantas acuáticas 358
Diversidad taxonómica 359
Grado de endemismo 359
Zonación y sucesión 360
Distribución en Chile 360
Diversidad geográfica 360
Singularidades de las plantas acuáticas 362
Toxicidad 363
Conservación de la flora acuática chilena 363

HONGOS 366
Breve historia de su conocimiento en Chile 366
Diversidad taxonómica 367
Diversidad y distribución 369
Hongos y ambiente 370
Singularidades en Chile 370
Necesidades de investigación 371
Listado de especies 372

LÍQUENES 376

DIATOMEAS DE AGUAS CONTINENTALES 380
Riqueza y taxonomía 380
Falencias y perspectivas 381

BACTERIAS EN AMBIENTE TERRESTRE 383

BACTERIAS EN AMBIENTE MARINO 386

BACTERIAS MARINAS GIGANTES 389
Bacterias gigantes del mar de Chile 388
Las bacterias gigantes y sus posibles implicancias ecológicas 389
Las peculiaridades del bentos bacteriano 392
¿Qué implicancias ecológicas tienen esta observaciones ecosistémicas? 394
Conclusiones 394

DIVERSIDAD GENÉTICA 396
La diversidad genética 396
Recursos genéticos 396
Usos de los recursos genéticos nativos 400

EJEMPLOS DE VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES ENDÉMICAS 406

CAPÍTULO III: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 413
Introducción 413
Grandes factores de pérdida de biodiversidad 414
Estado de conservación 424
Listado de especies 428

CAPÍTULO IV: EL HOMBRE Y LA BIODIVERSIDAD 433
Introducción 433

PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SU RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD 434
Introducción 434



Agricultura y biodiversidad 435
Silvicultura y biodiversidad 438
Pesca y biodiversidad 442
Acuicultura y biodiversidad 447
Turismo y biodiversidad 450
Minería y biodiversidad 455

EFECTOS DE LAS PESQUERÍAS INDUSTRIALES DE PALANGRE SOBRE LAS AVES MARINAS Y EL CAMINO A SU MITIGACIÓN EN CHILE 462
Mortalidad incidental en Chile 462
Etapa de diagnóstico 463
Plan de acción 465
Primera evaluación del Plan de acción 466

TRADICIONES CULTURALES Y BIODIVERSIDAD 468
Pueblos originarios 469
Habitantes, ciudad y biodiversidad 486
Diversidad cultural y estrategias de conservación 487
Comentarios 489

DIVERSIDAD NATURAL Y CULTURAL EN LA CIUDAD 494
Las ciudades como complejos sociales, construidos y naturales 494
La sociedad contemporánea vive en un mundo urbano 494
El caso chileno es representativo de la urbanidad creciente 495
La urgencia de potenciar la biodiversidad al interior de la ciudad y en los espacios urbanizables 496
La importancia de la gestión para la conservación de la diversidad natural y cultural de la ciudad y el territorio 498
Las identidades como reafirmación de la diversidad natural y cultural 499

CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTOS EN LA BIODIVERSIDAD: EL CASO CHILENO 502
Conclusiones 503

ÁREAS PROTEGIDAS EN CHILE 506
Estructuras actuales y desafíos 506
Principales marcos regulatorios actuales para la conservación de la biodiversidad in situ 508
Áreas protegidas en Chile 510

CONSERVACIÓN EX SITU 562
INTRODUCCIÓN 562
JARDINES BOTÁNICOS 563
La conservación ex situ de las plantas chilenas 563
Jardines botánicos 563
Bancos de semillas 565
La introducción de la flora nativa al paisajismo 566

CENTROS DE REHABILITACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE FAUNA NATIVA 568

BANCOS DE GERMOPLASMA NATIVO 572
¿Qué son los recursos genéticos? 572
¿Por qué Chile tiene que conservar el patrimonio fotogenético? 572
Conservación de recursos fitogenéticos ex situ 573
Métodos y técnicas de conservación ex situ 574
Estado de la conservación de recursos fitogenéticos en Chile 576
ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y CONVENIOS INTERNACIONALES 580
INTRODUCCIÓN 580

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 584
Antecedentes generales 584
Situación de la biodiversidad en Chile 586
Estrategia Nacional de Biodiversidad 588
Líneas estratégicas y acciones propuestas para cada una de ellas 589

SITIOS PRIORITARIOS 593

CONVENIOS INTERNACIONALES 598

INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 609
La ciencia chilena y su relación con la conservación de la biodiversidad 609
Desafíos futuros 610
Recursos humanos 611

EDUCACIÓN PARA VALORAR LA BIODIVERSIDAD 612
Introducción 612
¿Por qué? 612

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN FORMAL 614
La necesidad de educar para la protección de la biodiversidad 614
Las oportunidades en la reforma educacional 615
El abordaje actual de la biodiversidad 616
El decenio de la educación para el desarrollo sustentable 617

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN INFORMAL
EL SENDERO DE CHILE 618
TURISMO CON LUPA EN CABO DE HORNOS 626

EPÍLOGO: DESAFÍOS PARA LA GESTIÓN DE NUESTRA BIODIVERSIDAD 633

Listado de autores y agradecimientos 636

Página izquierda: **Desde el punto de vista de su alimentación, los ríos chilenos pueden tener régimen pluvioso, o sea, nutridos por agua de lluvia; régimen nivoso, alimentados por el derretimiento de las nieves; y régimen mixto, que son los ríos que se nutren de ambas. Estos últimos, por lo general, son relativamente cortos pero bastante caudalosos.** Foto: Nicolás Piwonka.



PRESENTACIÓN

Las miles de especies de organismos vivos así como los variados y complejos hábitat existentes en Chile constituyen ciertamente uno de nuestros capitales más preciados. Esta fantástica diversidad es uno de los más importantes aportes para nuestra identidad como país, pues nos entrega elementos que nos distinguen claramente.

Si, tal como se ha manifestado en diversas instancias, el país desea proyectarse en términos del óptimo manejo de sus recursos, y busca además que ello sustente su bienestar económico en el futuro, es preciso que todos los chilenos cuidemos el enorme patrimonio que significa nuestra biodiversidad.

Este libro, cuya segunda edición presento, resume ambos aspectos. Nos acerca a comprender nuestra riqueza y también su fragilidad. Y nos conduce además a una reflexión acerca de la forma en que nos relacionamos con nuestro entorno, es decir con los otros cientos de miles de seres vivos que comparten con nosotros este hermoso espacio de tierra, mar y aire.

Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos es por una parte una expresión del conocimiento que poseemos los chilenos acerca de nuestra naturaleza y de la manera en que él se ha gestado en el tiempo. Y es también un esfuerzo por lograr que esa acumulación de conocimiento y su difusión influyan decididamente en que nuestro desarrollo como país se alcance bajo claros criterios de conservación de la biodiversidad.

Enfrentados a un momento en que el problema del cambio climático amenaza con trastocar los hábitat y, por tanto, la biodiversidad existente en gran parte de nuestro territorio, este libro es un aporte para que tomemos conciencia respecto de la relación que hemos construido hasta ahora con la naturaleza. La desaparición de especies es una muestra clara de cómo no hemos sabido relacionarnos con el resto de los seres que comparten con nosotros el ecosistema.

El cuidado y protección de la biodiversidad es parte fundamental de nuestro desafío de construir un país sustentable y ello se alcanza, no solamente desde una mirada político económica, sino desde una responsabilidad ética que implica la convivencia armónica con las especies.

Como Estado hemos avanzado en crear normativas que nos permitan avanzar en la protección de nuestros recursos naturales. La Ley del Bosque Nativo recientemente aprobada por el Congreso Nacional, la Estrategia Nacional de Protección de la Biodiversidad y otros instrumentos que están en construcción, como la Estrategia Nacional para la Protección de Glaciares y un Plan de Acción en temas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Global, son algunos ejemplos del camino que debemos seguir.

Sin embargo, el paso más importante en esta materia es sin duda el rediseño institucional al que estamos abocados, el que se hará cargo integralmente del tema de la biodiversidad y nuestras áreas protegidas.

El desafío que enfrentamos es mayúsculo y las especies que comparten con nosotros este largo y angosto territorio esperan que sepamos actuar con responsabilidad. Confiamos en que este libro sea un aporte a la discusión sobre la necesidad de seguir fortaleciendo los instrumentos y políticas de conservación de la biodiversidad.



Ana Lya Uriarte Rodríguez
Ministra Presidente
de la Comisión Nacional
del Medio Ambiente

Página izquierda: **La Isla Grande de Chiloé es la segunda más grande de Sudamérica después de Tierra del Fuego. Se separa del continente por el canal de Chacao y de la cordillera andina por un mar interior, extendiéndose por más de cien millas hacia el sur. El litoral occidental, abrupto e inhóspito, presenta el erosionado relieve de la milenaria cordillera de la Costa, en tanto hacia el oriente, el relieve se despliega en forma de suaves colinas. A lo largo de este litoral interior se dibuja un paisaje exuberante de helechos, quiscales, pajonales, pangales y decenas de ensenadas y esteros.**
Foto: Nicolás Piwonka.

PRÓLOGO

Tengo la satisfacción de prologar esta segunda edición actualizada del libro *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*. La aparición de la primera edición, a principios de 2006, fue un gran acontecimiento para quienes trabajan en protección ambiental en el país. En un corto período, la institución que tengo el honor de dirigir coordinó el esfuerzo de numerosos especialistas para dar a la luz un compendio de la diversidad biológica chilena y nuestras relaciones con ella.

En esta nueva edición hemos incorporado algunos nuevos artículos y además, dado que la primera, como toda obra humana, no estuvo exenta de errores y omisiones, hemos precisado algunos nombres científicos, mejorado las fotografías y ampliado ciertos textos, lo que sin duda redunda en un libro de mejor calidad.

El capítulo I está dedicado a describir los diferentes ecosistemas presentes en el país, como los asociados a nuestras montañas y al extenso mar que poseemos, y sobre los cuales existe un escaso conocimiento de la ciudadanía. Se explica además, en detalle, la variedad de climas presentes en el territorio, los que determinan nuestra diversidad de ecosistemas.

En el segundo capítulo presentamos la biodiversidad de Chile. Algunos artículos nos hablan de nuestros ecosistemas dulceacuícolas, marinos y terrestres, y de la preocupación mundial por varios de ellos, considerados únicos y algunos amenazados. También se hace referencia a la diversidad genética, materia que reviste cada vez más importancia, dado el creciente empleo de ese patrimonio, mediante tecnologías de vanguardia.

En el mismo capítulo, los autores nos llaman la atención respecto de especies que ya se extinguieron y de las diferentes formas de vida que nos antecedieron. Hace cerca de 20 mil años que los hombres empezaron el poblamiento de este territorio, y a partir de ese momento se inició también la modificación de las condiciones naturales sobre las cuales se desenvuelve la vida de cerca de 28 mil especies que viven en nuestro territorio.

Con el ánimo de mejorar la información que entregamos, en el capítulo II de esta edición se agregan dos grupos de especies de insectos presentes en Chile: dípteros (moscas) y lepidópteros (mariposas). Ambos, son importantes en diferentes procesos naturales como la polinización o la transformación de materia orgánica. En realidad, es sabido que todos los grupos de especies tienen importancia para el equilibrio de nuestros ecosistemas, incluido el ser humano.

Por su parte, el capítulo III está destinado a repasar el estado de conservación de las especies y ecosistemas chilenos. Es una aproximación a lo que ocurre, porque ciertamente faltan estudios sobre la situación de las poblaciones de las especies más amenazadas y de varios de nuestros ecosistemas. Aquí se recogen algunos elementos de estudios recientes, como un mapa de la zona centro sur, en que se aprecia cómo debe haber sido el territorio cubierto con diferentes tipos de bosques autóctonos y lo poco que hoy queda de ellos.

Hace algo más de dos años que como país hemos actualizado la clasificación del estado de conservación de nuestras especies. Todavía ocurre que muchas de ellas están clasificadas según evaluaciones de los años ochenta, recogidas en los libros "rojos" elaborados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). En esta segunda edición, perfeccionamos el capítulo III con información derivada de este proceso.

En este libro hemos querido reflejar parte de esa compleja relación entre ser humano y las diversas formas de vida, en las particulares condiciones de nuestro país, lo que se expresa en el capítulo IV.

A medida que aumenta la población y crece la activi-

dad económica, se incrementa también la intervención que hacemos del suelo, de los ríos, lagos y del mar, y ya casi no quedan lugares donde el hombre no haya dejado su huella. El libro no cuenta en detalle la historia de esa relación, pero intuye cómo deben haber transcurrido esos cambios.

También en el cuarto capítulo se incluyen diferentes aproximaciones de los habitantes de nuestro país a la biodiversidad, comenzando por la compleja relación entre las variadas actividades productivas y la biodiversidad asociada, y los impactos que ello genera. El mismo capítulo nos ofrece un relato sobre la interacción de la pesca industrial de palangres o espineles con la suerte que corre el albatros.

En el ámbito de la protección de la biodiversidad, el Estado ha dado pasos significativos al crear instrumentos que contribuyen al cumplimiento de este objetivo, los que se describen en este capítulo. La Política de Áreas Protegidas, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, los esfuerzos de mantención de centros de rehabilitación de fauna silvestre o los centros para mantener muestras de nuestro patrimonio genético son algunos ejemplos. Se incluye también un relato sobre los esfuerzos desplegados en materia de educación ambiental, y la atención de los compromisos internacionales.

Importantes cambios y avances en materia de protección de la biodiversidad han ocurrido desde la publicación de la primera edición hasta ahora. En primer lugar, la promulgación de la ley que creó el cargo de Ministro Presidente de la Comisión Nacional del Medioambiente es una señal muy potente respecto de la preocupación que tiene el Estado en esta materia.

Por otra parte, a fines del año 2007, el Congreso Nacional aprobó una ley para el fomento del uso sustentable del bosque nativo, que incorpora numerosos preceptos que favorecen la protección de flora asociada a nuestros bosques, además de fomentar la investigación y la fiscalización en esas materias.

En este mismo sentido, la aprobación de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, que incluye una serie de acciones que se implementarán en los próximos años, incidirá positivamente en la protección en la biodiversidad dulceacuícola y en los ecosistemas conexos.

En síntesis, esperamos que esta segunda edición se transforme en un nuevo aporte para el conocimiento y protección de la flora, la fauna y los ecosistemas, y que quienes estudien sus páginas, aprecien el valor de nuestra biodiversidad.



ÁLVARO SAPAG
Director Ejecutivo
de la Comisión Nacional
del Medio Ambiente

Páginas siguientes: **Desde el comienzo de las migraciones humanas, el hombre ha actuado como agente de dispersión de plantas y animales exóticos. En Chile, las especies introducidas constituyen alrededor de 800, un 13 por ciento del total de la flora. En la foto, Dedales de Oro (*Eschscholzia californica*), planta ampliamente distribuida en nuestro país, tiene como lugar de origen California y fue introducida en Chile a fines del siglo XIX.** Foto: Renato Srepel.







CAPÍTULO I
EL MEDIO FÍSICO

Fernando Santibáñez, Pablo Roa y Paula Santibáñez

INFLUENCIA DEL MEDIO FÍSICO EN LA BIODIVERSIDAD

El territorio de Chile está en el extremo sudoccidental de América y posee una longitud de aproximadamente 4.300 kilómetros de norte a sur, la que se incrementa a 8.000 kilómetros, si se considera el Territorio Antártico Chileno. Su ancho promedio, en cambio, es de 180 kilómetros.

El límite norte con el Perú, fijado en el año 1929, comienza en la línea de la Concordia, que va desde el norte de Visviri (17º29'S – 69º28'W), hasta el Océano Pacífico.

El límite oriental con Bolivia, fijado definitivamente en 1904, llega hasta el hito trifinio en el cerro Zapaleri (5.652 msnm). Luego viene el límite oriental con Argentina que corre entre el cerro Zapaleri y llega hasta punta Dungeness, continuando en Tierra del Fuego y luego en el canal Beagle hasta alcanzar el meridiano 66º 25' de longitud oeste.

Chile es un país tricontinental, pues posee territorio en el continente americano, incluyendo las islas del archipiélago Juan Fernández (Alejandro Selkirk, Robinson Crusoe, islote Santa Clara e islotes menores), isla San Félix e isla San Ambrosio; en Oceanía, a través de la isla de Salas y Gómez, y la Isla de Pascua o Rapa Nui; y en la Antártica, a través del Territorio Chileno Antártico.

Página izquierda: **En el imponente paisaje natural chileno destaca el Parque Nacional Torres del Paine, declarado Reserva de la Biosfera por la Unesco en 1978, internacionalmente reconocido como uno de los lugares más bellos, sin contaminación y únicos del planeta. Sus mayores atractivos radican en su relieve, los lagos, la flora y la fauna que lo convierten en un sitio ideal para la práctica del ecoturismo. Su formación se debe a movimientos de la Tierra ocurridos hace 12 millones de años, que dieron origen a impresionantes cumbres como el monte Paine Grande (3.050 msnm), los Cuernos del Paine (2.600, 2.400, 2.200 msnm), Torres del Paine (2.250, 2.460 y 2.500 msnm). Obsérvese el Ñandú en la parte inferior de la imagen.** Foto: Nicolás Piwonka.

Finalmente, otro rasgo distintivo del territorio chileno corresponde a su insularidad. Es un fenómeno resultante de las "barreras" naturales propias de nuestra geografía. Por un lado tenemos en el norte una zona desértica que se ubica entre las regiones de Tarapacá y Atacama. También existe una barrera física ofrecida por la presencia a lo largo de casi toda la extensión, de la cordillera de los Andes, con una altura variable que disminuye de norte a sur. Finalmente, está el Océano Pacífico que también se distribuye a lo largo del territorio continental e insular.

El territorio chileno ha sufrido importantes fluctuaciones climáticas como producto de las glaciaciones del cuaternario. Durante los períodos cálidos, las especies de origen tropical han avanzado considerablemente hacia el sur, aprovechando el clima benigno ofrecido por este corredor marítimo. Por el contrario, durante los períodos fríos, esta vegetación se ha replegado, dejando el espacio a las especies australes. Esto hizo que en la flora de la zona central evolucionaran concomitantemente especies templadas y tropicales, lo que, junto con la alternancia, fue provocando una mezcla que se vio favorecida por la condición marítima de nuestros climas.

El paisaje chileno presenta una configuración poco común en el mundo, como son las grandes elevaciones andinas a distancia relativamente reducidas del mar. Esto origina, en distancias de 150 kilómetros, pisos bioclimáticos diversos que van desde el regular y benigno clima litoral hasta el clima polar de altura, pasando por el clima continental en la precordillera. A su vez, por lo accidentado del relieve, los mecanismos genéticos del suelo han sido extraordinariamente diversos. Así, en distancias reducidas, coexisten suelos de origen marino, aluvial, coluvial, volcánico. Igualmente, los grados de evolución de los suelos son variados como consecuencia de los gradientes climáticos que van desde el desierto absoluto, hasta regiones hiperhúmedas. En el árido desierto, los suelos tienden a ser esqueléticos, con muy

poco desarrollo, mientras que en las regiones húmedas del sur aparecen suelos con gran desarrollo y, en algunos casos, con claros signos de reducción por anaerobiosis.

Los ríos, que corren transversalmente de cordillera a mar, se han encargado de sedimentar grandes extensiones de la depresión central, rellenando sectores bajos y formando fértiles suelos aluviales. En la zona central y norte, los ríos son correntosos, con aguas turbias que llevan gran cantidad de sedimentos al mar. Esto ha originado las frecuentes formaciones de dunas que se depositan hacia el norte de las desembocaduras. Muchas de estas dunas aún no están estabilizadas, por lo que avanzan, empujadas por el viento, hacia el interior, invadiendo los terrenos agrícolas. Debido a los plegamientos que ha sufrido el relieve, hay extensas reservas de aguas subterráneas, especialmente en la depresión central, donde las barreras rocosas de la costa provocan su acumulación. Por esta misma razón son frecuentes los afloramientos de agua, los que se convierten en vertientes que generan islas bióticas o pequeños humedales.

El litoral, por lo general, es rocoso y agreste, con una placa continental estrecha, que termina abruptamente en fosas marinas. Las aguas profundas emergen con cierta frecuencia, empujadas por la corriente marina fría de Humboldt, que recorre las costas desde Concepción hacia el norte. Esto hace que las aguas marinas sean particularmente frías, pero a su vez ricas en minerales y, por lo tanto, en plancton y peces.

En el caso de los cuerpos de agua continentales ocurre lo siguiente:

- En la zona norte se encuentra el lago Chungará, de origen volcánico, que recibe las aguas del río homónimo y posee reservas importantes de flora y fauna autóctonas.
- En la zona central, los principales cuerpos de agua corresponden a la laguna Negra, la laguna del Maule y la laguna del Dial, que se encuentran en la cordillera de los Andes y están ligadas a fenómenos glaciares. Estas desempeñan un papel relevante en el embalse de aguas caídas de la estación lluviosa, provocando una regulación del caudal de los ríos. Hay otras lagunas cercanas a la cordillera de la Costa, entre ellas la laguna de Aculeo y el lago Vichuquén.
- En la Región del Biobío, en Concepción y los alrededores, se observa un grupo de lagunas, tanto en Concepción como en San Pedro de la Paz, originadas por la afloración de aguas subterráneas provenientes del río Biobío, entre ellas, las lagunas Grande y Chica de San Pedro, y las lagunas Redonda, Lo Méndez, Lo Galindo, Las Tres Pascualas, y la laguna Price, así como los humedales en torno a este río y al río Andalién, y la marisma de Lenga. Más al sur hay otros lagos, como el Lanalhue y el Lleulleu.
- En la zona sur-austral hay un conjunto importante de lagos y lagunas que tienen un origen glacial: un glaciar excava su cuenca y luego son cerrados por morrenas. Estas formaciones se encadenan por ríos receptores que alimentan y emisarios que evacuan las aguas hacia otros lagos o el mar. Característico de esta zona es el lago General Carrera, el más extenso de Chile (Luzón, Giral, Ortiz Véliz, 2001).

En general, el paisaje chileno ha sido extraordinariamente dinámico, generando una geomorfología compleja, dominada por terrazas, serranías, valles y montañas. Esto ha creado una diversidad de ambientes para plantas y animales, los que exhiben un elevado grado de endemismo, como consecuencia del aislamiento creado por las barreras naturales del territorio.

LAS FUERZAS MODELADORAS DEL PAISAJE CHILENO

Chile se sitúa en el extremo sudoccidental del hemisferio sur, entre los paralelos 17 y 56 grados de latitud sur, sirviéndole de eje el meridiano 70 grados de longitud oeste. Es un territorio geográficamente aislado, con límites naturales marcados. Como barreras naturales actúan por el norte uno de los desiertos más áridos del mundo, al sur los hielos eternos antárticos, al este, la cordillera de los Andes con altitudes que superan los 5.000 msnm y al oeste, el Océano Pacífico. Por la severidad de sus barreras naturales, su posición es biogeográficamente insular. La superficie continental e insular es de 742.000 km^2. Su territorio es asimétrico, con un largo del 4.500 kilómetros y un ancho promedio de 180 kilómetros. Debido a la estrechez de su territorio, éste tiene una pendiente de oriente a poniente que lo hace proclive a un drenaje rápido de sus cuencas hidrográficas, las que canalizan el agua desde las laderas andinas hasta el mar.

FACTORES GENÉTICOS DEL CLIMA

El clima chileno tiene una marcada característica oceánica. Recibe la influencia de dos factores genéticos fuertemente determinantes: la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO) y de la corriente marina fría de Humboldt.

El APSO genera una fuerte determinante climática hacia la aridez, por cuanto bloquea la entrada de los frentes provenientes desde el sudoeste que se generan en el anillo circumpolar. Este bloqueo tiene una oscilación estacional, debido al desplazamiento del APSO hacia el sur en verano, lo que traslada la aridez típica del desierto varias centenas de kilómetros hacia el sur. Durante el invierno, el APSO se retira hacia posiciones más boreales, permitiendo la entrada de los frentes portadores de lluvia hacia la zona central. Junto con el bloqueo de los frentes, el APSO genera una inversión térmica cuya altura varía entre los 800 y 1.200 metros. El aire descendente que provoca la alta presión de los anticiclones se comprime y se calienta en la medida que desciende. Al aproximarse a la superficie oceánica fría, este calentamiento no sólo se detiene, sino que la tendencia del perfil térmico se invierte, es decir, el aire se enfría más mientras se encuentra más próximo a la superficie del océano, cruzado por las frías aguas de Humboldt.

Esta inversión de las temperaturas en las primeras centenas de metros crea condiciones de extrema estabilidad atmosférica puesto que el aire más frío y pesado se sitúa en la parte inferior de la atmósfera, impidiendo toda actividad convectiva. Esta "capa de inversión", constituida de aire frío y pesado, atrapa el vapor que emana de la superficie del océano, impidiéndole remontar hacia la alta troposfera, por lo que se forma una capa de nubes tipo estratocúmulos, bajas y de poco espesor, la que se sitúa próxima al techo de la inversión térmica.



Chile posee un territorio geográficamente aislado, con límites naturales marcados al norte por uno de los desiertos más áridos del mundo, al sur por los hielos eternos antárticos, al este por la cordillera de los Andes con altitudes que superan los 5.000 msnm y al oeste por el Océano Pacífico, lo que sumado a su geomorfología compleja dominada por terrazas, serranías, valles y montañas, ha creado una diversidad de ambientes para plantas y animales que exhiben un elevado grado de endemismo. Fotos: Nicolás Piwonka.

Contribuye a la formación de esta nubosidad la existencia de la corriente fría de Humboldt, que determina aguas particularmente frías en la cercanía de la costa. Es frecuente que este efecto refrigerante provoque la condensación del vapor de agua, que es arrastrado por las brisas costeras, generando neblinas densas o "camanchacas" que penetran varios kilómetros por el continente. Especialmente notable es la formación de estas neblinas en los sectores elevados de la costa que se encuentran muy próximos al mar. En estos casos, el relieve provoca un brusco ascenso de las masas cargadas de vapor que soplan desde el mar, forzando el pequeño enfriamiento que es necesario para generar la condensación y la aparición de densas neblinas costeras. Estas neblinas alcanzan tal frecuencia en ciertos lugares favorables, que se forman comunidades vegetales beneficiaadas por el abundante aporte de agua que la depositación de la neblina hace sobre las hojas. Esto le da un carácter noblemente más húmedo a la costa chilena en relación con la pluviometría real.

La marcada influencia marítima se manifiesta en una franja de 20 a 30 kilómetros continente adentro, especialmente por los valles, donde las brisas marinas penetran fácilmente. Hacia el interior, las temperaturas máximas aumentan del orden de 10 °C. Igualmente, la radiación solar aumenta al disminuir la nubosidad y hacerse más seco el aire. Las temperaturas mínimas disminuyen gradualmente desde el litoral hacia el interior, pudiendo descender unos 10 °C a 100 kilómetros del borde costero.

Casi todo el territorio posee un marcado ciclo diario de vientos. Durante el día las brisas penetran de mar a continente, atraídas por la activa convección generada como consecuencia del calentamiento de la parte interior del país. Durante la noche, este ciclo se invierte, generándose una brisa de continente a mar, debido al mayor enfriamiento de la parte continental interior. La fuerte interacción entre océano y continente hace que los climas chilenos sean, por lo general, algunos grados más frescos que lo correspondiente a su latitud.

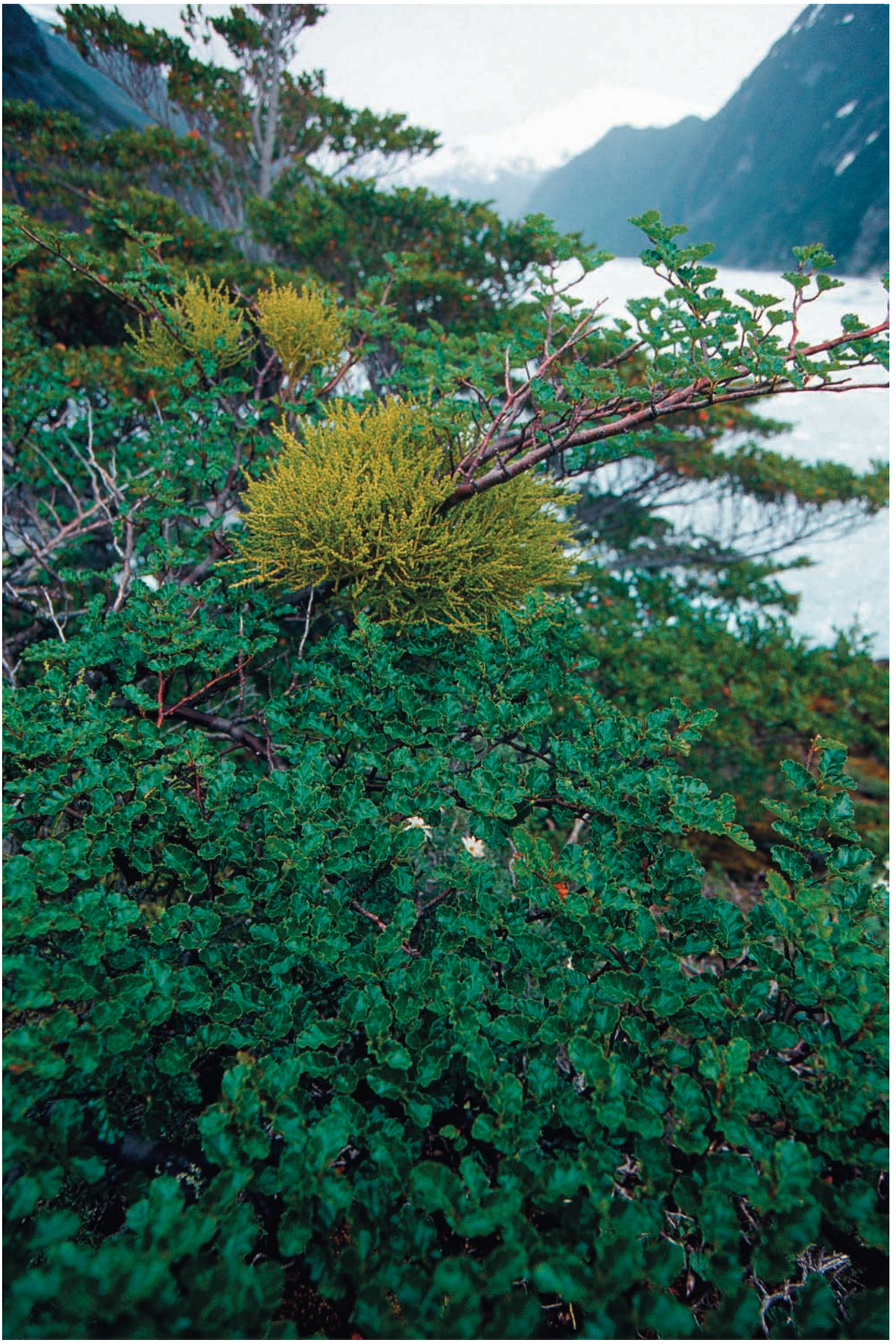
El territorio es frecuentemente cruzado por los frentes que vienen de regiones circumpolares desde el sudoeste. Al ingresar oblicuamente al territorio, estos frentes deben atravesar el cordón costero, el cual rara vez supera los 1.000 metros de altitud. En sectores donde la costa es más alta, se produce una "sombra de lluvia", es decir, los frentes tienden a depositar más agua a barlovento, descendiendo por las laderas orientales de la costa y provocando una marcada disminución de las lluvias detrás del cordón costero (efecto Foehn). Durante, el invierno el territorio es cruzado por uno o dos frentes semanales. La mayor parte de los frentes se disipan en la zona central, aunque los de mayor energía logran provocar precipitaciones hasta Copiapó, por el norte.

RASGOS CLIMÁTICOS GENERALES DEL TERRITORIO CHILENO

Debido al enorme frente marino del territorio, los climas chilenos en general presentan un acentuado rasgo oceánico. Esto le da al clima un carácter regular, sin grandes extremos térmicos. Las variaciones del régimen térmico son mucho más acentuadas en sentido longitudinal que latitudinal. La distancia al litoral, junto con la altitud, se transforman en factores fuertemente determinantes tanto de las temperaturas máximas como mínimas. Los regímenes pluviométricos están sujetos a variaciones latitudinales más dramáticas, aunque igualmente sobre un mismo paralelo, la altitud modela fuertemente el valor de la precipitación anual. La superposición de gradientes térmicos y pluviométricos en sentido norte-sur y este-oeste, genera una gran diversidad de condiciones de clima local sobre distancias relativamente reducidas.

Regímenes térmicos

Los climas se enfrían gradualmente de norte a sur. De la VI Región al norte, por la costa, las temperaturas máximas



del mes más cálido superan los 20 °C, mientras que en la Región de Los Lagos éstas no sobrepasan los 15 °C. Las temperaturas mínimas del mes más frío se alzan por sobre los 10 °C en las regiones de Atacama y Coquimbo, bajando gradualmente hasta aproximarse a los 5 °C en la Región de Los Lagos. En síntesis, se aprecia un enfriamiento de unos 5 °C entre la IV y la X Región. Hacia las áreas interiores las temperaturas máximas aumentan hasta en 10 °C en verano y las mínimas disminuyen en 6 a 7 °C en invierno. Como resultado, la amplitud térmica diaria, a 100 kilómetros del litoral, puede superar en 10 °C a la observada en la costa a la misma latitud.

La disponibilidad global de temperatura, medida a través de los días-grado, muestra similar tendencia, aunque en este caso el enfriamiento es más notable. Por el litoral, de la VI Región al norte la acumulación de días-grado supera frecuentemente los 1.500 días-grado por año, llegando a los 3.000 en Arica. Por otra parte, de la Región del Biobío al sur se produce un acentuado enfriamiento, cayendo por debajo de los 500 días-grado por año al sur de la X Región (Chiloé). Hacia el interior los días-grado aumentan entre 300 y 500 respecto de la costa. Frecuentemente las cuencas cerradas, más ventiladas y situadas detrás de cordones costeros altos, se transforman en núcleos particularmente cálidos, donde las temperaturas máximas medias superan los 30 °C en verano y los días-grado anuales bordean los 2.000 (como en Rapel, Polpaico / Til Til, Cauquenes).

Por la costa, de la V Región al norte no existe un período frío o de receso vegetativo (temperatura media inferior a 10 °C). De la misma manera, a partir de la VI Región este período se extiende por dos a tres meses (junio-julio-agosto) hasta la VIII Región, a partir de allí éste se extiende a cinco meses (mayo a septiembre hasta el sur de la Región de Los Lagos. Desde Puerto Montt este período crece a seis o siete meses (mayo o abril a octubre). Por el interior y a latitudes iguales siempre hay uno a tres meses de reposo vegetativo más que en la costa.

Regímenes hídricos

El régimen hídrico evoluciona desde una condición desértica de Copiapó al norte, hasta una hiperhúmeda en el extremo sur. Junto con el gradiente pluviométrico latitudinal, se produce un gradiente de evapotranspiración que evoluciona en sentido inverso; es decir, mientras la pluviometría crece hacia el sur, la evapotranspiración declina, lo que contribuye a acentuar aún más la evolución de los regímenes de humedad.

El criterio de las Naciones Unidas para la tipificación de los regímenes de humedad considera el cuociente anual de precipitación (Pp) y evapotranspiración potencial (ETP), según la escala siguiente:

Pp/ETP	Régimen
<0,05	Hiper-árido
0,05 – 0,20	Árido
0,20 – 0,50	Semiárido
0,50 – 0,65	Subhúmedo

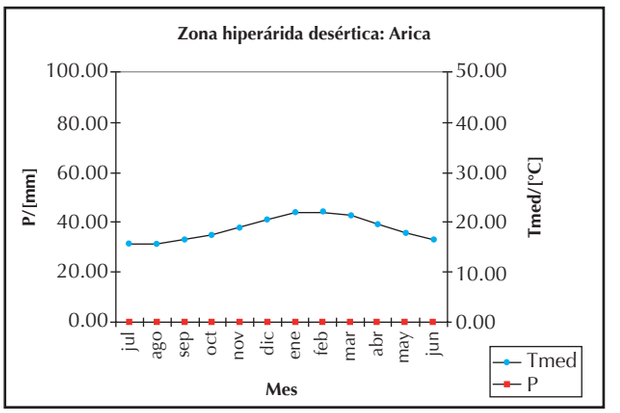
La aplicación de este criterio define las siguientes zonas en Chile:

Zona	Extensión geográfica
Hiperárida desértica	Arica a Coquimbo
Árida estepárica fría de altura	Altiplano o Puna de Atacama
Árida	Coquimbo a Aconcagua
Semiárida	Aconcagua a Región del Maule
Subhúmeda	Región del Maule al Biobío
Húmeda	Del Biobío al Toltén
Hiperhúmeda	Del Toltén al Sur
Semiárida estepárica fría	Regiones orientales de Aisén y Magallanes (Tierra del Fuego)

Zona hiperárida desértica (Arica – Coquimbo)

La precipitación anual se sitúa por debajo de los 100 mm, con un período seco que se extiende por once o doce meses. El déficit hídrico anual supera los 1.200 mm y el índice de humedad invernal se mantiene por debajo de 0,2; es decir, la precipitación durante la estación húmeda no alcanza a cubrir el 20 por ciento de las demandas creadas por la evapotranspiración potencial. No existe excedente invernal de precipitación, por lo que el escurrimiento superficial es extremadamente escaso y errático. En contraposición a esta marcada deficiencia hídrica, esta zona dispone de la mayor acumulación anual de días-grado, desde 1.600 a más de 3.000 días-grado.

Diagrama ombrotérmico de zona hiperárida.

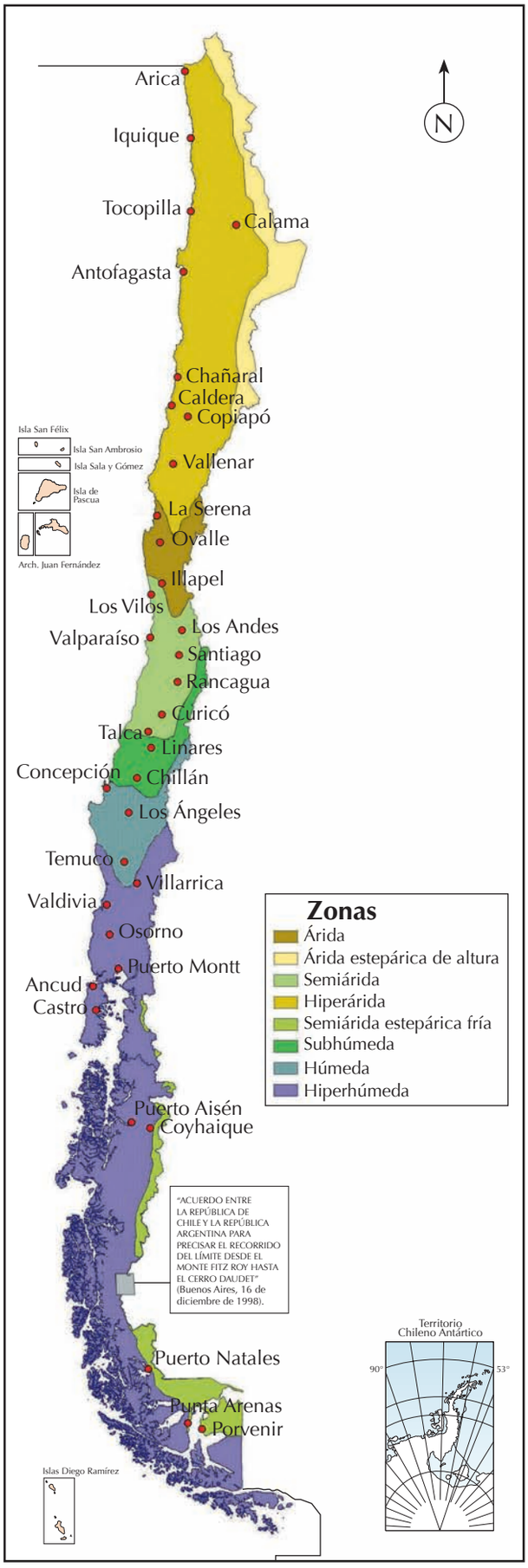


Zona árida estepárica fría de altura (Puna o Altiplano)

Situada por sobre los 3.000 metros en los Andes nororientales del territorio chileno, en verano, esta área recibe la

Página izquierda: **Seno Garibaldi, canal Beagle. Siguiendo el criterio de las Naciones Unidas para los regímenes hídricos, las regiones de Aisén y Magallanes, especialmente Tierra del Fuego, corresponden a una zona semiárida estepárica fría, en la cual las precipitaciones se encuentran en equilibrio precario con la evapotranspiración, de modo que cualquier deficiencia de lluvias genera períodos de sequía. Las precipitaciones anuales se sitúan entre los 200 y 600 mm. En las áreas más áridas, el período seco puede llegar a cuatro meses.**
Foto: Nicolás Piwonka.

Zonificación de regímenes hídricos en Chile

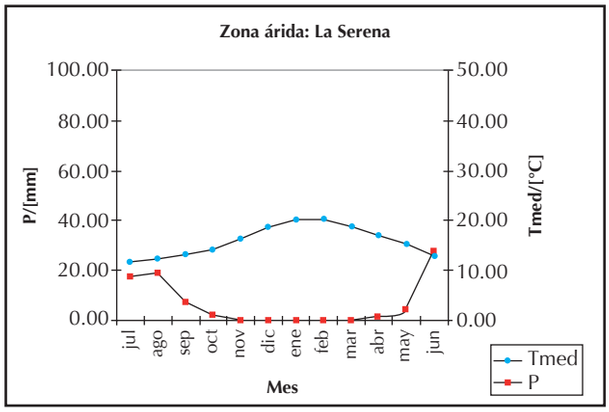


visita de las depresiones tropicales provenientes de la región amazónica, lo que provoca una estación de lluvias estivales que va de diciembre a marzo. La precipitación anual se sitúa entre los 150 y 300 mm. Por la altitud, el régimen térmico es extremadamente frío con una acumulación anual de días-grado no superior a 500. Se registran heladas (temperaturas inferiores a 0 °C) durante todo el año. El período seco dura entre ocho a doce meses.

Zona árida (Coquimbo a Aconcagua)

La precipitación anual varía de 100 mm en Coquimbo a 300 mm en Aconcagua. El período seco se extiende por ocho a once meses y el déficit hídrico anual se mantiene entre 1.000 y 1.200 mm. El índice de humedad invernal pasa de valores algo inferiores a 0,5 a algo superiores a 1, lo que evidencia la existencia de una corta estación húmeda de uno o dos meses. El régimen térmico acumula anualmente entre 1.600 y 1.700 días-grado.

Diagrama ombrotérmico de zona árida.



Zona semiárida (Aconcagua a Región del Maule)

Se extiende entre el río Aconcagua y la Región del Maule, excluyendo la cordillera de los Andes en esta última región. Incluye además una importante superficie pampeana en Magallanes y algunos sectores transandinos de Aisén. El período seco se reduce a siete u ocho meses, el déficit hídrico anual se mantiene entre 800 y 1.000 mm. El período húmedo varía entre dos y cuatro meses. El índice de humedad invernal se mantiene entre 1 y 3, lo que revela la existencia de un invierno breve, pero con humedad suficiente. El excedente invernal de precipitaciones varía entre algunas decenas de milímetros hasta algo por sobre los 300 mm anuales. El régimen térmico acumula anualmente entre 1.200 y 1.600 días-grado.

Zona subhúmeda (Región del Maule al Biobío)

Se extiende entre la Región del Maule y el río Biobío. Incluye la cordillera andina de las regiones Metropolitana de Santiago y VI Región. El período seco dura entre seis y ocho meses y la estación húmeda aproximadamente cuatro meses. El déficit hídrico se mantiene entre 700 y 900 mm/año. El excedente hídrico se sitúa entre 300 y 400 mm/año. El índice de humedad del invierno es entre 3 y 5. Con la excepción de algunos núcleos cálidos del secano interior, el régimen tér-

Diagrama ombrotérmico de zona semiárida.

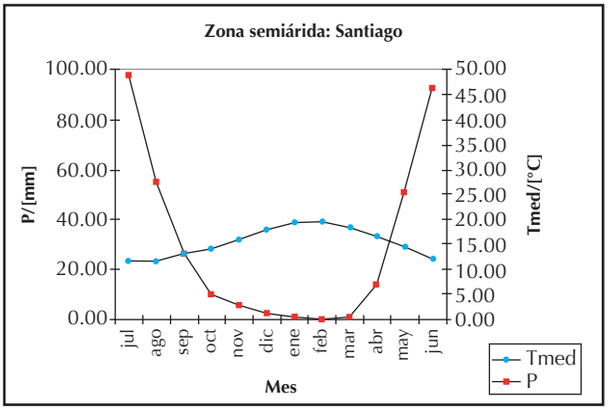
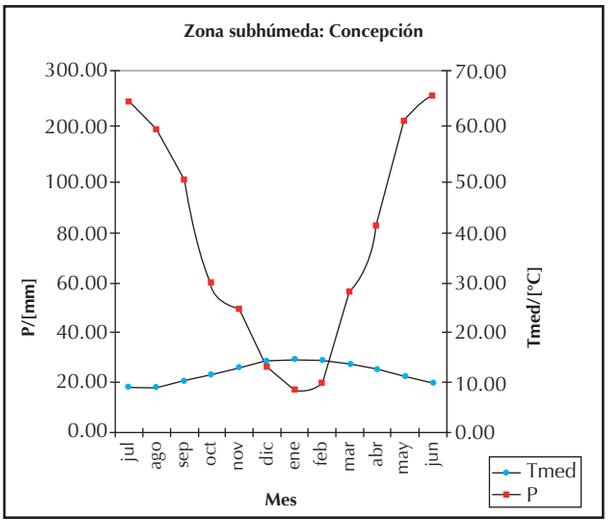


Diagrama ombrotérmico de zona subhúmeda.



mico acumula anualmente entre 1.600 y 1.200 días-grado, lo que es similar a la zona semiárida situada más al norte.

Zona húmeda (Del Biobío al Toltén)

Se extiende entre el río Biobío y la Región de La Araucanía por el interior, y se proyecta hasta la Región del Maule por la cordillera andina. El período seco dura entre tres y seis meses, con un déficit hídrico de 500 a 800 mm/año. El período húmedo dura entre cinco y seis meses. El excedente hídrico oscila entre 400 y más de 1.000 mm/año, con un índice de humedad invernal de 5 a 12. Los días-grado decrecen desde 1.200 en el límite norte de esta zona hasta unos 900 en el límite sur de la IX Región.

Zona hiperhúmeda (del Toltén al sur)

Se extiende desde el río Toltén al sur, proyectándose hacia el norte por la cordillera de los Andes y la Costa. No existe un período seco propiamente tal, por lo que el déficit hídrico tiende a ser casi nulo. El período húmedo es de ocho a doce meses, con excedentes hídricos superiores a 1.300 mm/año. Los días-grado fluctúan entre 900 en el límite con la Región de Los Lagos y aproximadamente 500 en Chiloé.

Diagrama ombrotérmico de zona húmeda.

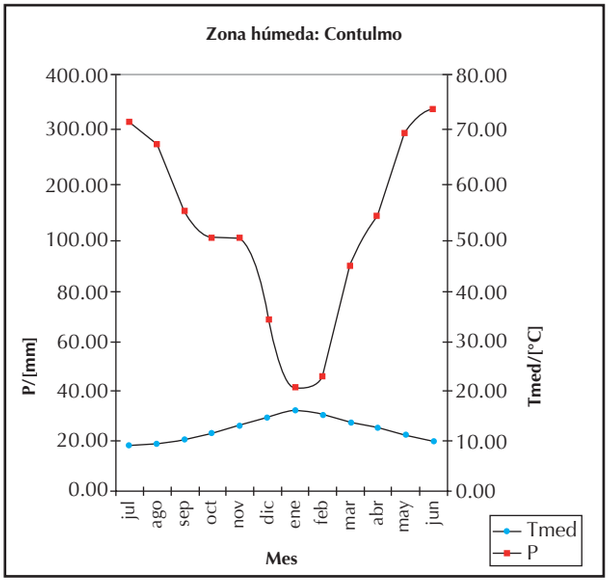


Diagrama ombrotérmico de zona hiperhúmeda.

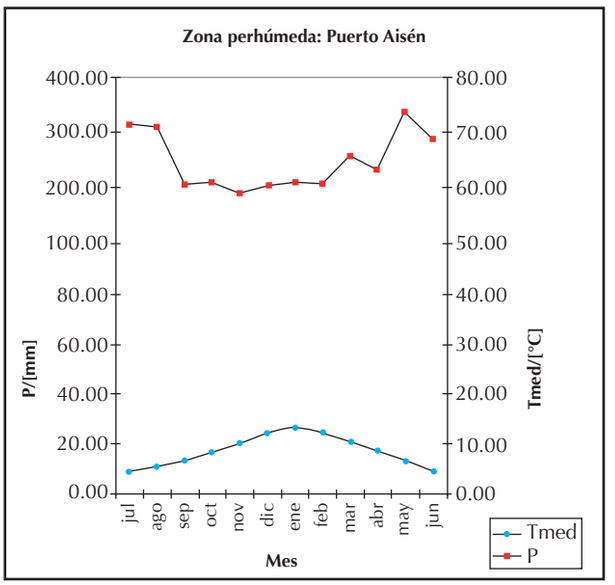
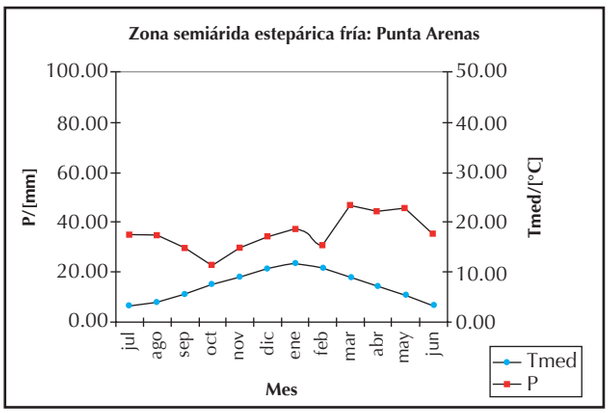


Diagrama ombrotérmico de zona semiárida estepárica fría.



Zona semiárida estepárica fría

Comprende las regiones orientales de Aisén y Magallanes, especialmente en Tierra del Fuego. La precipitación se encuentra en equilibrio precario con la evapotranspiración, de modo que cualquier deficiencia de lluvias genera períodos de sequía. Los días-grado no superan los 400 en todo el año. La precipitación anual se sitúa entre 200 y 600 mm. En las áreas más áridas, el período seco puede llegar hasta cuatro meses.

Régimen de radiación

El régimen de radiación es bastante homogéneo entre el extremo norte hiperárido y la VII Región. En esta extensa zona, la insolación anual se mantiene en torno de las 350 cal/cm^2 día. A partir de la VIII Región, la radiación comienza a declinar gradualmente, llegando a 300 cal/cm^2 día en la costa de la Región de La Araucanía.

En las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas, se producen mayores diferencias entre el secano costero e interior a una misma latitud que entre regiones. En la X Región la radiación anual cae por debajo de las 300 cal/cm^2 día, llegando a valores próximos a las 250 en Chiloé.

SÍNTESIS SOBRE LOS REGÍMENES CLIMÁTICOS DEL TERRITORIO

El clima de costa occidental propio de la franja costera chilena le otorga a esta región una característica completamente distinta de la costa oriental (Atlántica) del continente sudamericano. Las costas occidentales tienden a tener un clima más estable y fresco que sus homólogos orientales de los continentes. Esto, como consecuencia de las frías aguas marinas que se aproximan al continente por sus flancos occidentales. Los gradientes climáticos de norte a sur son extraordinariamente tenues en la costa chilena. Para enfriar en un par de grados la costa, se requieren unos 800 a 1.000 kilómetros de avance latitudinal. El efecto del océano frío se refleja en un litoral extraordinariamente nuboso, con un ciclo diario de nubosidad baja que mantiene cubierto los cielos hasta avanzadas horas de la mañana, retirándose completamente luego del mediodía. El contraste de temperaturas entre el mar frío y el continente calentado por la radiación solar en verano hace que se produzcan vientos locales de mar a continente como producto de la convección continental que crea una succión de aire marino que hace penetrar la brisa varios kilómetros tierra adentro. Esto contribuye a crear gradientes térmicos



En los milenios pasados el vulcanismo en Chile fue mucho más activo que en el presente, produciéndose grandes impactos ambientales. Actualmente varios volcanes de nuestro país muestran algún grado de actividad. En el norte se localizan los volcanes activos de mayor altitud mundial, como por ejemplo el Nevado Ojos del Salado y el Llullaillaco. En la zona central existe actividad volcánica de poca importancia con los volcanes Maipo, San José, Descabezado Grande y Descabezado Chico, Tupungato y Tupungatito; en el sur, en la zona de La Araucanía y Los Lagos, se encuentra la mayor cantidad de volcanes activos. Los más importantes son los volcanes Villarrica, Llaima, en la foto, y Osorno. Foto: Nicolás Piwonka.

marcados hacia el interior del continente. Mientras las temperaturas máximas aumentan hasta 100 o 120 kilómetros desde el litoral, las temperaturas mínimas disminuyen en la misma dirección, creando un cierto grado de continentalidad, especialmente en cuencas interiores con menor ventilación.

El aire fresco y húmedo arrastrado por la brisa marina reduce las demandas evaporativas, lo que favorece la mantención de la humedad en el suelo por más tiempo, luego de las lluvias. Como producto de esto, la costa chilena exhibe una vegetación más abundante que lo que sería esperable para iguales pluviometrías en otras regiones del mundo.

Dada la suavidad de los regímenes térmicos, la poca incidencia de temperaturas extremas y regularidad general del clima chileno, el factor más decisivo en la determinación de la evolución de la vegetación es la humedad estival. La severidad y la longitud de la estación estival seca es el rasgo climático más determinante de la evolución latitudinal de las comunidades vegetales. De hecho, el factor más variable entre ambos extremos de la zona costera son los regímenes de humedad, que se extienden desde el desierto, donde todo el año es seco, es decir, sin precipitaciones suficientes para cubrir al menos el 50 por ciento de los requerimiento de evapotranspiración, hasta el sur hiperhúmedo, sin estación seca y con excedente hídrico prácticamente permanente.

En este sentido puede observarse que los gradientes climáticos trasversales, es decir, de costa a interior, son frecuentemente más acentuados que los gradientes latitudinales, especialmente en lo referente a los grados de aridez. Por detrás de las elevaciones costeras se produce un efecto Foehn o "sombra de lluvia" que hace que las laderas orientales se presenten notablemente más secas que las occidentales. Igualmente los sectores orientales, al estar más abrigados de la brisa costera, son más fríos en invierno y más cálidos en verano. Esto genera gradientes vegetacionales de mar hacia el interior prácticamente en todas las latitudes. En toda la extensión territorial del país, la cordillera de los Andes actúa como agente generador de pisos climáticos con una fuerte determinante térmica. Considerando que la temperatura disminuye alrededor de 10 °C por cada 1.000 metros de altitud, las montañas de 4.000 metros pueden crear climas con cerca de 40 °C de diferencia en distancias relativamente cortas.

EL PASADO CLIMÁTICO, GEOMORFOLÓGICO Y OCEANOGRÁFICO EN LA MODELACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE CHILE

Las glaciaciones

El territorio ha sufrido el efecto de varias glaciaciones durante el Pleistoceno reciente y posteriormente una fuerte actividad eruptiva con la formación de numerosos conos volcánicos. Estos se hacen notorios por la baja de altura promedio de la cordillera andina a partir de los 36 a 37 grados de latitud sur. Varios volcanes muestran algún grado de actividad en la actualidad.

La glaciación es fruto de una variación climática que persiste por algunos miles de años. Durante estos períodos, la cantidad de nieve derretida es menor que la depositada en el terreno, haciendo crecer los cuerpos de hielo. Por el efecto erosivo que ejercen sobre la superficie, estos se han encargado de modelar el paisaje, en extensas áreas del territorio. Los glaciares actuales son los que se forman en terrenos montañosos o valles a gran altura o a alta latitud. En nuestro país es posible verlos en las regiones de Aisén y de Magallanes, en los Campos de Hielo Norte, el ventisquero de laguna San Rafael, los Campos de Hielo Sur, entre otros. En la actualidad los glaciares están en retirada en todo el mundo; Chile no es una excepción a esta tendencia.

En un período que va de 2 o 3 millones de años a cerca de 10.000 años atrás, vastas zonas de Europa, Asia y América estuvieron dominadas por campos de hielo. La Edad del Hielo ocurrió principalmente en el Pleistoceno, extendiéndose hasta el Holoceno (Husch y Ormazábal, 1996).

Los relieves actuales, los patrones de drenaje, lagos, ríos y tipos de suelo en las áreas cubiertas o afectadas por las capas de hielo, son el resultado de la erosión y depositación glacial. Este fenómeno es especialmente visible en la X Región donde el relieve y la formación de sus numerosos lagos y ríos son producto de la acción de los glaciares retirados durante este período.

Las glaciaciones en la Región de Los Lagos han recibido las siguientes denominaciones:

Glaciación	Duración
Tegualda o Caracol	Entre 687.000 y 512.000 años a la fecha
Río Llico	Entre 480.000 y 338.000 años a la fecha
Santa María	Entre 262.000 y 132.000 años a la fecha
Llanquihue	Entre aproximadamente 75.000 y 14.000 años a la fecha

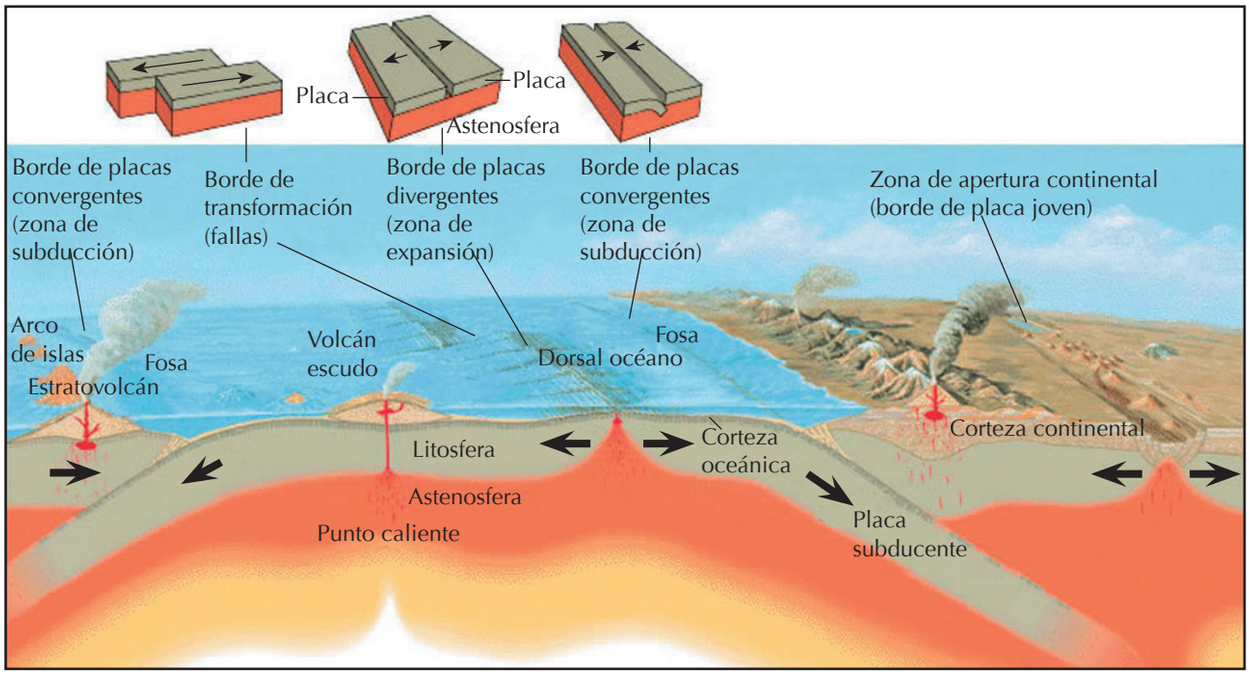
Elaborado a partir de Vargas, 2005.

La distribución y extinción de algunas especies de flora y fauna estuvieron relacionadas con el avance y retrocesos del hielo. También hay evidencias de que el hielo influyó en la formación de "puentes" que sirvieron para el intercambio genético entre continentes, como es el caso del estrecho de Bering, y entre islas, en el caso de Australia y Nueva Guinea y el archipiélago malayo. Estos intercambios genéticos se vieron favorecidos por el descenso del nivel del mar, que permitió las migraciones de poblaciones desde Asia hacia América y desde el archipiélago malayo hacia Australia (Husch y Ormazábal, 1996).

El vulcanismo

La roca fundida (el magma) se encuentra en profundidades de 50 a 250 kilómetros bajo la superficie de la Tierra. El magma puede subir a la corteza o a la superficie si hay fracturas en la litosfera. El magma también puede alcanzar la superficie en zonas de subducción, en donde la litosfera

Dinámica de las placas tectónicas y el vulcanismo.



Fuente: modificado de Vicencio, A. (2005). "Sección transversal de la corteza terrestre que ilustra los tipos de placas tectónicas". Ilustración por José F. Vigil de "This Dynamic Earth", mapa mural producido en conjunto por la U.S. Geological Survey, el Smithsonian Institution y el U.S. Naval Research Laboratory.

presiona sobre las partes bajas fundidas del manto de la Tierra. Además, el magma alcanza la superficie a través de las grietas de la litosfera, en los cordones montañosos que se extienden en el fondo marino, entre los límites de las placas. La mayor parte de la actividad volcánica ocurre en o cerca de los límites de las placas tectónicas. Los diversos tipos de volcanes tienen varios patrones eruptivos con diferentes peligros asociados. La actividad volcánica bajo el mar se concentra en las cordilleras marinas, en puntos calientes localizados, donde se emite magma en una forma gradual y lenta. No obstante, los volcanes submarinos que se encuentran a lo largo de la zona de subducción pueden ocasionar erupciones violentas con grandes descargas de vapor y cenizas a la atmósfera e incluso causar maremotos. Un ejemplo dramático es la cadena volcánica activa en las costas de América del Norte y del Sur, originados del choque de las placas continentales con las placas de la cuenca del Pacífico.

Los principales impactos sobre plantas y animales los causan las cenizas volcánicas, los flujos de lava, la expulsión de material piroclástico y de gases. La ceniza volcánica fina expulsada puede alcanzar capas superiores de la atmósfera y flotar por varios años, lo cual tiene incidencia en la radiación solar y efectos en la temperatura atmosférica y de la superficie de la Tierra. Localmente, puede cubrir las áreas cercanas, provocando la muerte de flora y fauna, incluida la población humana. En contraste, también causa mayor fertilidad en años posteriores.

Los flujos de lava destruyen las áreas que cubren, quemando cualquier material combustible que entre en contacto con ellos. Los gases mezclados con las cenizas forman una nube muy candente capaz de carbonizar todo a su paso y que se caracteriza por su gran rapidez. Estas emisiones están compuestas por monóxido de carbono, gases sulfurosos y cloruro de hidrógeno (Husch y Ormazábal, 1996).

En los milenios pasados, el vulcanismo en Chile fue mucho más activo que en el presente, produciéndose grandes impactos ambientales. Las grandes áreas de la superficie terráquea cubiertas hoy por rocas basálticas son una evidencia de que la actividad volcánica ha sido una fuerza natural formadora de la actual estructura geológica de la Tierra. Diariamente hay actividad volcánica de menor magnitud, ocurriendo erupciones mayores cada cierto número de años.

Actualmente, en la zona de subducción se genera el calor suficiente como para desarrollar el vulcanismo a lo largo de cordillera de los Andes, en toda el área influida por la Placa de Nazca.

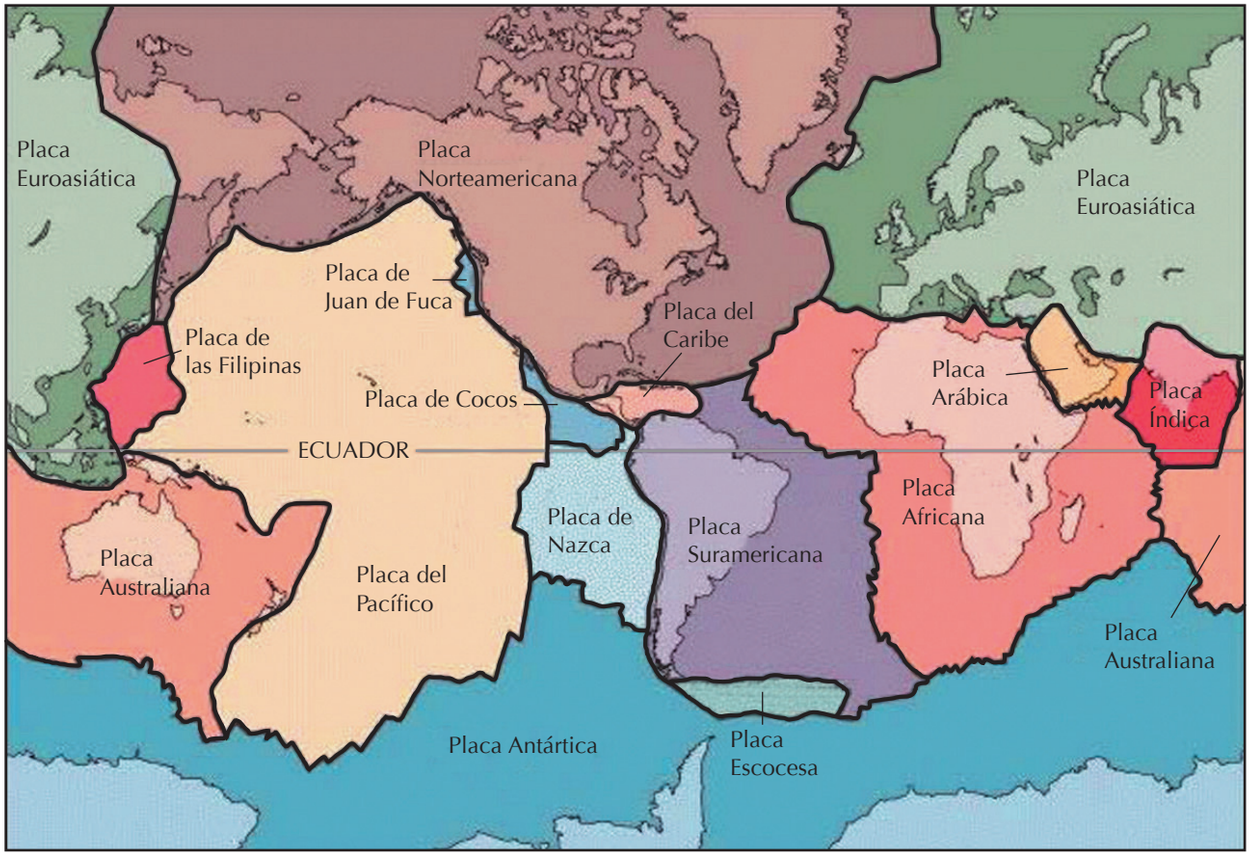
Chile está asociado a este proceso desde tiempos geológicos, siendo el vulcanismo terciario y cuaternario el más representativo de la fisonomía actual. Esto ha hecho coincidir las altas cumbres con volcanes.

En la zona norte se localizan los volcanes activos de mayor altura chilena y mundial, como por ejemplo el Nevado Ojos del Salado y el Llullaillaco, sobre los 6.700 msnm.

Página derecha: **Otra forma asociada al vulcanismo que se encuentra en las diversas regiones de Chile son las fuentes hidrotermales ubicadas a lo largo de toda la cordillera de los Andes. Al norte de la Región Metropolitana, las Termas de Socos y Termas de Colina; en el Maule, las Termas de Panimávida; entre La Araucanía y Los Lagos, las Termas del Huife, Puyehue, Coñaripe y muchas otras. Dentro de estos paisajes destacan los géiseres del Tatio en la alta cordillera de Antofagasta, por el entorno árido y desértico que los rodea.** Foto: Nicolás Piwonka.



Principales placas tectónicas en el mundo.



Fuente: Modificado de Aldo Vicencio (2005) "Disposición actual de las distintas placas tectónicas", ilustración de la U.S. Geological Survey.

Se han formado extensos faldeos con el material de cenizas volcánicas.

En la zona central existe actividad volcánica de poca importancia y se ubican los siguientes volcanes, entre otros: Maipo, San José, Descabezado Grande y Descabezado Chico, Tupungato y Tupungatito.

En la zona sur, en La Araucanía y Los Lagos se encuentra la mayor cantidad de volcanes activos.

Los más importantes son el volcán Villarrica (2.840 msnm) y el volcán Llaima (3.125 msnm). En los volcanes sureños, las cimas están cubiertas de nieve, por lo que, aparte de desarrollarse eventos eruptivos y efusivos, las nieves y el hielo que se derriten provocan grandes lahares, como se conoce a las grandes avenidas de lodo, cenizas, lavas y rocas.

Otro volcán es el Osorno, ubicado en medio de los lagos Llanquihue y Todos los Santos, en donde se perciben huellas de aluviones asociados al calor de fumarolas y el derretimiento de la nieva en la cumbre.

En las últimas décadas se han desarrollado las siguientes grandes erupciones:

- Lonquimay (2.865 msnm): entre 1988 y 1990 se produjo una erupción fisural en el cráter Navidad, con grandes flujos de lava.
- Llaima: se produjo una erupción en octubre de 1979, de quince horas, con derrames y flujos de lava. Al mes siguiente, se produjeron dos fuertes emisiones de gases y piroclastos, las que agudizaron las efusiones de lava. En diciembre del mismo año, se produjo la mayor fase eruptiva, con grandes lahares y derrames de lava que desembocaron en los lagos Villarrica y Calafquén. Un último ciclo eruptivo ocurrió en 1984.
- Volcán Calbuco, en 1961.
- Volcán Mirador, en 1979.
- Volcán Hudson (1.906 msnm): se produjo la erupción en 1991, al sur de Puerto Aisén. La primera fase fueron corrientes de lava, luego vino una fase explosiva con columnas de 18 kilómetros de altura y cuya pluma de cenizas alcanzó las islas Malvinas, afectando edificaciones y actividades agropecuarias en territorio nacional y argentino, y provocando incluso pérdidas de reses.

Otra forma asociada al vulcanismo son las fuentes hidrotermales que se encuentran a lo largo de toda la cordillera de los Andes. Ejemplo de ello son los géiseres del Tatio en la alta cordillera de Antofagasta, Termas de Socos, Termas de Colina, en el sector norte de la Región Metropolitana de Santiago, Termas de Panimávida, en El Maule, Termas de Huife, en La Araucanía, Termas de Coñaripe y Termas de Puyehue, en Los Lagos, y muchas otras, entre ellas las descubiertas por la apertura de la Carretera Austral (Luzón, Giral, Ortiz Véliz, 2001).

La sismicidad

Por ubicarse al borde de placas tectónicas activas, la sismicidad es una constante en el paisaje chileno. Los terremotos a menudo son causados por la liberación de fuerzas generadas por la interacción de las placas, especialmente en

Terremoto de 1960, Zona centro-sur de Chile

El 21 de mayo de 1960, a las 6:02:52, ocurrió un fuerte temblor de foco superficial con epicentro cercano a Concepción. Su magnitud fue de 7,5 de la escala de Richter y su intensidad en Concepción se estima de VIII a IX en la escala modificada de Mercalli. En ese mismo día y al día siguiente ocurrieron numerosas réplicas, alcanzando las más fuertes las magnitudes de 6,5; 7,5; 7,8 y 7,5 en la escala de Richter.

El 22 de mayo a las 15:10:48 se produjo un terremoto de magnitud 7,5 con epicentro cercano a Chiloé. Había sido precedido 15 minutos antes por un temblor menor que causó alarma en la población. Veintiocho segundos más tarde, antes que cesara el movimiento del suelo, ocurrió un terremoto de considerable mayor importancia (9,5 Mw). Sus características no resultaron claras debido a que se confundió con el temblor que inmediatamente lo precedió. Su epicentro se ubicó mar adentro, entre 130 y 180 kilómetros al oeste de Valdivia y fue de foco superficial.

La máxima intensidad que razonablemente se puede asignar a este terremoto es grado X en la ciudad de Valdivia. La perturbación tectónica, que empezó cerca de Concepción, progresó de forma paralela a la costa hacia el sur, como queda evidenciado por la ubicación de los epicentros de muchas de las réplicas que llegan hasta latitudes 45 y 46 grados sur. Se puede estimar, por lo tanto, que hubo una liberación de energía acumulada a lo largo de 1.000 kilómetros de longitud.

Los terremotos ocasionaron espectaculares cambios de nivel. Un hundimiento tectónico de más de 1,5 metros ocurrió en la región de Valdivia, mientras que más al norte la costa se levantó más de un metro. Se produjeron importantes deslizamientos y en algunas áreas fue notable la consolidación del terreno y el asentamiento de suelos blandos. El lago Riñihue obstruyó su desagüe por el deslizamiento de tres grandes masas de tierra, repitiéndose un fenómeno que había acontecido en 1575, que puso en peligro la ciudad de Valdivia ante la eventual evacuación repentina de las aguas embalsadas.

Los ingenieros de ENDESA, Obras Públicas y CORFO, dirigidos por el ingeniero Raúl Sáez, debieron realizar la obra de ingeniería de emergencia más grande efectuada en Chile: en dos meses lograron abrir un canal de evacuación del lago, evitando la destrucción de una rica zona agrícola, ganadera e industrial que tenía alrededor de 100.000 habitantes.

El gran terremoto también generó un maremoto de efectos devastadores. El tsunami empezó entre 15 y 30 minutos después del terremoto y continuó por varias horas, alcanzando en algunos lugares alturas de más de 6 metros y causando considerables daños en Chile, Islas Hawai y Japón. El 24 de mayo, el volcán Puyehue inició una erupción que duró varias semanas. No hubo registros instrumentales de estos terremotos.

La distribución de intensidades para el gran terremoto del 22 de mayo se caracteriza por una estrecha y excepcionalmente larga faja de intensidad VIII que se extiende por más de 6 grados de latitud, desde el norte de Concepción hacia el sur, hasta la isla de Chiloé. El cuadro general se complicó por el terremoto del 21 de mayo que alcanzó intensidades altas en el área de Concepción. Según Martín Duke y David Leeds, las intensidades para las distintas localidades fueron muy variadas, tal como se aprecia en el cuadro siguiente, ya que dependen en gran medida de las variaciones locales de la calidad del terreno.

Esta ha sido la catástrofe sísmica más violenta que ha sufrido nuestro país, con una dislocación de más de 1.000 kilómetros de largo por 200 kilómetros de ancho y con un deslizamiento sobre el plano de falla (inclinado en 15º) de entre 20 y 30 metros, que alcanzó 40 kilómetros en su parte más profunda. Consistió en una sucesión de terremotos que afectaron seriamente a diez provincias de Chile y desolaron una región de más de 600 kilómetros de longitud, habitada por 2,5 millones de personas. Fueron dañadas 450.000 viviendas, 10 por ciento de las cuales representaron pérdidas irremediables. Más de 1.000 personas perdieron la vida, principalmente a consecuencia del tsunami, y las pérdidas materiales alcanzaron una suma superior a 500 millones de dólares de la época, lo que constituye una cifra superior al 50 por ciento del presupuesto de la nación de aquel año y al 12 por ciento del producto nacional bruto.

La energía de un sismo se puede expresar en ergios. En la figura siguiente se compara la energía liberada por terremotos con otros tipos de fenómenos, lo que permite apreciar la importancia energética del gran terremoto de 1960 (Rodrigo Flores A. 1999).

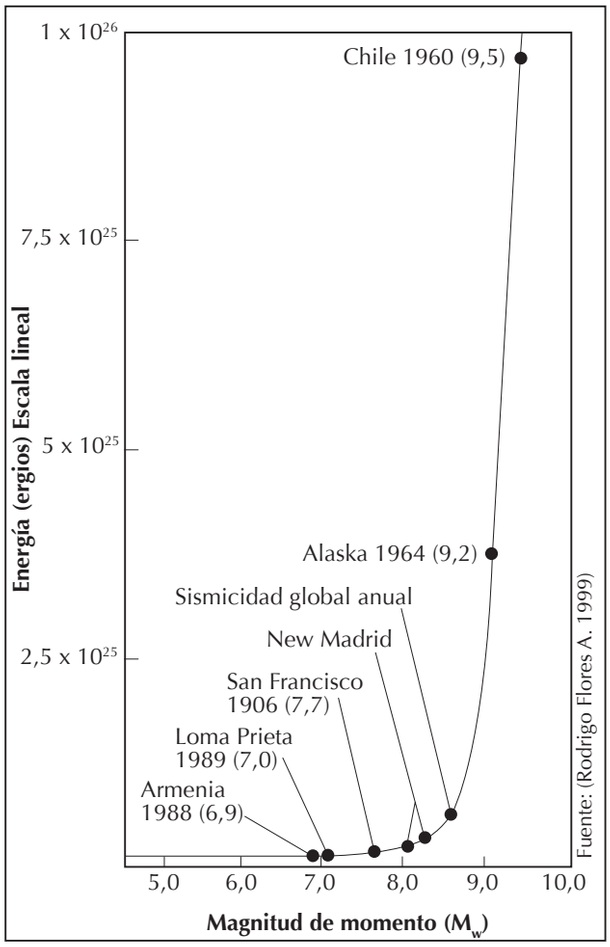
Ciudad	Intensidad Mercalli
Concepción	VIII
Osorno	VII - VIII
Pitrufquén	VI
Río Bueno	VII
Loncoche	VI
Río Negro	VIII - IX
Lanco	VI
Purranque	VII
Máfil	V
Llanquihue	VIII - IX
Temuco	V
Totoral	IX
Mariquina	VI
Frutillar	VIII
Cayumapu	VIII
Alerce	X

Ciudad	Intensidad Mercalli
Valdivia	X
Puerto Varas	VII
Pelchuquín	VII
Puerto Montt	VIII - IX
Riñihue	X
Ancud	VII
La Unión	VII

Fuente: Flores, 1999
(Rodrigo Flores A., 1999).

las fallas. Cuando la tensión excede la resistencia a la ruptura de la roca, un repentino deslizamiento disipa la tensión y ocurre el terremoto. El suceso de un terremoto puede tener efectos ambientales a corto y largo plazo. A corto plazo, los efectos observables son sobre los inmuebles y calles en las ciudades y las vidas humanas, en forma directa o por los incendios ocasionados por los derrames o fugas de combustibles. Dentro de los impactos de largo plazo están los deslizamientos de terrenos, las modificaciones topográficas, como el cambio en el curso de ríos o modificación de cuencas lacustres. Igualmente contribuyeron a estos impactos los maremotos, provocados por la dinámica de las placas tectónicas (Husch y Ormazábal, 1996). En algunos casos, la fisiografía ha sufrido importantes alteraciones, modificando cursos de ríos y humedales. Cabe destacar, por ejemplo, que sitios emblemáticos como el Santuario del río Cruces (Ramsar), en Valdivia, así como muchos sectores terminales de las cuencas hidrográficas entre Concepción y Chiloé, existen por el hundimiento que sufrieron producto del sismo ocurrido en mayo de 1960.

Comparación de las energías de distintos grandes terremotos en el mundo y Chile.



LAS VARIACIONES CLIMÁTICAS EL NIÑO, LA NIÑA Y LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

El Niño

El Niño es un cambio en el sistema océano-atmosférico que ocurre en el Pacífico Oriental, que induce cambios significativos en el comportamiento del clima sobre una extensa región del planeta. El nombre de "El Niño" (El Niño Oscilación del Sur, ENOS), corresponde a la denominación dada por los pescadores peruanos, quienes asociaron la llegada de este fenómeno hacia fines de diciembre con la Navidad. Este fenómeno se observa en intervalos de 2 a 7 años y generalmente se inicia durante el período de diciembre a marzo.

Un indicador clave de El Niño es la temperatura del agua superficial del océano, la que se alza entre 1 y 4 ºC tanto en el Pacífico Central como en el oriental, en las costas sudamericanas. El "calentamiento" de las aguas comienza tarde en la primavera y verano boreal y alcanza un punto cúlmine al cabo del año, con efecto mayor sobre el siguiente verano austral. Este fenómeno provoca una gran alteración en los mecanismos de circulación general de la atmósfera sobre una extensa área del planeta.

El aire caliente y húmedo sobre el océano genera tormentas eléctricas tropicales. Como el Pacífico calentado fluye hacia el este, las tormentas y temporales son más grandes en esa zona. Por otra parte, las tormentas bombean aire tibio y húmedo a más de 15.000 metros de altura. Esto afecta, a su vez, las corrientes atmosféricas de altitud.

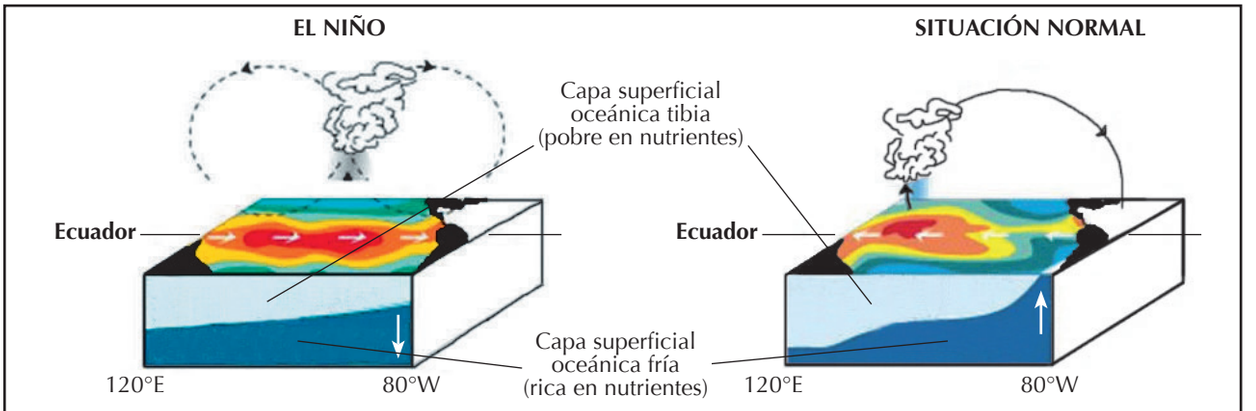
Durante los eventos de El Niño, los centros de baja presión, formadores de nubes y precipitación, emigran desde el Pacífico Ecuatorial oriental hacia las costas de América. Esto produce una alteración del patrón de la presión atmosférica descrito anteriormente, provocando cambios en la dirección y en la velocidad de los vientos. Los alisios, que normalmente soplan de este a oeste, pueden invertir su dirección, trayendo la humedad desde el oeste hacia las costas de América. El desplazamiento del máximo de temperatura superficial del mar va acompañado de un enfriamiento relativo en el Pacífico Occidental cercano a Asia. Le siguen precipitaciones intensas hacia el este, con inundaciones asociadas en Ecuador, Perú y Chile, y sequías en Indonesia y Australia (Pro diversitas, 2005a).

Aunque no hay aún pruebas estadísticas concluyentes, se cree que la conducta de las oscilaciones climáticas inducidas por El Niño podría estar modificándose en la actualidad. Es muy posible que el calentamiento global traiga algunas modificaciones en la frecuencia, intensidad y trayectoria de esta oscilación, lo que acentuaría los cambios climáticos, tanto en la región americana como asiática.

Los cambios en la temperatura influyen en la salinidad de las aguas, alterando las condiciones ambientales para los ecosistemas marinos. Estos cambios afectan las poblaciones de peces, especialmente en las áreas del Pacífico Americano y, con ello, la actividad pesquera. Los cambios en la circulación atmosférica alteran el clima global, con lo que se afectan la agricultura, los recursos hídricos y otras actividades económicas importantes en extensas áreas del planeta.

Otros efectos adversos incluyen un aumento en la frecuencia de incendios forestales, inundaciones, erosión costera, alteraciones en el anidamiento de aves marinas y en los arrecifes coralinos (en los sitios que existen), así como

Cambios en la circulación atmosférica inducidos por El Niño.



Fuente: modificado de Pro diversitas, 2005a.

la presencia de tormentas tropicales que pueden alterar las poblaciones de plantas y animales (Pro diversitas, 2005a).

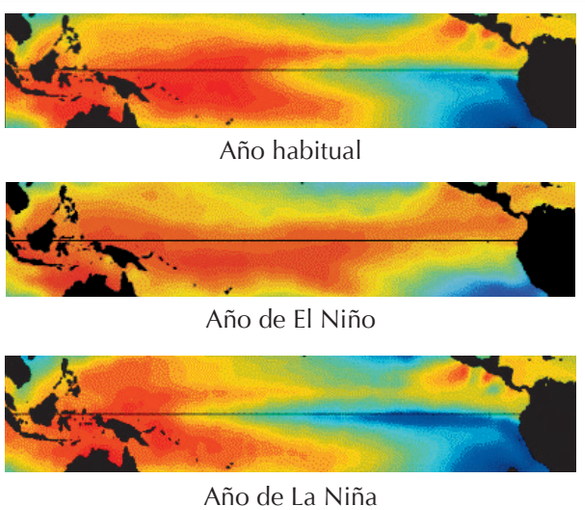
La Niña

"La Niña" es el término que se utiliza para denominar la fase fría del fenómeno ENOS. La Niña se caracteriza por temperaturas oceánicas extraordinariamente frías en el Pacífico Ecuatorial. Las anomalías del clima global asociadas con La Niña tienden a ser opuestas a las de El Niño, por lo que también ha recibido la denominación de "El Viejo". Las condiciones de La Niña recurren cada cierta cantidad de años y pueden persistir hasta dos años.

Típicamente, La Niña es precedido por una generación de aguas subsuperficiales más frías de lo normal en el Pacífico Tropical. Las ondas atmosféricas y oceánicas que se mueven hacia el este ayudan a traer el agua fría desde las regiones antárticas, reforzando la corriente de Humboldt, que durante el fenómeno de El Niño estaba represada.

Además de las temperaturas frías en el mar, La Niña trae consigo una gran surgencia de aguas profundas, ricas en minerales, fomentando la productividad del plancton y, con ello, de la fauna marina (Pro diversitas, 2005b).

Cambios en la temperatura superficial del mar durante eventos El Niño y La Niña.



Fuente: Pro diversitas, 2005c.

El Niño y La Niña resultan de la interacción entre las superficies del océano y la atmósfera en el Pacífico Tropical. Los cambios en el océano afectan los patrones atmosféricos y climáticos alrededor del globo. A su vez, los cambios en la atmósfera inciden sobre las temperaturas y corrientes del océano. El sistema oscila entre cálido (El Niño) y neutral o frío (La Niña), con un promedio de 3 o 4 años por ciclo.

El comportamiento histórico de los eventos muestra una alternancia periódica. Por ejemplo, entre 1994 y 1995, estuvo presente el fenómeno de El Niño y seguidamente ocurrió La Niña, evento que duró hasta 1996.

Los años de El Niño			
1902-1903	1905-1906	1911-1912	1914-1915
1918-1919	1923-1924	1925-1926	1930-1931
1932-1933	1939-1940	1941-1942	1951-1952
1953-1954	1957-1958	1965-1966	1969-1970
1972-1973	1976-1977	1982-1983	1986-1987
1991-1992	1994-1995	1997-1998	
Los años de La Niña			
1904-1905	1909-1910	1910-1911	1915-1916
1917-1918	1924-1925	1928-1929	1938-1939
1950-1951	1955-1956	1956-1957	1964-1965
1970-1971	1971-1972	1973-1974	1975-1976
1988-1989	1995-1996		

Fuente: Pro diversitas, 2005c.

A raíz de un nuevo estudio, se indicó que el Océano Pacífico es un factor clave en el clima mundial y que en los últimos 24 años la temperatura media superficial de sus aguas aumentó en 0,8 ºC, posiblemente debido a la concentración de gases de efecto invernadero.

Páginas siguientes: **La Patagonia es una de las últimas grandes extensiones salvajes del planeta. Al sur de los Campos de Hielo, Magallanes es un mundo aparte, donde vastas extensiones de pampa se reúnen con las nevadas cimas de los Andes.** Foto: Nicolás Piwonka.





Según los investigadores, las temperaturas superficiales durante el Plioceno eran muy parecidas a las que se producen durante El Niño. Esta tarea se realizó mediante el análisis de sedimentos que contenían caparazones de organismos marinos microscópicos que vivieron en la superficie de los océanos en el Plioceno; se halló que su estructura química era altamente sensible a la temperatura del agua. Al analizar su composición, se pudo reconstruir un registro detallado de las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico durante esa etapa (Pro diversitas, 2005c).

Las surgencias frías del Pacífico Sur

Debido a la orientación de la costa y a la dirección de los vientos, el fenómeno de surgencia ocurre en gran parte de la costa chilena. Sin embargo, es usual que estos procesos se presenten localizados en lugares específicos, como por ejemplo, asociados a la presencia de puntas y cabos, donde se producen intensos vientos. Las principales áreas de surgencia se ubican al sur de Arica, al sur de Iquique hasta Punta Lobos, en Antofagasta-Mejillones, al sur de Coquimbo, al sur de Valparaíso, en San Antonio y en la zona comprendida entre Talcahuano y el golfo de Arauco. En estas zonas se localizan, en forma abundante, las principales especies que componen la pesquería pelágica chilena. (*Ver cuadro al final del capítulo*).

AMENAZAS DE ORIGEN ANTRÓPICO A LA BIODIVERSIDAD EN CHILE

A todas las fuerzas naturales, descritas anteriormente, que han modelado el paisaje chileno, se suman aquellas que se originan en las actividades humanas como la minería, la agricultura, la urbanización, la industria y otras, algunas de las cuales han incidido fuertemente en los recursos naturales. El ser humano ha ido ocupando espacios, ya sea para asentarse o para explotar los recursos naturales en busca de energía, alimentos y materias primas. Esta ocupación ha producido profundas distorsiones en los sistemas naturales, algunas de las cuales se han transformado en amenazas para la subsistencia de poblaciones de plantas y animales.

Desertificación

Se denomina desertificación el proceso de degradación de los sistemas naturales de regiones áridas, semiáridas y subhúmedas. Este tiene un profundo impacto en las posibilidades de sustento de las poblaciones humanas. En Chile, durante el siglo XIX, la actividad minera, metálica y no metálica, fue la mayor determinante del despoblamiento vegetal, especialmente de Santiago al norte. La gran demanda de energía por parte de esta actividad motivó la existencia



Cordillera a la altura de la provincia de Palena, X Región de Los Lagos. A lo largo de todo el país, la cordillera de los Andes actúa como un generador de pisos climáticos con una fuerte determinante térmica. La temperatura disminuye alrededor de 10 ºC por cada 1.000 metros de altitud. Las montañas de 4.000 metros pueden crear climas con cerca de 40 ºC de diferencia en distancias relativamente cortas.
Foto: Nicolás Piwonka.

de un dinámico mercado de biomasa, razón por la que se extrajo masivamente la vegetación leñosa en extensas áreas del país. Posteriormente, se agregó a esta fuerza humana el florecimiento de la agricultura cerealera de exportación, en respuesta a la demanda de granos creada principalmente en la costa oeste de Estados Unidos durante la época de la fiebre del oro en California (1850). Esto motivó la incorporación de una extensa área, especialmente en la región costera entre la IV y la VIII Región, al cultivo de trigo, despoblando con ello los ecosistemas costeros. Esta actividad estimuló el cultivo de terrenos no arables, con baja velocidad de infiltración, en pendiente, lo que condujo a la erosión, en cierto casos extrema, de los suelos.

A la agricultura se adicionó la crianza de ganado, especialmente caprino, que pasaría a constituirse en la principal fuente de ingresos para las poblaciones de parte de la IV y V Región. Cabe destacar que no ha sido la ganadería en sí el factor degradante, sino la ausencia de sistemas de pastoreo sustentables. El ganadero chileno de regiones áridas casi no ha utilizado sistemas de manejo de los terrenos de pastoreo, aplicando más bien un talaje continuo, exhaustivo, que no permite la regeneración de las poblaciones de plantas mediante el uso de recesos periódicos.

El frente de desertificación más activo está en la IV Región; no obstante esto, el fenómeno se extiende a casi todo el territorio, afectando a casi la mitad de su superficie (30 a 40 millones de hectáreas).

El avance de la frontera agropecuaria hacia la precordillera y hacia las regiones australes, especialmente durante la primera mitad del siglo XX, produjo la deforestación de valiosos ecosistemas, entre los que se incluyen el bosque esclerófilo de la zona central, el bosque maulino, el bosque valdiviano, los bosques de coníferas australes (alerce, ciprés de las Guaitecas, araucaria) y el bosque de lenga en la región austral. Algunas de estas formaciones vegetales resultaron reducidas y fragmentadas al punto de ponerlas seriamente en peligro, como es el caso del bosque esclerófilo y el bosque maulino. El bosque esclerófilo está en la actualidad reducido a pequeños espacios en quebradas y laderas, que no han sido utilizados para la agricultura.

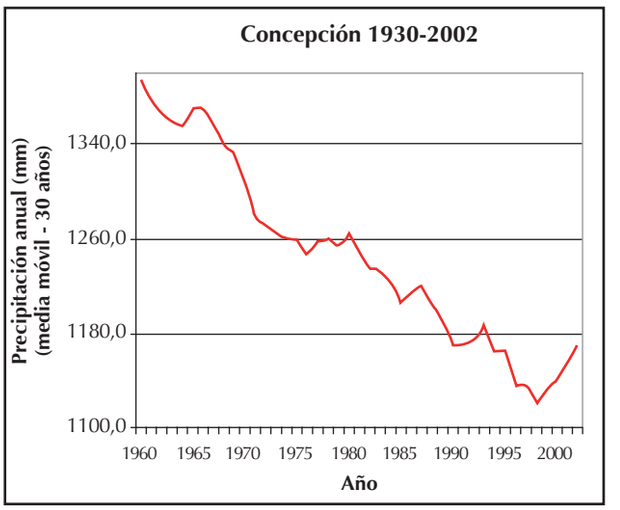
Dentro de las causas sociales de la desertificación se menciona la pobreza y falta de acceso a la tecnología y a los recursos financieros, lo que produce un pernicioso círculo vicioso desertificación – pobreza.

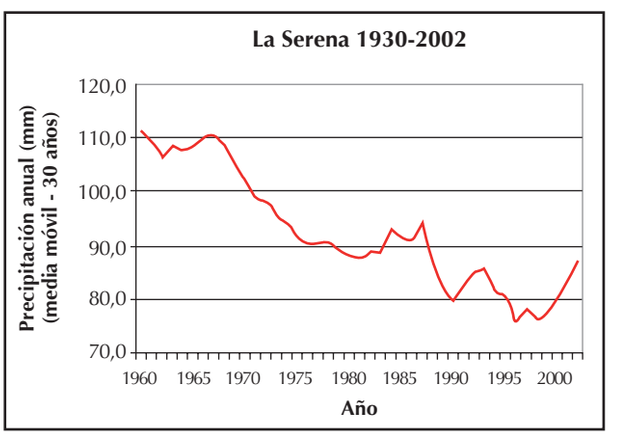
Cambio climático

Chile, especialmente su zona central, se encuentra dentro de las áreas de alta vulnerabilidad frente a los cambios climáticos. Ello, como consecuencia de ser el borde del desierto considerado el más árido del mundo, el de Atacama. Los modelos globales pronostican que los bordes de los desiertos deberían intensificar su grado de aridez como consecuencia de un reforzamiento de la actividad anticiclónica promovida por el calentamiento de la atmósfera. Cualquiera sea el caso, las precipitaciones han venido descendiendo durante todo el siglo XX, lo que ha producido una reducción de entre un 20 y 30 por ciento en los montos anuales de lluvia. Adicionalmente, se aprecia un cambio tanto en la estacionalidad como en la intensidad de las precipitaciones. Aunque estos cambios son aún leves, podrían intensificarse en el futuro, creando importantes problemas de conservación del suelo y de ecosistemas importantes.

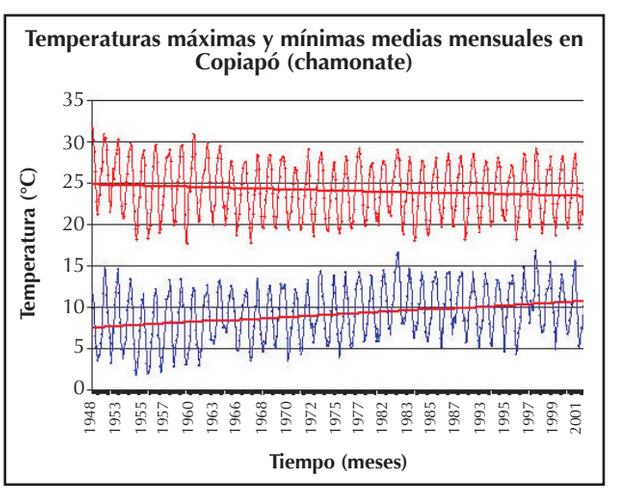
Adicionalmente a los cambios sufridos por la precipitación, se ha producido un aumento de las temperaturas

Tendencia de la precipitación en Concepción y La Serena.





Tendencia de las temperaturas máximas y mínimas en Copiapó.



mínimas y una reducción de las máximas, modificando con ello los regímenes térmicos del verano y del invierno. Estas tendencias son claras entre Santiago y Copiapó y, hasta el momento, menos obvias hacia el sur.

Cuerpos de agua

Los cambios más significativos en los cuerpos de agua se observan en los glaciares. Prácticamente a lo largo de toda la geografía estos se han retirado centenares de metros, elevando su frente inferior en un promedio de 300 metros en la cordillera de los Andes. De continuar este ritmo de contracción, importantes glaciares, especialmente de la zona norte, podrían tender a desaparecer en los próximos 100 años. Este hecho no sólo representa una menor disponibilidad de reservas de aguas andinas, sino, además, tiene como consecuencia un cambio en el régimen de escorrentía, ya que más agua escurrirá en épocas invernales y menos en la estival. Esto podría afectar a los ecosistemas ribereños y a los humedales dependientes de cursos de agua.

Muchos humedales, especialmente en la región central y norte, se han visto afectados por la derivación de cauces naturales hacia canales de regadío o para extracción de agua potable y por la intensa extracción de aguas subterráneas que ha hecho descender las napas en las frágiles zonas áridas, donde su recuperación es lenta.

El intenso uso de las aguas de los ríos, de Santiago al norte, ha situado algunas cuencas por debajo de sus caudales ecológicos. Los caudales sobrantes de los ríos de esta extensa área del país, se sitúan claramente por debajo del 50 por ciento del caudal afluente. Esto quiere decir que en años secos, la relación entre caudal sobrante y afluente cae a niveles claramente preocupantes.

SÍNTESIS

Los recursos bióticos que pueblan el territorio chileno son el resultado de la acción conjunta de una diversidad de fuerzas naturales modeladoras que, en el pasado, produjeron fuertes oscilaciones y cambios profundos en la fisonomía de los paisajes. Esta dinámica geológica ha constituido una potente fuerza evolutiva, la que ha recibido alternadamente influjos tropicales y templados. Esto explica la coexistencia de especies de ambos orígenes, especialmente en la zona central del país. El territorio, por su configuración, presenta una gran diversidad de ambientes físicos, con variadas combinaciones de clima y suelos. A pesar de esto, la diversidad biológica es moderada debido al carácter insular del territorio y el relativo aislamiento dado por las importantes barreras naturales. Esto mismo explica el fuerte endemismo de la flora y la fauna actuales.

Bibliografía

Comité Oceanográfico Nacional (CONA) (s/f), "Surgencia" [en línea]. Santiago de Chile. Disponible en Chile y su mar. http://www.cona.cl/chileysumar/surgencia.htm>

Flores, R. 1999. "Ingeniería sísmica en Chile" [en línea], Santiago de Chile. Disponible en Empresas RFA> b. Conferencia Completa. Chile. <http://www.rfa.cl/confert.htm>

Husch, B. y Ormazábal, C. 1996. "Nuestro mundo cambiante: El Hombre, Los recursos naturales y el medio ambiente", Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Santiago, Chile, Editorial Los Andes.

Luzón, J.L., J.M. Giral, J. Ortiz Véliz (coords.). 2001. Enciclopedia de Chile. Volumen 1, Barcelona, España, Grupo Editorial Océano.

Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad Biológica, Cultural y Social (Prodiversitas). 2005a. "¿Qué es El Niño?" [en línea]. Disponible en Diversidad Biológica> Desarrollo Sostenible> Cambio climático. Argentina. <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des34.htm>

____. 2005b. "¿Qué es La Niña?" [en línea]. Disponible en Diversidad Biológica> Desarrollo Sostenible> Cambio climático. Argentina. <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des34-2.htm>

____. 2005c. "El Fenómeno ENOS" [en línea]. Disponible en Diversidad Biológica> Desarrollo Sostenible> Cambio climático. Argentina. <http://www.prodiversitas.bioetica.org/desenos.htm>

Vargas, M. 2005. "Región de Los Lagos: Una obra de arte que la naturaleza tardó millones de años en construir" [en línea]. En Patagonia News, Año 1, edición 1, marzo 2005. X Región, Chile. <http://www.patagonianews.cl/001reportajes01.htm>

Vicencio, A. 2005. "Placas Tectónicas" [en línea]. En Terremotos> Las Placas Tectónicas, Chile. <http://www.angelfire.com/nt/terremotosPlacas/>

Página derecha: **Afluentes secos del río Loa. El calentamiento de la atmósfera sumado al descenso de las precipitaciones hacen que en los modelos globales, se pronostique una intensificación de los grados de aridez en los bordes de los desiertos. La zona central de Chile está en alta vulnerabilidad, ya que limita con el desierto de Atacama, considerado el más árido del mundo.**
Foto: Nicolás Piwonka.



SUCESOS DE LAS FUERZAS MODELADORAS EN LA FORMACIÓN DE CHILE

Períodos	Ubicación en la línea del tiempo	Sucesos en la formación de Chile
ERA PALEOZOICA		
Carbonífero	Desde hace 345 millones de años	Hace 300 millones de años existían dos supercontinentes, Laurasia y Gondwana. Este último reunía a América del Sur, África, India, Australia y Antártica. Mientras existió Gondwana, el territorio de Chile no existía, sólo había un vasto océano cuyas aguas esculpían la costa occidental del continente. La vida en tierra y mar aún era emergente y buscaba las formas evolutivas para desarrollarse. Los materiales erosionados o sedimentos de Gondwana y las rocas ígneas que traía la propia placa marina desde su origen en la dorsal oceánica se estaban depositando y acumulando lentamente en la fosa ubicada en el fondo del mar, en un proceso que duró millones de años, mientras ocurría la primera interacción de placas tectónicas por estos lugares. Este proceso prosiguió hasta que se produjo el gran colapso debido a la saturación de la fosa. Entonces, la subducción comenzó a empujar los enormes volúmenes de materiales rocosos acumulados en la fosa hacia el continente —desde, seguramente, la línea que ocupa aproximadamente la costa actual de Chile—, y los distribuyó sobre la plataforma continental. Los unió a Gondwana en un gran proceso geológico de acreción y este creció hacia el oeste. Esta capa primigenia se llama basamento metamórfico paleozoico. Debido a la presión de millones de años, los sedimentos de aquellos tiempos se convirtieron en metasedimentos y las rocas ígneas, en metaígneas. Estas últimas son las que conocemos popularmente como piedra laja y cuya evidencia vemos hoy en la conformación de la cordillera de la Costa. Todo el resto de esta formación quedó por debajo del actual relieve, quizás a miles de metros de profundidad, como base sólida sobre la cual en los próximos millones de años se irían acumulando otras capas rocosas. Este fenómeno abarcó toda el área entre Santiago y el archipiélago de los Chonos, en la Región de Aisén y se extendió al menos por espacio de 150 millones de años, entre el Carbonífero hasta la primera parte del Triásico.
Pérmico	Desde hace 280 millones de años	Continúa la formación del basamento metamórfico paleozoico.
ERA MESOZOICA		
Triásico	Desde hace 250 millones de años	Con el fenómeno que se inicia en el Pérmico nacieron las primeras cadenas montañosas y las depresiones del relieve. Al mismo tiempo comenzaron a operar las fuerzas modeladoras, que fueron produciendo erosión y meteorización y fueron desnudando el terreno creado y arrastrando los materiales resultantes hacia las depresiones, llamadas cuencas de sedimentación. Tales cuencas fueron inicialmente enormes lagos y posteriormente gigantescas bahías marítimas, en las costas occidentales de Gondwana, que posibilitaron nuevamente el reinado del mar, pero ahora peleando palmo a palmo terreno con un territorio nuevo. Una de ellas se llamó la cuenca Neuquén y abarcó al menos desde los actuales Alto Biobío hasta Panguipulli; también hubo una gigantesca cuenca en forma de bahía llamada Río Mayo, que ocupó gran parte de la actual localidad de Futaleufú y de Argentina. Los sedimentos generados por la erosión se fueron acumulando ahora en el fondo de dichas cuencas, dando inicio a la creación de la nueva capa de la torta. El grosor alcanzado por la capa de sedimentos ha sido estimado en 3.000 metros. Así, con esta segunda fase de aparente tranquilidad, en la región estaba llegando a su fin el ciclo orogénico gondwánico y estaba por comenzar el decisivo ciclo orogénico andino que, en una marcha de 120 millones de años, sentaría las bases de nuestra actual cordillera de los Andes y del paisaje que yace a sus pies, hasta el océano. Gondwana comenzó a dividirse y empezó a surgir el Océano Atlántico, que fue ensanchándose paulatinamente. Surgió una dorsal en el emergente océano del este que alimentó la antigua placa continental —sobre la cual se formó Sudamérica— para empujarla constantemente hacia el oeste. Mientras tanto la placa oceánica del oeste hacía lo propio en sentido contrario, subduciendo bajo la continental. Los dinosaurios dominaban en el mundo y lo harían durante 160 millones de años.
Jurásico	Desde hace 208 millones de años	En el Jurásico y el Cretácico temprano, la vida bullía en las tierras de la actual Argentina y en los mares del actual Chile sureño.

Períodos	Ubicación en la línea del tiempo	Sucesos en la formación de Chile
Cretácico	Desde hace 146 millones de años	A partir del Cretácico medio y hasta el Eoceno tiene lugar una nueva era de cambios dramáticos, provocados por la subducción. La compresión intensa derivada del choque de las placas genera nuevos plegamientos y deformaciones en las enormes capas sedimentarias que se había acumulado en los fondos marinos. Ello da origen a enormes montañas que reemplazan a las antiguas. Se producen fenómenos magmáticos, surgen volcanes y el granito se eleva desde la astenosfera sin poder salir a la superficie, creando colosales montañas. Está naciendo un nuevo paisaje y surgen las cadenas montañosas antecesoras de la actual cordillera de los Andes. El ciclo orogénico andino, bajo el cual aún vivimos, ha pasado por lo menos por seis períodos o fases fundamentales muy extensas de construcción y destrucción, de invasiones montañosas y marítimas, de volcanes que nacen y mueren. La primera fase comienza hace 120 millones de años, en el Cretácico medio hasta el Eoceno, en el Terciario. Ya no existe Gondwana, que se separa en Sudamérica, África, Antártica, Australia e India. La compresión de las capas sedimentarias es el resultado de la disgregación de Gondwana. Las placas tectónicas se enfrentan con mayor intensidad que nunca, mientras que el granito vuelve a fluir desde las enormes profundidades, pero sin salir a la superficie, dejando el terreno levantado y convertido en cadenas montañosas. Al concluir el Cretácico, terminaba también el prolongado dominio de los dinosaurios debido a cambios colosales en el clima global.
ERA CENOZOICA		
Terciario	**Paleoceno**. Desde hace 65 millones de años	Pero la vida ya había encontrado un nuevo camino para continuar. Llegaba el Terciario y con él se abrían las posibilidades para los mamíferos, que se adueñaron de la Tierra; pero después de 65 millones de años se vieron obligados a cederla al hombre y a su civilización.
	Eoceno. Desde hace 54 millones de años	La primera fase concluye de la forma habitual, con los materiales generados por una fuerte ofensiva erosiva en el fondo de las cuencas, surgiendo nuevas capas sedimentarias. De las montañas originales del período prácticamente desapareció todo bajo la fuerza de la erosión. Al final del Eoceno, la fuerza de la subducción y la consiguiente compresión crea una protocordillera de los Andes, en la segunda fase.
	Oligoceno. Desde hace 38 millones de años	Al inicio del Oligoceno —donde a nivel planetario se establece la ubicación actual de los polos terráqueos y se forma la helada Antártica como la conocemos hoy— el mar vuelve a invadir los terrenos de la zona. Se trata de la tercera fase y un aparente período de paz en el enfrentamiento de las placas tectónicas. Surgen varias cuencas o inmensas bahías marítimas que cubren de agua la tierra sureña, entre ellas, las cuencas de Valdivia, de Osorno-Llanquihue y la de Chiloé. Las capas de sedimentos que se acumulan en el fondo de estos mares llegan a alcanzar los 1.000 metros de espesor. Es un período de fuerte magmatismo, nacen antiguos volcanes, incluso en la actual isla de Chiloé, que empiezan a darle su actual fisonomía a ese territorio. Pero la erosión es tan grande en estas épocas que la región vuelve a quedar prácticamente sólo con el basamento metamórfico gondwánico, y lo que queda es lo que hoy conocemos como la cordillera de la Costa. En esta fase también se elevan masas de granito, que cristalizan a 7 u 8 kilómetros de profundidad y que, en definitiva, conforman las actuales montañas. Lo más importante de esta dinámica etapa es que se forma la "plantilla" de lo que sería el actual relieve central y sureño: cordillera de la Costa, Depresión Intermedia (cubierta de agua) y cordillera de los Andes. La cuarta fase se inicia hace 10 millones de años y se trata de una nueva fase de compresión. Hace tiempo que ya tenemos a nuestra Placa de Nazca subduciendo bajo la continental. La morfología actual está casi lista, pero la erosión volvería a cumplir su habitual papel de barrer con las montañas, creando una nueva capa de la torta.
	Mioceno. Desde hace 24,5 millones de años	La quinta fase, a la altura del Mioceno, es de nueva compresión. Las placas tectónicas vuelven a aprisionar las capas sedimentarias, cimbrándolas, deformándolas y convirtiéndolas en montañas. El mar desaparece y el paisaje alcanza por primera vez un parecido al actual. Esta es también una época de granitos y trae consigo la formación de montañas y elevación de otras.
	Plioceno. Desde hace 5 millones de años	Hace 3 millones de años, durante el Plioceno —en que se supone que Sudamérica se unió a Norteamérica a través de Centroamérica— comenzó una nueva fase del ciclo andino. Se habla de un rápido alzamiento de la cordillera de los Andes, derivado de la acción de nuevos granitos y del volcanismo. Este proceso de alzamiento dura hasta hoy y se calcula en aproximadamente unos 2 metros cada 1.000 años. La erosión está cumpliendo su papel inevitable, aunque ya no hay mar, que se ha retirado más allá de la cadena montañosa de la costa.

Períodos	Ubicación en la línea del tiempo	Sucesos en la formación de Chile
Cuaternario	**Pleistoceno**. Desde hace 2 millones de años hasta hace 14 mil años	Hace 2 millones de años, y como parte de un fenómeno climático global que afectó a todo el planeta, se inició el Cuaternario, cuyo primer período, conocido como Pleistoceno, también es llamado la Edad del Hielo. Este primer y helado período, concluido en nuestra zona hace unos 14.000 años, terminaría por configurar definitivamente el territorio de la región de La Araucanía y Los Lagos hacia el sur. Herencia de este período, no solamente son los grandes volcanes de la cordillera de los Andes, sino que también los lagos del sur de Chile. Se trata de la última gran intervención que experimentó el paisaje chileno, lo que no significa que hayan dejado de operar las descomunales fuerzas interiores de la tierra. Este período es el que ve al hombre sobre la faz del planeta, primero en África, para después colonizar toda la Tierra, convertido ya en *homo sapiens* hace más de 100.000 años. Hace más de 30.000 años llegaría a América y a nuestra zona hace por lo menos 12.500 años. Las temperaturas ambientales llegaron a descender tan abruptamente y durante períodos de decenas de miles de años que los hielos comenzaron a acumularse en el sur del territorio chileno y en la cordillera de los Andes y desde allí se abalanzaron sobre la Depresión Intermedia, en forma de glaciares y lóbulos enormes de hielo, cubriendo la zona con un manto blanco de centenares de metros de espesor. Este proceso duró varios miles de años y arrasó con la vegetación y fauna de cada época, de lo cual sólo se salvaron las especies más fuertes. Fue tal la cantidad de agua que se congeló en el mundo que los océanos llegaron a descender hasta más de 100 metros en relación al actual nivel, abriendo nuevos espacios para la vida allí donde los hielos no llegaron. Se cree que estos cambios globales de orden climático han ocurrido varias veces en los casi 4 mil millones de años que tiene la Tierra, pero de los cuales existe mayor evidencia en el Cuaternario. Ellos han tenido su origen en cambios de alcance astronómico a nivel por lo menos de nuestro Sistema Solar o en alteraciones en la inclinación del eje terrestre. Respecto a esta última posibilidad se ha comprobado que el Polo Sur no siempre estuvo donde está hoy y que por eso la Antártica en alguna época de la historia del planeta fue un verdadero paraíso para la vida animal y vegetal. No es casual que en el continente helado hayan sido encontrados fósiles de animales y vegetales que vivieron en un pasado muy lejano en condiciones de selva tropical. Se ha logrado determinar que en la Región de Los Lagos ocurrieron al menos cuatro de estas glaciaciones, separadas unas de otras por sus respectivos períodos de interglaciaciones en que el clima pudo haber sido como el actual. Desde la más antigua, estas glaciaciones en nuestra región han sido denominadas Tegualda o Caracol, Río Llico, Santa María y Llanquihue. Sin embargo, se está a punto de develar la existencia de una quinta glaciación, más antigua que las mencionadas. Se estima que esta pudo haber ocurrido hace más de 800.000 años. Se han hallado testimonios morrénicos del fenómeno en la cordillera de la Costa, a alturas medias de 500 metros sobre el nivel del mar. La glaciación que definitivamente terminó por modelar nuestro actual paisaje fue la Llanquihue, a la cual debemos la actual fisonomía cordillerana, de nuestra Depresión Intermedia y de nuestros lagos sureños. Hace 75.000 años, los hielos comenzaron a avanzar nuevamente tras un período de miles de años de retiro. Esta glaciación concluyó hace 14.000 años aproximadamente, con lo que terminó el llamado Pleistoceno o Edad del Hielo en nuestra región y se abrió paso al actual Holoceno. Esta vez, sin embargo, las enormes masas de hielo no fueron tan lejos y cubrieron buena parte de Chiloé, incluyendo el mar interior, el actual seno Reloncaví, el canal de Chacao, que era la vía por la cual escurrían hacia el mar las aguas del deshielo, y, por cierto, todas las cuencas que hoy constituyen los lagos. No avanzó más allá de la línea que fija actualmente la Ruta 5 y sus huellas morrénicas y glacifluviales pueden apreciarse en los cortes que se hicieron para abrir paso al camino. Pero la glaciación Llanquihue no fue un fenómeno continuo y tuvo sus avances y retrocesos, los primeros conocidos como pleniglaciales y los segundos como interestadiales. Hace entre 45.000 y 30.000 años se produjo un interestadial que abrió camino a enormes y profundos valles que hoy son mares interiores como el seno Reloncaví y el sector oriental de Chiloé, en que reinó el bosque nativo, con especies como el alerce y el ciprés de las Guaitecas, cuyos tocones y restos prefosilizados se pueden apreciar en algunos puntos de esas áreas. El pleniglacial iniciado hace 30.000 años —según lo han reportado los doctores Villagrán y Roig— tendría un impacto brutal sobre dichas especies vegetales, obligándolas a emigrar a la cordillera de la Costa o a colonizar áreas bien circunscritas que estuvieron en la periferia de los lóbulos glaciales en la Depresión Intermedia.

Períodos	Ubicación en la línea del tiempo	Sucesos en la formación de Chile
	Holoceno. Desde hace 14 mil años hasta la fecha	Tras el retiro de los hielos en el sur y en el este, la Depresión Intermedia quedó nuevamente disponible, primero para la vida vegetal y animal y posteriormente para el ser humano. El mar subió hasta alcanzar su nivel actual y el paisaje quedó configurado tal como lo conocemos en la actualidad, con la intervención del hombre, sus industrias y actividad cada vez más estresante y el ataque incesante contra la naturaleza que tantos millones de años tardó en construirse. En el Holoceno, el bosque nativo coloniza la Depresión Intermedia ya libre de hielos, pero con una presencia mínima y dispersa de seres humanos que, aunque primitivos, supieron vivir en armonía con el medio ambiente que les ofrecía un verdadero paraíso terrenal para la existencia. El Holoceno, período en el cual vivimos hoy, ha sido aparentemente tranquilo desde el punto de vista geológico. La subducción de la placa marina continúa bajo la continental y ha sido la responsable de los innumerables y devastadores terremotos que se han registrado en la zona a lo largo de la historia. Del mismo modo, han tenido lugar violentas erupciones volcánicas, como las ocurridas en el Osorno y Calbuco hace miles de años y que dieron origen a la actual configuración de los lagos Llanquihue y Todos los Santos, cambiando el curso del río Petrohué hacia el estuario Reloncaví y abriendo el río Maullín.

Elaborado a partir de Vargas, 2005.



Derecha: **Vista del volcán Llaima desde el Parque Nacional Conguillío. Actualmente vivimos en el Holoceno, período aparentemente calmo desde el punto de vista geológico. A pesar de esto se han producido devastadores terremotos y violentas erupciones volcánicas, como las ocurridas en Osorno y Calbuco hace miles de años, que dieron origen a la actual configuración de los lagos Llanquihue y Todos los Santos, cambiando el curso del río Petrohué hacia el estuario Reloncaví y abriendo el río Maullín.**
Foto: Nicolás Piwonka.

Páginas siguientes: **Cordillera de Darwin, Tierra del Fuego. El territorio de nuestro país ha sufrido el efecto de varias glaciaciones durante el Pleistoceno reciente. Los glaciares actuales son los que se formaron en terrenos montañosos o valles a gran latitud. Aunque Chile no es una excepción a la tendencia mundial de retirada de los glaciares, en la actualidad en nuestro país es posible verlos en las regiones de Aisén y de Magallanes en los Campos de Hielo Norte, en el ventisquero de laguna San Rafael o los Campos de Hielo Sur, entre otros. Durante la última glaciación las enormes masas de hielo no fueron tan lejos y cubrieron buena parte de Chiloé, incluyendo el mar interior, el actual seno Reloncaví, el canal de Chacao que era la vía por la cual escurrían al mar las aguas del deshielo, y, por cierto, todas las cuencas que hoy constituyen los lagos. La masa de hielo no avanzó más allá de la línea que fija actualmente la Ruta 5 y sus huellas morrénicas y glacifluviales pueden apreciarse en los cortes que se hicieron para abrir paso al camino.** Foto: Nicolás Piwonka.





CAPÍTULO II

NUESTRA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

INTRODUCCIÓN

Iván Lazo, Rosanna Ginocchio, Hernán Cofré, Yerko Vilina y Agustín Iriarte

EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

El término *Biodiversidad* fue acuñado en 1985 por el destacado biólogo E. O. Wilson (1988), como contracción de la expresión "diversidad biológica". Hoy en día, el término es un concepto multidimensional y multifacético que se refiere a la variedad y variabilidad de todos los organismos y sus hábitat, así como a las relaciones que se originan entre ellos. Biodiversidad es, en este sentido, una expresión integradora de muchas diferentes escalas espaciales o de organización, desde genes hasta paisajes, y donde cada nivel o escala posee tres componentes diferentes: su composición, su estructura y su función (Franklin, 1988; Noss, 1990; Chapin et al. 2000; McCann, 2000; Purvis y Hector, 2000; Tilman 2000).

Tradicionalmente, la biodiversidad se ha dividido en tres niveles: genes, especies y ecosistemas (figura 1); sin embargo, y como explicábamos en el párrafo anterior, ésta se puede entender a cualquier escala o nivel de organización biológica.

Página izquierda: **El nuco es un ave rapaz de hábitos diurnos; habita en vegas, pajonales de lagunas, terrenos bajos y pantanosos desde Vallenar hasta Tierra del Fuego, también en isla Robinson Crusoe. De vuelo silencioso o a veces estacionario, normalmente captura pequeños animales y aves durante las últimas horas de la tarde. Anida en el suelo, entre el pasto largo o a veces en alguna zona seca en medio del totoral, colocando normalmente entre 5 y 7 huevos blancos y redondeados.** Foto: Nicolás Piwonka.

La diversidad genética se refiere a la variación en la composición de los genes que posee una especie (pool), tanto dentro de una población como entre sus poblaciones. Si una de sus poblaciones se llegara a extinguir la especie perdería diversidad genética (composición y estructura), la cual es importante en los procesos evolutivos y de adaptación al medio donde vive (función). Pero la pérdida de la diversidad genética no sólo es importante para la sobrevivencia de cada especie, sino también tiene implicancias directas para el bienestar del ser humano. Por ejemplo, la extinción de plantas nativas emparentadas con especies de importancia para la agricultura implica que se pierden recursos genéticos que podrían haberse usado para mejorar las características de las especies domésticas, como ha sido el caso de la frutilla y el tomate silvestre chileno usados en mejoramiento genético de sus parientes comerciales.

La diversidad de especies es la acepción más utilizada en el ámbito de la ecología y, en general, se refiere tanto a la riqueza o número de especies que hay en una comunidad u otra área geográfica (p.ej. país, ecorregión, bioma) como a las relaciones de abundancia que existen entre ellas (Purvis y Hector, 2000). Existen estudios científicos que han demostrado que la diversidad de un sitio (incluyendo tanto la identidad y la riqueza como las relaciones de abundancia de las especies) puede tener una gran influencia sobre la productividad, la fijación de nutrientes y otras funciones del ecosistema (figura 1). Por lo tanto, una especie no sólo es

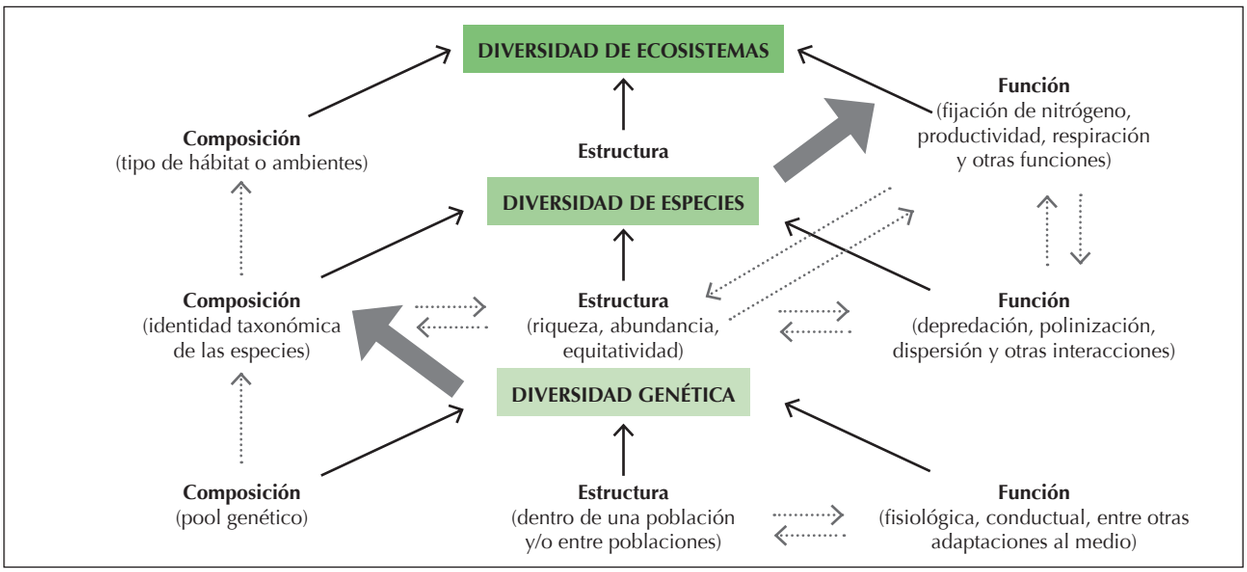


***Figura 1*: Representación de los tres niveles clásicos de biodiversidad y sus relaciones directas e indirectas.**

importante por los genes y el provecho que puede obtener el hombre de ella en solitario sino también porque cada una se relaciona con otras especies, lo que finalmente redunda en el funcionamiento de la comunidad y el ecosistema.

La diversidad de ecosistemas se refiere a que cada uno de ellos tiene patrones característicos de flujos de energía y ciclos biogeoquímicos, y la falta de alguno puede afectar el funcionamiento completo de la biosfera. Por ejemplo, la destrucción de la Amazonía y, dentro de él, de numerosos ecosistemas particulares de bosque tropical lluvioso, impacta el ciclo global del carbono y finalmente el proceso de calentamiento global que está enfrentando la biosfera.

LA CLASIFICACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE ESPECIES

Si tomamos ahora como base la definición de biodiversidad referida al número e identidad de especies que existen en un lugar, nos daremos cuenta que asociadas a ellas existen una infinidad de formas, colores y tamaños de la vida, que desde hace mucho tiempo ha fascinado a los científicos. Aristóteles (384-322 a.C.), en la antigua Grecia, reconoció 540 especies de animales en la zona del mar Mediterráneo. Él también hizo una primera clasificación de los animales en "sanguíneos" y "no sanguíneos", que en la actualidad correspondería a los vertebrados y los invertebrados. A mediados del siglo XVII, la naturaleza era agrupada en tres grandes Reinos: Mineral, Vegetal y Animal. Esta agrupación de los organismos dominó por más de una centuria. Sin embargo, fue Carolus Linnaeus (1707-1778) el que fundó la taxonomía, aquella rama de la biología que se encarga principalmente de nombrar y clasificar los organismos. Linnaeus clasificó a más de 7 mil especies de plantas y cerca de 4 mil animales, lo que representaba gran parte de las especies reconocidas en su época.

Posterior al gran avance realizado por Linnaeus, Haeckel propuso en 1866 el primer "Árbol de la Vida", reconociendo tres grandes Reinos: Plantae, Protista y Animalia con un criterio monofilético, es decir, asumiendo que cada grupo provenía de un único ancestro distinto al de los otros. Ya en el siglo XX, algunos autores como Hyman (1940), consideraron a los protozoos, como un phylum de animales "acelulares". Sin embargo, la clasificación ampliamente aceptada de cinco reinos propuesta por Wittaker (1969) movió nuevamente a los protozoos fuera del reino Animalia hacia el reino Protista, donde se unieron con las algas (tabla 1).

A fines de la década de los setenta, Carl R. Woese dejó atrás las comparaciones anatómicas o fisiológicas, y utilizó las diferencias en genes para trazar parentescos entre los diferen-

***Tabla 1*. Comparación de los sistemas más importantes que se han propuesto para la clasificación de los organismos vivos.**

Clasificación de Reinos				**Clasificación de seres vivos en grupos sobre los Reinos**	
Tres Reinos (Haeckel 1894)	**Cinco Reinos (Whittaker 1969)**	**Seis Reinos (Woese y Fox 1977)**	**Seis Reinos (Cavalier-Smith 2004)**	**Tres DOMINIOS Woese et. al. (1990)**	**Dos IMPERIOS Cavalier-Smith (2004)**
Protista	Monera	Eubacteria	Bacteria	Bacteria	Prokaryota
		Archaebacteria		Archaea	
	Protista	Protista	Protozoa	Eukarya	Eukaryota
			Chromista		
Plantae	Fungi	Fungi	Fungi		
	Plantae	Plantae	Plantae		
Animalia	Animalia	Animalia	Animalia		

tes tipos de organismos. Utilizando un gen que codifica para la subunidad pequeña del ARN ribosómico (involucrado en la síntesis de proteínas en las células), Woese llegó a algunas conclusiones esperadas, pero también propuso nuevas ordenaciones. Por una parte reafirmó la distinción entre células *procariontes* y *eucariontes*, distinguiendo en términos taxonómicos dos grupos o "dominios" distintos. Por otra parte, Woese también propuso la creación de un nuevo dominio (Archaea) y de paso un nuevo reino, Archaebacteria (tabla 1). Esta proposición se basó en las diferencias entre el ADN que codificaba para muchas proteínas de eubacterias y arqueas. Este último grupo incluye especies que viven en ambientes con condiciones extremas, como altas temperaturas, (sobre 100 ºC), altas concentraciones de sulfuros, alta salinidad y sedimentos marinos carentes de oxígeno. Además, las membranas celulares de todas las arqueas contienen lípidos de características únicas y muy diferentes a los lípidos de las eubacterias.

A fines del siglo XX se han desarrollado nuevas propuestas, entre las que destaca la realizada por el microbiólogo ingles Thomas Cavalier-Smith (tabla 1). El trabajo de este



En Chile se encuentra el árbol que vive a mayor altura en el mundo, la Queñoa, del cual se reconocen dos especies. La de la foto, *Polylepsis tarapacana*, se ubica sobre los 4 mil metros, mientras la otra, *Polylepsis rugulosa*, vive entre los 3.500 y 3.800 metros. Foto: Iván Lazo.



Bosque de tamarugos (*Prosopis tamarugo*). Foto: Sebastián Teillier.



El pez de altura *Orestia* spp. Foto: Alex Brajovic.

investigador se ha centrado en la difícil tarea de clasificar aquellos organismos unicelulares eucariontes que anteriormente fueron incluidos en el reino Protista. De acuerdo a sus investigaciones, se deberían reconocer dos reinos de eucariontes, además de los ya conocidos, Fungi, Plantae y Animalia: Protozoa y Chromistas. El primero incluye organismos principalmente fagotróficos, mientras que el segundo incluiría organismos mayoritariamente *fotosintetizadores*. No obstante, existen grupos bien definidos, como los dinoflagelados, que presentan ambas características. Asimismo, según este autor, son muchas más las diferencias en términos estructurales y morfológicos, entre procariontes y eucariontes que entre eubacterias y arqueas, por lo que él propone únicamente dos imperios (y no dominios) como separaciones sobre los seis reinos.

Si bien hoy en día la clasificación más utilizada es la de Woese, año a año aparecen nuevas clasificaciones y modificaciones en la ordenación del árbol de la vida. Por ejemplo, recientemente se ha propuesto separar el grupo de los Protistas en once diferentes reinos, debido a que no parece haber un ancestro común para toda la diversidad de formas unicelulares eucariontes (Baldauf et al. 2000).

EL AMANECER DE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE

Desde los tiempos de la conquista, naturalistas de diversas nacionalidades han realizado catastros y levantamientos de la flora y fauna silvestre en Chile. Ya en 1714, Feuillée hizo la primera mención de un anfibio chileno: la larva de la rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*, Donoso-Barros, 1970). El abate Molina publica en el año 1782 su obra cumbre sobre la *Historia Natural del Reino de Chile* (Molina, 1782), donde tempranamente se describen, y en algunos casos de manera confusa, las primeras especies de flora y fauna silvestre nativas del país. Incluso el gran naturalista inglés Charles Darwin, al visitar Chile entre los años 1832 y 1834, hace contribuciones a la taxonomía chilena al colectar y clasificar distintas especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Jaksic y Lazo, 1994). Pero es el naturalista francés Claudio Gay, contratado en 1847 por el gobierno chileno de la época, quien por primera vez realiza un estudio sistemático de los recursos biológicos de Chile (Gay, 1847), conocimientos que posteriormente fueron sólidamente complementados por el biólogo alemán Rodulfo Philippi, entre 1857 y 1903.

Sin lugar a duda la primera mitad del siglo XX es muy productiva para el conocimiento de los vertebrados chilenos, ya que tres mosqueteros de la ornitología chilena, J. Goodall, A. Johnson y R. A. Philippi (1946, 1951) escriben su obra monumental en dos tomos sobre la historia natural de las aves de Chile, la que complementa y supera el trabajo de C. Hellmayr (1932) sobre la clasificación de dichas aves. En el ámbito de la mastozoología, W. Osgood publica en 1943 una monografía, la más completa hasta la fecha, sobre los mamíferos de Chile.

En el ámbito marino, los estudios fueron más tardíos; recién a fines del siglo XIX y en la década de 1940 hubo expediciones naturalistas de importancia, especialmente inglesas y suecas, que recorrieron las costas de Chile con el fin de estudiar sus recursos (entre otros, Schulze, 1887; Sollas, 1886, 1888; Wesenberg-Lund, 1955, 1962).

Sin embargo, no fue hasta 1991, cuando la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt) crea el Comité Nacional de Diversidad Biológica, que se realiza un estudio importante. Dicho Comité evaluó, por primera vez, toda la riqueza biológica de Chile a través del Primer Taller Nacional de Diversidad Biológica, realizado en noviembre de 1992. Es así como diversos científicos, expertos en sus campos, se dieron a la tarea de estimar nuestra biodiversidad, revisando los antecedentes históricos de cada grupo, la riqueza específica y las características singulares como endemismo, distribución geográfica y estado de conservación de los distintos grupos. Incluso evaluaron los recursos humanos disponibles en el país para su estudio. Este esfuerzo se tradujo en 1995 en la obra "*Diversidad Biológica de Chile*" (Simonetti et al. 1995), donde se registraron los resultados obtenidos hasta ese momento por la comunidad científica nacional, determinando la existencia de unas 30 mil especies de flora y fauna silvestres, de las cuales, alrededor de 6.331 son exclusivas de Chile (endémicas). Evidentemente, estos números están subestimados, debido a que en esta temprana revisión no se consideraron varios grupos de singular relevancia; y asimismo, también quedó claro el déficit de especialistas en algunos grupos taxonómicos claves, además de hacer patente disímiles grados de conocimiento que de cada grupo se poseía y la heterogeneidad de tratamientos en su estudio.

LA BIODIVERSIDAD HOY

En términos medioambientales, Chile posee dos características estructurantes: un gradiente latitudinal, que va desde

los 18 grados hasta los 56 grados de latitud sur, y un gradiente altitudinal, que va desde fosas oceánicas de 8 mil metros de profundidad hasta los 7 mil metros de altitud en algunos puntos, lo que hace de Chile un país altamente heterogéneo en términos de las condiciones ambientales que permiten sustentar su diversidad biológica. El patrón climático generado por ambos gradientes posibilita que Chile posea, a su vez, alguno de los sitios con menor precipitación del planeta y áreas con el mayor número de días lluviosos al año (sólo 24 días sin lluvia por año). En el mar también contamos con una gran diversidad de ambientes, desde fiordos, fosas y cañones marinos cerca de la costa hasta montes marinos cerca de islas oceánicas. Sin embargo, esta evidente diversidad de condiciones ambientales no necesariamente se traduce en una elevada diversidad biológica. En efecto, Chile presenta una de las menores diverrsidades específicas de fauna y flora silvestres en comparación con el resto de los países sudamericanos. En el caso de las aves, en Chile habitan algo más de 450 especies; no obstante, en Argentina coexisten sobre las 800 especies, en Bolivia y Perú sobre las 1.200 especies y en Colombia 1.721 especies. Un caso aún más dramático ocurre con la diversidad de plantas angiospermas, en donde Chile posee sólo 5.300 especies, mientras países como Brasil sobrepasan las 55.000 especies (Conservación Internacional, 2005).

Unido a la presencia de ambos gradientes, Chile terrestre posee la curiosa característica del aislamiento, muy asimilable a una isla. Así, la parte terrestre del país está separada al este del continente por la cordillera de los Andes, al norte por el desierto de Atacama y de Tarapacá, y por el sur y el oeste, por el vasto Océano Pacífico, que en conjunción con la historia geológica del país, aparentemente habrían condicionado la existencia de especies extremadamente singulares para el territorio chileno.

Es así como en Chile, entre muchos ejemplos, podemos encontrar la queñoa (*Polylepis tarapacana*), único árbol que crece en forma natural a más de 4.000 metros de altitud. Otro ejemplo de alto endemismo son las Orestias, pequeños peces que se encuentran restringidos a los espejos de agua presentes en los salares del altiplano chileno, de las cuales se desconoce en gran parte su historia natural. Otro caso particular es el monito del monte (*Dromiciops gliroides*), que constituye una de las dos especies de mamíferos que son las únicas representantes de un orden completo (Microbiotheria). La otra especie exclusiva es el cerdo hormiguero africano, único representante del orden Tubulidentata (Wilson & Reeder 2005).

Es muy difícil conocer la real magnitud de la diversidad biológica del planeta. Algunos autores (May, 1988; Wilson, 1992; WCMC, 1992) sostienen que habría un potencial actual de 10 millones de especies y, aún así, seguiría siendo una cifra conservadora cuando en algunos casos se habla de 30 millones e incluso hasta de 100 millones de especies. Para Chile —como se dijo— se han descrito alrededor de 30.000



Diversidad de reptiles. Entre las familias de reptiles de Chile destacan los Leiosauridae, llamados gruñidores, con distribuciones restringidas, generalmente ovíparos e insectívoros, que incluyen especies medianas y grandes, como este *Pristidactylus alvaroi* (foto arriba izquierda). También son importantes los Teiidae, como el *Callopistes palluma* (foto arriba derecha), especie de probable origen tropical que habita en Chile norte centro. La familia Tropiduridae, la más rica en especies en Chile gracias al género Liolaemus, como el *Liolaemus monticola* (foto abajo izquierda), tiene exponentes hervíboros e insectívoros, vivíparos y ovíparos,y habita todo tipo de ambientes. Las especies de la familia Gekkonidae, como el *Homonota gaudichaudi* (foto abajo derecha), de reptiles muy pequeños que se encuentran en el norte de Chile, principalmente en ambientes costeros, son nocturnas y ovíparas. Fotos: Yamil Hussein.

especies (Simonetti y otros, 1995). Es decir, el equivalente al 1,93 por ciento de todas las especies descritas en el planeta, las que alcanzarían alrededor de 1,4 millones, según Wilson (1992). Chile es un país pequeño en superficie continental y pareciera ser que la magnitud de su biodiversidad refleja esta característica. No obstante esta limitación, aún falta el 98 por ciento de nuestras especies "chilenas" por descubrir.

Si somos conservadores, la biodiversidad chilena tendría un potencial de descubrimiento de alrededor de 170 mil nuevas especies para los próximos años, las que probablemente en más de un 50 por ciento corresponderán a artrópodos. Este potencial de descubrimiento no es exagerado, si se tiene en cuenta que incluso animales mayores todavía no han sido descritos.

EL CAPÍTULO II

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), como uno de los aportes al compromiso y esfuerzo del Estado chileno ante la comunidad por el resguardo de su biodiversidad, comienza a complementar la tarea emprendida hace 10 años por nuestros científicos pioneros. En el año 2003 fue aprobada por el Consejo de Ministros de la CONAMA la Estrategia Nacional de Biodiversidad, instrumento que permitió mejorar la gestión sustentable del patrimonio natural, con objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

El presente capítulo, inserto en una obra de carácter sintético y propositivo, corresponde a una compilación del estado del conocimiento de la diversidad biológica de Chile. A través de sus diferentes secciones presenta un enfoque jerárquico en cuanto al tratamiento de los distintos grupos biológicos.

Luego de esta introducción, el capítulo continúa con la historia de la biota chilena, donde se revisan los cambios climáticos que han dado forma a nuestro territorio, así como aquellos componentes de esta biota que hoy en día están extintos.

Luego, se da una visión general de la diversidad biológica de Chile, donde se exploran los tres niveles de complejidad del concepto, comenzando con la diversidad ecosistémica terrestre que se podría reconocer en Chile, sobre la base de la caracterización vegetacional del país, para continuar con la revisión de los ecosistemas marinos y dulceacuícolas.

En seguida, se entrega una visión sinóptica de los grupos de organismos presentes en Chile; se describe brevemente su historia; se da cuenta de las relaciones de sistemática y taxonomía de las especies; se revisan las singularidades del grupo en Chile y finalmente se exploran las potencialidades y déficit de cada taxón. No obstante este esfuerzo, y tal como ocurrió en 1995, algunos aspectos deficitarios sobre el desarrollo de ciertos grupos de organismos vivientes aún se mantienen, pues no existen los especialistas o los recursos disponibles que permitan profundizar en su conocimiento. Desde luego, llenar estos vacíos será un desafío para las próximas generaciones de científicos, lo que no se podrá hacer sin la cooperación efectiva del Estado al proveer los recursos económicos necesarios, a través de programas de investigación prioritarios para la biodiversidad nacional o a través de agencias especializadas en esos estudios.

Finalmente, en la última parte del capítulo se revisa el conocimiento que tenemos de los recursos genéticos que incluyen las especies que habitan en Chile, así como algunos ejemplos de variabilidad genética en poblaciones naturales.

Bibliografía

Baldauf, S.L., A.J. Roger, I. Wenk-Siefert, & W.F. Doolittle. 2000. "A Kingdom-Level Phylogeny of Eukaryotes Based on Combined Protein Data". Science, 290: 972-977.

Carl R. Woese & George E. Fox. 1977. "Phylogenetic Structure of the Prokaryotic Domain: The Primary Kingdoms". PNAS, 74: 5088-5090.

Carl R. Woese, Otto Kandler, & Mark L. Wheeli. 1990. "Towards a Natural System of Organisms: Proposal for the Domains Archaea, Bacteria, and Eucarya". PNAS, 87: 4576-4579.

Cavalier-Smith, T. 2004. "Only six kingdoms of life". Proc. R. Soc. Lond. B 271: 1251–1262.

Chapin III F.S., E.S. Zavaleta, V.T. Eviners, R.L. Naylor, P.M. Vitousek, H.L. Reynols, D.U. Hooper, S. Lavorel, O.E. Sala, S.E. Hobbie, M.C. Mack & S. Díaz. 2000. "Consequences Of Changing Biodiversity". Nature Insight, 405 (n. 6783, 11 May): 234-242.

Conservation International. 2005. Hotspots revisited. Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Editado por Cemex y Conservación Internacional, 392 pp.

Donoso-Barros, R. 1970. "Catálogo herpetológico chileno". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 31: 50-124.

Franklin J.F., K. Cromack, W. Denison, A. Mckee, C. Maser, J. Sedell, F. Samson & G. Juday. 1981. Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests. USDA Forest Service, General Technical Report PNW 118, Portland.

Franklin J. F. 1988. "Structural and functional diversity in temperate forests". In: E. O. Wilson (ed.) Biodiversity. National Academy Press, Washington DC.: 166-175.

Gay, C. 1847. Historia física y política de Chile. Zoología 1. Maulde & Renou, París.

Goodall, J.D., Aw Johnson y R.A. Philippi. 1946. Las aves de Chile, vol 1. Establecimientos Gráficos Platt, S.A. Buenos Aires.

Goodall, J.D., Aw Johnson y R.A. Philippi. 1951. Las aves de Chile, vol 2. Establecimientos Gráficos Platt, S.A. Buenos Aires.

Haeckel, E. 1866. Generelle Morphologie der Organismen, vol. 1, 574 pp., vol. 2, 462 pp. Reimer, G., Berlin.

Haeckel, E. 1894. Systematische Phylogenie. I. Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. Berlin: Reimer.

Hellmayr, C.E. 1932. The birds of Chile. Field Museum of Natural History, Publ. 308.

Jaksic, F. 2001. Ecología de comunidades. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Jaksic, F. e I. Lazo. 1994. "La contribución de Darwin al conocimiento de los vertebrados terrestres de Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 67: 9-26.

Ledig, T.F. 1988. Conservation of genetic diversity: the road to La Trinidad. The LL Schaffer Lectureship in Forest Science. University of British Columbia, Vancouver.

McCann, K.S. 2000. "The diversity-stability debate". Nature Insight 405 (n. 6783, 11 May): 228-233.

Marticorena, C. y R. Rodríguez (eds.). 1995. Flora de Chile, vol. 1. Universidad de Concepción, Concepción.

May, R.M. 1988. "How many species are there on Earth?" Science 241: 1441-1449.

Molina, G.I. 1782. Saggio sulla storia naturale del Chili. Bologna.

Norse, E.A., K.L. Rosembaum, D.S. Wilcove, B.A. Wilcox, W.H. Romme, D.W. Johnston & M.L. Stout. 1986. Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society, Washington, DC.

Noss, R.F. 1990. Indicator for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology (4): 355-364.

Olsen, G.J. & C.R. Woese. 1993. Ribosomal RNA: a key to phylogeny. The FASEB Journal 7: 113-123.

Osgood, W.H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History. Zoological Series 30: 1-268.
OTA. 1987. Technologies to maintain biological diversity. US Government Printing Office, Washington, DC.
Pequeño, G. 1998. 2Ictogeografía marina y patrimonio natural de Chile". En: Salazar M.A. y P. Videgain (eds.) De patrias, territorios, identidades y naturaleza. DIBAM, Santiago, pp. 121-147.
Purvis, A. & A. Hector. 2000. "Getting the measure of biodiversity". Nature Insight, 405 (n. 6783, 11 May): 212-219.
Schulze, F.E. 1887. "Report on the Hexactinellida collected by HMS 'Challenger' during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS 'Challenger'". Zool. 21.
Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds). 1995. Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Talleres Artegrama Ltda., Santiago.
Sollas, W.J. 1886. "Preliminary account the Tetractinellid Sponges dredged by HMS 'Challenger' 1873-1876. Part 1. The Choristida". Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society: 177-199.
Sollas, W.J. 1888. "Report on the Tetractinellida collected by HMS 'Challenger' during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS 'Challenger'". Zool. 25: clxvi, 458.
Tilman, D. 2000. "Causes, consequences and ethics of biodiversity". Nature Insight 405 (n. 6783, 11 May): 208-211.
WCMC. 1992. Global Biodiversity: status of the Earth's living resources. Chapman & Hall, London.
Wesenberg-Lund, E. 1955. "Gephyrea from Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition". Acta University Lund 5, 10(51): 1-24.
Wesenberg-Lund, E. 1962. "Polychaeta Errantia. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949". Lunds Universitets Arsskrift. N.F Avd. 2, 57(12): 1-139.
Whittaker, R.H. 1969. "New concepts of kingdoms in organisms". Science 163: 150-160.
Wilson, E. (ed.). 1990. Biodiversity. National Academy Press, Washington DC.
Wilson, E. (1992) La Diversidad de la Vida. Grupo Gribaldo-Mandadori. Barcelona. 410 pp.
Wilson, D.E., & D.M. Reeder (eds.). 2005. Mammal Species of the World. Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.

Árbol filogenético de la biodiversidad de Chile

Este árbol filogenético fue recreado a partir de otros antiguos en la literatura y pretende sólo esbozar una historia de la vida conocida actualmente (sin incluir virus). Siempre que fue posible, se incluyó el número de especies presentes en Chile de las taxas señaladas, según lo publicado en este libro. Posiblemente algunos *phyla* o divisiones hayan quedado fuera. El centro del círculo corresponde al tiempo cero de aparición de la vida, la distancia desde el centro representa el tiempo transcurrido, los colores de las líneas señalan distintos reinos y las intersecciones de las líneas indican los momentos aproximados en que aparecieron los taxones referidos. Se utilizó el nombre españolizado del taxón o el nombre común del representante más conocido del grupo. Cuando se mantuvo el nombre en latín del taxón, se dejó la inicial en mayúscula. Autores: Reinaldo Avilés y Cristián Estades.



FLUCTUACIONES CLIMÁTICAS CUATERNARIAS Y SUS IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE

Claudio Latorre

El Cuaternario es una división informal de la escala geológica del tiempo que comprende la última porción del Neógeno superior incluyendo las épocas del Plioceno superior, el Pleistoceno y el Holoceno (últimos 2,6 millones de años) (Gradstein y otros, 2004). Tradicionalmente, el Cuaternario marca el comienzo del mundo glacial (las "eras del hielo"), y en concreto corresponde al comienzo de las glaciaciones en el hemisferio norte (Gradstein y Ogg, 2004). El mundo previo al Cuaternario (el "Terciario") fue considerablemente más cálido y lluvioso, con presencia de floras tropicales muy diversas en latitudes que hoy son templadas (Wilf y otros, 2003; Hinojosa y Villagrán, 2005).

Para tener una perspectiva histórica sobre la diversidad biológica es necesario comprender que el Cuaternario es un "mundo de hielo". Esto significa que la temperatura promedio global es considerablemente menor durante extensos períodos. Testigos de hielo tomados en el Domo C en la Antártica (75º06'S; 123º21'E, 3.233 msnm) muestran que para las últimas cuatro glaciaciones, los períodos interglaciales son pequeños lapsos cálidos insertos en un mundo con un clima más frío que el actual y altamente variable a escala de milenios (por ejemplo, los eventos Dansgard/ Oeschger) (EPICA Members 2004). La temperatura promedio global llega a tener 5 ºC menos que la actual, aparejado con descensos en las temperaturas de los océanos y un completo reordenamiento del ciclo hidrológico. Una "era del hielo" dura en promedio 80.000 años. En comparación, el interglacial actual que vivimos, el Holoceno, ha durado 11.000 años.

Las distribuciones de la flora y fauna presentes hoy sobre la mayor parte del planeta reflejan en mayor o menor medida la consecuencia de repetidas fluctuaciones climáticas asimétricas marcadas por períodos glaciales (con una duración media de entre 80.000 y 90.000 años), e interglaciales, como el actual (duración media de entre 10.000 y 15.000 años).

Teóricamente, se podría predecir (o incluso modelar) cómo estos cambios afectaron y alteraron la diversidad biológica chilena. Sin embargo, cada ecosistema y comunidad exhibe un comportamiento propio al conjunto de especies que lo componen (es especie específico). Además, existe una "herencia" geográfica difícil de predecir para la mayoría de las veces mediante el uso de modelos y análogos modernos (Jackson, 2004). De este modo, resulta imprescindible obtener datos fidedignos en terreno con buen control geocronológico de cambios biológicos —también denominados registros paleoecológicos— que permitan reconstruir la historia de un ecosistema o comunidad determinada en un lugar específico.

HITOS DEL CUATERNARIO: PRINCIPALES CAMBIOS BIOLÓGICOS DE NORTE A SUR

En Chile existen registros paleoecológicos numerosos y diversos. Se pueden catalogar en cuatro tipos diferentes:

1) Fósiles de vertebrados,
2) Paleopalinológicos (el estudio del polen preservado en sedimentos de lagos y turberas),
3) Dendrocronológicos (anillos de árboles), y
4) Paleomadrigueras de roedores (método utilizado en las zonas áridas del país).

Últimamente, los estudios de paleoADN, aún pioneros en Chile, están tomando cada vez más relevancia, tanto por su potencial de identificación de flora y fauna como por la información filogeográfica y de genética de poblaciones (Kuch y otros, 2002; Hadly y otros, 2004).

Norte

Estudios paleoclimáticos realizados en el Altiplano indican la presencia de una fase muy húmeda a finales del Pleistoceno. Extensos "paleolagos" existieron entre hace 14.000 y 9.000 años (a.p.) (Geyh y otros, 1999; Grosjean y Núñez, 1994; Grosjean y otros, 2001). Sin embargo, datos concretos sobre los impactos que tuvieron estas fluctuaciones climáticas sobre la vegetación del desierto eran prácticamente inexistentes hasta comienzos del presente milenio (Betancourt y otros, 2000). Esto fue remediado mediante el estudio de paleomadrigueras de roedores: acumulaciones de fecas, restos vegetales, huesos y atropados encasillados en una matriz de orina. Estos depósitos, preservados por miles de años al abrigo de cuevas y aleros, han sido encontrados en todas las zonas áridas del mundo y son comunes en zonas rocosas del desierto de Atacama (Betancourt y Saavedra, 2002). Fechados de radiocarbono (^{14}C) realizados sobre paleomadrigueras en el Atacama indican una abundancia de estos depósitos en el lapso comprendido entre los 14.000 y 10.000 años cal a.p., pero existen algunos que presentan edades "infinitas" (superiores a 50.000 años, más allá del rango del método de ^{14}C) (Latorre y otros, 2002; Maldonado y otros, 2005). A la fecha, los principales resultados indican que al norte de los 25ºS, fuertes aumentos en la precipitación estival en hasta dos o tres veces la cantidad actual produjeron desplazamientos altitudinales y latitudinales de especies vegetales. Estos aumentos se produjeron principalmente entre los 13.800 y 9.500 años cal a.p., con eventos menores entre los 7.500 y 6.000 y los 4.500 y 3.000 años cal a.p. (Latorre y otros, 2002; Latorre et al. 2003). Muchas especies de gramíneas de la estepa alto-andina descendieron hasta 1.000 metros hacia el margen del desierto absoluto, formando ahí una comunidad vegetal que en momentos llegó a tener una riqueza de especies entre cinco y seis veces superior que la actual.

Al sur de los 25ºS, un registro de polen preservado en paleomadrigueras de Quebrado del Chaco (25º30'S) indica que la principal fase pluvial fue más temprana, entre 25.000 y 15.000 años cal a.p., y de lluvias invernales (vientos del oeste). La fase entre 13.800 y 9.500 años está presente, pero sólo a mayor altura (3.500 msnm) (Maldonado y otros, 2005). Para mayor detalle existe un resumen reciente de estos trabajos en Latorre y otros (2005).

Registros de paleomadrigueras aún no existen para la zona semiárida (Norte Chico) del país (28 a 32ºS). Aquí los impactos producidos por fluctuaciones en la banda de los vientos del oeste fue probablemente mucho mayor y la biota de la zona es actualmente muy sensible a los incrementos en las precipitaciones asociadas a los eventos El Niño (Gutiérrez y Meserve, 2003; Lima y otros, 2002). La presencia en esta región de numerosos relictos biogeográficos, como el bosque de Fray Jorge, aún siguen generando debates en torno a la importancia de las fluctuaciones climáticas del Cuaternario, tanto por los incrementos de humedad asociados a la expansión y mantención de estos relictos como por fases de mayor aridez, que provocarían su retracción o colapso (Villagrán y otros, 2004; Hinojosa y otros, 2006). Polen extraído del perfil del sitio arqueológico en Quereo registra un aumento de las condiciones de aridez a partir de 9.370 años cal a.p. (Villagrán y Varela, 1990). Registros de polen preservados en bosques pantanosos presentes en la costa a los 32ºS muestran una alta variabilidad climática para los últimos 6.200 años cal a.p. (Maldonado, 1999; Maldonado y Villagrán, 2002). Los bosques mismos (caracterizados por especies arbóreas de mirtáceas) comenzaron a expandirse en torno a los 4.200 años cal a.p., principalmente debido a un aumento de la precipitación. Sin embargo, esta expansión fue interrumpida por una pronunciada fase árida que culminó entre 1.800 y 1.300 años cal a.p., tras la cual se estableció el actual clima.

Centro

Entre los registros mejor conocidos en Chile central se encuentra el estudio paleopalinológico de Tagua Tagua (34º30'S) (Heusser, 1990b; Valero-Garcés y otros, 2005). Este es uno de los pocos registros paleoecológicos continentales en Chile que abarca más de 50.000 años de manera continua. Destaca la presencia de polen de *Nothofagus* tipo *dombeyi* y *N*. tipo *oblicua* entre 50.000 y 35.000 años y 28.000 y 11.500 años cal a.p. Esto sugiere condiciones considera-

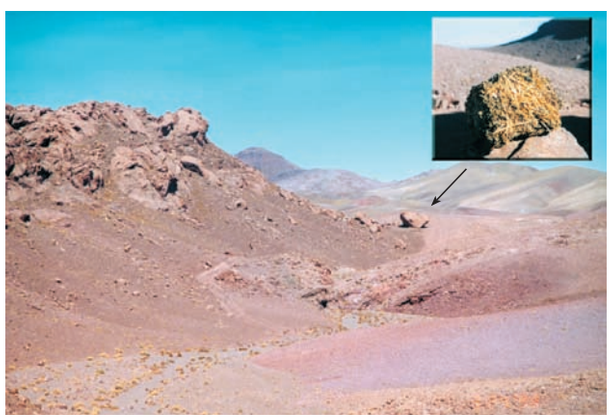
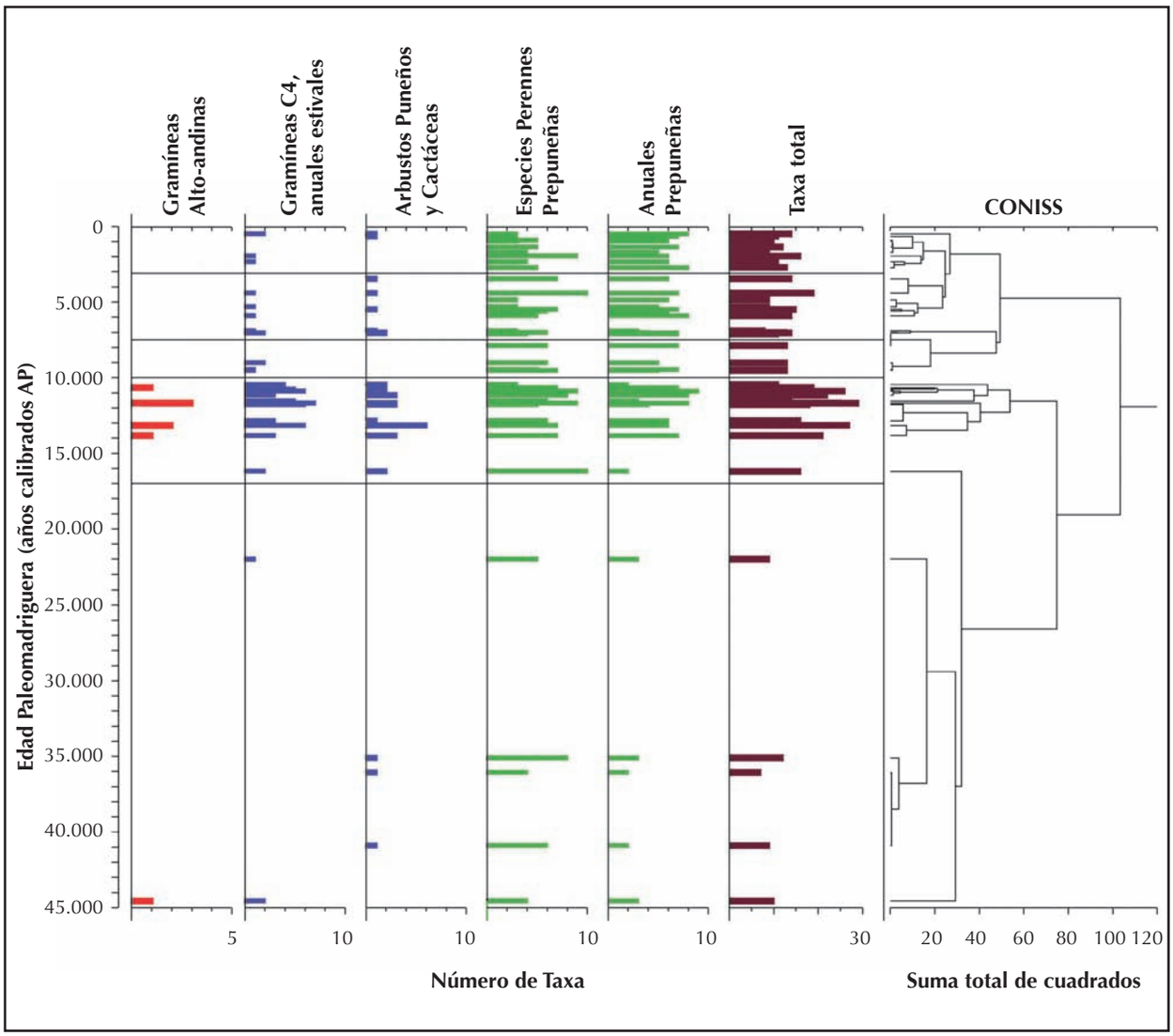


Figura 1: **Cordón de Tuina, II Región, 3.100 metros, sitio con presencia de paleomadrigueras. Inserto: Paleomadriguera hecha por vizcachas hace 10.000 años repleta de especies de gramíneas ausentes hoy en el lugar.** Foto: Julio Betancourt.



Macrofloras: cambio vegetacional durante los últimos 45.000 años en la II Región, al sur de salar de Atacama.

blemente más frías y húmedas que las actuales, contrastando con los lapsos entre 35.000 y 28.000 años cal a.p. y los últimos 10.500 años, en los cuales disminuyen los taxa arbóreos, siendo reemplazados por quenopodiáceas y gramíneas.

Existen estudios de alta resolución cronológica para los últimos 7.500 años cal a.p. en laguna de Aculeo (33°50'S) (Jenny y otros, 2003; Villa-Martínez y otros, 2003). Una fase de aridez severa (con ausencia de polen y presencia de evaporitas) ha sido documentada entre más de 7.500 y 5.700 años cal a.p. Un aumento paulatino de la humedad ocurrió a partir de los 5.700 años cal a.p., con un cambio litológico pronunciado en el testigo (desde evaporitas a limos) y aparición de taxa arbóreos y acuáticos. El registro indica que el clima mediterráneo actual fue establecido en torno a los 3.200 años cal a.p., momento en el cual el lago llega a su nivel actual. Sin embargo, este período además está caracterizado por fluctuaciones fuertes y persistentes tanto en la sedimentología como en el influjo (la tasa de acumulación) de polen atribuidos a grandes eventos de El Niño (Villa-Martínez y otros, 2004).

Sur

Sin lugar a duda, la mayor cantidad de información paleoecológica proviene del sur de Chile, en particular de la X Región. En gran parte esto se debe tanto a la abundancia de sitios factibles de ser estudiados mediante métodos polínicos —lagos, turberas— como por los trabajos pioneros de Calvin Heusser (Heusser 1981, 1984, 1990a, 2003; Heusser y Streeter, 1980) y Carolina Villagrán (Villagrán, 1988, 1991, 1995). Estos y otros trabajos se han centrado primero en reconstruir la historia de colonización postglacial de la zona y últimamente han dado paso a estudios de muy alta resolución cronológica (medido en décadas) para abordar preguntas tanto sobre sincronía hemisférica de eventos climáticos desde la última terminación glacial hasta la importancia del fuego en la estructuración de la vegetación (Moreno, 1997; Moreno y otros, 2001; Abarzúa y otros, 2004).

A diferencia del resto del país, el sur de Chile fue cubierto en gran parte por glaciares que, de la mitad de Chiloé (42°30'S) al sur, llegaron hasta el mar. Esta gran masa de hielo llegó a tener entre 500 y 1.500 metros de espesor, lo que

provocó una fuerte sombra de lluvias hacia el este (Hulton y otros, 2002; Hubbard y otros, 2005). La presencia de este hielo implicó que gran parte de la biota que hoy predomina en la zona se refugió en la cordillera de la Costa, la que, en consecuencia, presenta la mayor diversidad y endemismo para la flora arbórea de Chile (Villagrán y Hinojosa, 1997). En la X Región, múltiples registros polínicos (Moreno, 1997, 2000, 2004; Moreno y otros, 2001) indican condiciones glaciales extremas de entre 24.000 y 17.700 años cal a.p. La deglaciación comenzó en torno a los 17.700 años cal a.p. con la llegada del bosque norpatagónico. Luego, la llegada de taxa resistentes a condiciones más húmedas y frías ocurrió en torno a los 15.000 y 13.500 años cal a.p. El período más cálido y seco fue marcado por una abrupta expansión de taxa valdivianos en la zona, en particular *Eucryphia/Caldcluvia* seguido por un clima más húmedo y frío entre los 7.500 y 5.500 años cal a.p. y el establecimiento del mosaico actual de bosque mixto norpatagónico/ valdiviano a partir de los 5.000 años cal a.p.

En la XI Región la vegetación muestra cambios mucho menos pronunciados. La llegada del bosque se produjo en torno a los 17.500 años cal a.p. seguido por cambios mucho menores en cuanto a cobertura y dinámica de recambios (Bennett y otros, 2000). Esto en parte puede deberse tanto a una menor sensibilidad térmica de la vegetación, hoy característica de la zona, como a la presencia de diferentes regímenes climáticos (Moreno y otros, 2001). Para mayores detalles se sugiere el resumen de la región realizado por Heusser (2003).

DOS DIRECCIONES FUTURAS

Cabe señalar que probablemente los primeros estudios paleoecológicos fueron sobre los hallazgos más vistosos: los fósiles de vertebrados. En su gran mayoría se trata de estudios taxonómicos y descriptivos, sobre todo de nuevos hallazgos. Sin embargo, cada vez se obtiene una cantidad mayor de información paleoambiental y contextual de estos hallazgos. El mejor ejemplo de esto fue un estudio de macrorrestos vegetales estudiados a partir de fecas de *Mylodon darwini*, preservados de manera intacta por hasta 16.000 años en la Cueva del Milodon o Gruta Fell, los que han permitido inferir que estos edentados estaban asociados a un ambiente de estepa fría y húmeda parecido a las tundras magallánicas en un sector hoy dominado por lenga (*Nothofagus pumilio*) (Moore 1978). Este grupo de edentados ha recibido mucho interés reciente al hacerse factible la extracción de ADN a partir de coprolitos fosilizados (Hofreiter y otros, 2000, 2003). Estos estudios agregan una nueva dimensión a lo que conocemos en materia de diversidad biológica para el Cuaternario tardío.

Un último aspecto es la importancia de desarrollar registros paleoecológicos de mayor antigüedad en nuestro país. Actualmente lo que mejor conocemos es la última transición glacial-interglacial y el Holoceno. Sin embargo son muy pocos los registros más antiguos y los que llegan al penúltimo interglacial —entre 100 y 110.000 años atrás— son hoy inexistentes. Un estudio reciente (Villagrán y otros, 2004b) sobre restos de bosques de alerce parcialmente enterrados en los márgenes del mar interior de Chiloé traen a colación la importancia que tiene para la biota no sólo los interestadiales —períodos levemente más cálidos durante la última glaciación—, sino también el nivel del mar considerablemente menor (hasta 150 metros más bajo que el nivel actual) asociado al mayor volumen de hielo global (Lambeck y otros, 2002).

Bibliografía

Abarzúa, A.M., C. Villagrán & P.I. Moreno. 2004. "Deglacial and postglacial climate history in east-central Isla Grande de Chiloé, southern Chile (43ºS)". Quaternary Reseach, 62: 49-59.

Bennett, K.D., S. Haberle & S.H lumley. 2000. "The last glacial-Holocene transition in southern Chile". Science 290: 325-328.

Betancourt, J.L., C. Latorre, J. Rech, J. Quade & K.A. Rylander. 2000. "A 22,000-yr record of monsoonal precipitation from northern Chile's Atacama Desert". Science 289: 1546-1550.

Betancourt, J.L. & B. Saavedra, 2002. "Paleomadrigueras de roedores, un nuevo método paleoecológico para el estudio del Cuaternario en zonas áridas en Sudamérica". Revista Chilena de Historia Natural, 75: 527-546.

Bradley, R.S. 1999. Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary. Second ed. Academic Press, San Diego.

Geyh, M.A., M. Grosjean, L. Núñez & U. Schotterer. 1999. "Radiocarbon reservoir effect and the timing of the late-Glacial/Early Holocene humid phase in the Atacama desert (northern Chile)". Quaternary Research 52: 143-153.

Gradstein, F.M. & J.G. OGG. 2004. "Geologic Timescale 2004 – Why, How, and Where Next!" Available online at http://www.stratigraphy.org/scale04.pdf. In:

Gradstein, F.M., J.G. OGG & A.G. Smith (eds.). 2004. A Geologic Timescale 2004. Cambridge University Press.

Grosjean, M. & L.A. Núñez. 1994. "Lateglacial, Early and Middle Holocene environments, human occupation, and resource use in the Atacama (Northern Chile)". Geoarchaeology, 9: 271-286.

Grosjean, M., J.F.N. van Leeuwen, W.O. van der Knaap, M.A. Geyh, B. Ammann, W. Tanner, B. Messerli, L.A. Núñez, B.l. Valero-Garcés & H. Veit. 2001. "A 22,000 ^{14}C year BP sediment and pollen record of climate change from Laguna Miscanti (23ºS), northern Chile". Global and Planetary Change, 28: 35-51.

Gutiérrez, J.R. & P.L. Meserve. 2003. "El Niño effects on soil seed bank dynamics in north-central Chile". Oecologia, 134: 511-517 DOI 510.1007/s00442-00002-01156-00445.

Hadly, E.A., U. Ramakrishnan, Y.L. Chan, M. Van Tuinen & K. O'Keefe (2004) "Genetic response to climatic change: Insights from ancient DNA and phylochronology". PLoS Biology, 2: 290.

Heusser, C.J. & S.S. Streeter. 1980. "A temperature and precipitation record of the past 16,000 years in southern Chile". Science, 210: 1345-1347.

Heusser, C.J. 1981. "Palynology of the last interglacial-glacial cycle in midlatitudes of southern Chile". Quaternary Research, 16: 293-321.

Heusser, C.J. 1984. "Late-glacial-Holocene climate of the Lake District of Chile". Quaternary Research, 22: 77-90.

Heusser, C.J. 1990a. "Chilotan piedmont glacier in the Southern Andes during the last glacial maximum". Revista Geológica de Chile, 17: 3-18.

Heusser, C.J. 1990b. "Ice age vegetation and climate of subtropical Chile". Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 80: 107-127.

Heusser, C.J. 2003. Ice Age in the Southern Andes: A Chronicle of Paleoecological Events. Elsevier B.V., Amsterdam.

Hinojosa, L.F. & C. Villagrán. 2005. "Did South American Mixed Paleofloras evolve under thermal equability or in the absence of an effective Andean barrier during the Cenozoic?" Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 217: 1-23.

Hofreiter M., H.N. Poinar, W.G. Spaulding, K. Bauer, P.S. Martin,

G. Possnert & S. Paabo. 2000. "A molecular analysis of ground sloth diet through the last glaciation". Molecular Ecology, 9: 1975-1984.

Hofreiter M., J.L. Betancourt, A. Pelliza Sbriller, V. Markgraf & H.G. Mcdonald. 2003. "Phylogeny, diet, and habitat of an extinct ground sloth from Cuchillo Curá, Neuquén Province, southwest Argentina". Quaternary Reseach, 59: 364-378.

Hubbard A., M.R. Kaplan, N.R.J. Hulton & N. Glasser. 2005. "A modelling reconstruction of the late glacial maximum ice sheet and its deglaciation in the vicinity of the Northern Patagonian Icefield, South America". Geografiska Annaler, Series A – Physical Geography, 87: 375-391.

Hulton N.R.J., R.S. Purversa, R.D. Mcculloch, D.E. Sugden & M.J. Bently. 2002. "The Last Glacial Maximum and Deglaciation in southern South America". Quaternary Science Reviews: 233-241.

Jackson S.T. & J.W. Williams. 2004. "Modern analogs in Quaternary Paleoecology: Here Today, Gone Yesterday, Gone Tomorrow?" Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 32: 495-537.

Jenny B., D. Willhelm & B. Valero-Garcés. 2003. "The southern westerlies in Central Chile: Holocene precipitation estimates based on a water balance model for Laguna Aculeo (33°50'S)". Climate Dynamics, 20: 269-280.

Kuch M., N. Rohland, J. Betancourt, C. Latorre, S. Steppan & H. Poinar. 2002. "Molecular analysis of an 11,700-year old rodent midden from the Atacama Desert, Chile". Molecular Ecology, 11: 913-924.

Lambeck K., T.M. Esat & E-K. Potter. 2002. "Links between climate and sea levels for the past three million years". Nature, 419: 199-206.

Latorre C., J.L. Betancourt, K.A. Rylander & J. Quade. 2002. Vegetation invasions into Absolute Desert: "A 45,000-yr rodent midden record from the Calama-Salar de Atacama Basins, northern Chile (22-24ºS)". Geological Society of America Bulletin, 114: 349-366.

Latorre C., J.L. Betancourt, K.A. Rylander, J. Quade & O. Matthei. 2003. "A vegetation history from the arid prepuna of northern Chile (22-23ºS) over the last 13,500 years". Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 194: 223-246.

Latorre C., J.L. Betancourt, J.A. Rech, J. Quade, C. Holmgren, C. Placzek, A. Maldonado, M. Vuille & K.A. Rylander. 2005. "Late Quaternary history of the Atacama Desert". En Smith M. & P. Hesse (eds.) 23ºS: The Archaeology and Environmental History of the Southern Deserts: 73-90. National Museum of Australia Press, Canberra, Australia.

Lima M., N.C. Stenseth & F.M. Jaksic. 2002. "Food web structure and climate effects on the dynamics of small mammals and owls in semi-arid Chile". Ecology Letters, 5: 273-284.

Maldonado A. 1999. "Historia de los bosques pantanosos de la costa de Los Vilos (IV Región, Chile) durante el Holoceno medio y tardío". En: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad de Chile, Santiago, p. 79.

Maldonado A. & C. Villagrán. 2002. "Paleoenvironmental changes in the semiarid coast of Chile (~32ºS) during the last 6200 cal years inferred from a swamp-forest pollen record". Quaternary Research 58: 130-138.

Maldonado A., J.L. Betancourt, C. Latorre & C. Villagrán. 2005. Pollen analyses from a 50 000-yr rodent midden series in the southern Atacama Desert (25°30'S)". Journal of Quaternary Science, 20: 493-507. DOI: 410.1002/jqs.1936.

EPICA Members. 2004. "Eight glacial cycles from an Antarctic ice core". Nature, 429: 623-628.

Moore D.M. 1978. "Post-glacial vegetation in the South Patagonian territory of the giant ground sloth, *Mylodon*". Botanical Journal of the Linnean Society, 77: 177-202.

Moreno P.I. 1997. "Vegetation and climate near Lago Llanquihue in the Chilean Lake District between 20 200 and 9500 ^{14}C yr B.P.". Journal of Quaternary Science, 12: 485-500.

Moreno P.I. 2000. "Climate, fire, and vegetation between about 13,000 and 9,200 ^{14}C yr B.P. in the Chilean lake district". Quaternary Research, 54: 81-89.



Moreno P.I., G.L. Jacobson J.R.., T.V. Lowell & G.H. Denton. 2001. "Interhemispheric climate links revealed by a late-glacial cooling episode in southern Chile". Nature, 409: 804-808.

Moreno P.I. 2004. "Millennial-scale climate variability in northwest Patagonia over the last 15 000 yr". Journal of Quaternary Science 19: 35-47, DOI: 10.1002/jqs.1813.

Villagrán C. 1988. "Late Quaternary vegetation of southern Isla Grande de Chiloe, Chile". Quaternary Research. 29: 294-306.

Villagrán C. & J. Varela. 1990. "Palynological evidence for increased aridity on the central Chilean coast during the Holocene". Quaternary Research, 34: 198-207.

Villagrán C. 1991. "Historia de los bosques templados del Sur de Chile durante el Tardiglacial y Postglacial". Revista Chilena de Historia Natural, 64: 447-460.

Villagrán C. 1995. "El Cuaternario en Chile: Evidencias de Cambio Climático". En Argollo J. & P. Mourguiart (eds.) Cambios Cuaternarios en América del Sur: 191-214. Orstom- Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, La Paz, Bolivia.

Villagrán C. & L.F. Hinojosa. 1997. "Historia de los bosques del sur de Sudamérica II: análisis fitogeográfico". Revista Chilena de Historia Natural, 70: 241-267.

Villagrán C., J.J. Armesto, L.F. Hinojosa, J. Cuvertino, C. Pérez & C. Medina. 2004a. "El Enigmático Origen del Bosque Relicto de Fray Jorge". En Squeo F.A., J.R. Gutiérrez e I.R. Hernández (eds.). Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge: Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, pp. 1-42.

Villagrán C., A. León & F.A. Roig. 2004b. "Paleodistribución del alerce y ciprés de las Guaitecas durante períodos interestadiales de la Glaciación Llanquihue: provincias de Llanquihue y Chiloé, Región de Los Lagos, Chile". Revista Geológica de Chile, 31: 133-151.

Villa-Martínez R., C. Villagrán & B. Jenny. 2003. "The last 7500 cal yr B.P. of westerly rainfall in Central Chile inferred from a high-resolution pollen record from Laguna Aculeo (34ºS)". Quaternary Reseach, 60: 284-293.

Villa-Martínez R., C. Villagrán & B. Jenny. 2004. "Pollen evidence for late Holocene climate variability at Laguna de Aculeo, Central Chile (lat. 34ºS)". The Holocene, 14: 361-367.

Wilf P., N.R. Cúneo, K.R. Johnsen, J.F. Hicks, S.L. Wing & J.D. Obradovich. 2003. "High Plant Diversity in Eocene South America: Evidence from Patagonia". Science, 300: 122-125.

Páginas siguientes: **La diversidad biológica en Chile, resultado de millones de años de evolución, presenta características singulares, especialmente por su alto valor endémico. La variedad geográfica de nuestro territorio, donde conviven montañas, valles y climas únicos en el mundo, genera un espacio con una gran riqueza ecosistémica. La fotografía muestra la zona inmediata al norte del Parque Nacional Pan de Azúcar, Región de Atacama.** Foto: Andrés Morya.

Abajo: **Como efecto de la última glaciación, los hielos cubrieron toda la cordillera andina al sur del paralelo 38, alterando sustantivamente la diversidad biológica de nuestro país. Los glaciares cubren todas las montañas y avanzan cuesta abajo generando una fuerte erosión. Cuando los glaciares se retiran, derretidos, quedan profundas depresiones en forma de U. Las aguas que no pueden escurrir quedan atrapadas, formando lagos cordilleranos. Hacia el fondo se observa la cordillera de Darwin, Región de Magallanes y la Antártica Chilena.** Foto: Nicolás Piwonka.







LA BIODIVERSIDAD EXTINTA DE CHILE

JHOANN CANTO H. Y DANIEL FRASSINETTI

La palabra fósil, que deriva del latín *fossilis*, fue empleada por Plinio (23-79 d.C.) para designar los objetos enterrados. En la actualidad, se refiere a evidencias de la vida en el pasado geológico, que presentan una estructura de origen biológico y que se han conservado en las rocas de la corteza.

Los restos fósiles constituyen la prueba directa de la presencia de distintas formas de vida que han existido en nuestro planeta, remontándose los más antiguos a unos 3.000 millones de años. Este gran rango de tiempo posibilitó la evolución de millones de formas de vida, que algunos autores (Raup, 1992) estiman entre 5 y 50 billones, la mayoría hoy extintas; algunos linajes sobrevivieron casi sin cambios, mientras que otros evolucionaron y dieron origen a la actual biodiversidad.

La biodiversidad extinta o paleobiodiversidad en nuestro país es rica y variada, pero desconocida en su conjunto por la falta de especialistas y estudios continuos. La primera mención documentada que se conoce sobre fósiles de invertebrados en Chile es realizada por Degenhardt en 1839 sobre un bivalvo denominado *Pecten alatus*, procedente de Copiapó (figura 1). Para el caso de los vertebrados, la primera mención es realizada por Wyman en 1855 y se refiere a los restos de *Mastodon andium*, una forma muy similar a los actuales elefantes, pero mucho más robusta (figura 2). Hacia 1887, Philippi en su obra *Los fósiles terciarios i cuartarios de Chile* presenta las primeras descripciones de faunas fósiles de invertebrados y vertebrados, siendo este trabajo el primer catálogo de fósiles para nuestro país. Con posterioridad, se efectúan varios trabajos aislados sobre otros grupos de fósiles, ampliando el conocimiento a nivel nacional.

Si bien estos aportes han sido escasos, para dimensionarlos considérese que entre 1855 y 1980 se publicaron solamente 44 trabajos sobre vertebrados fósiles, con un total de 429 páginas (Frassinetti, 1982). Sólo en 1980, gracias al trabajo de investigadores como Manuel Tamayo y Daniel Frassinetti, se dispuso de un catálogo completo de las faunas de mamíferos actuales y fósiles de Chile, constituyéndose en un estudio de importancia al revisar también los aspectos de la nomenclatura utilizada sobre los materiales fósiles de mamíferos descubiertos en el país. Sin embargo, a pesar de que los mamíferos son el grupo mejor conocido, también existen importantes estudios sobre otros grupos de vertebrados fósiles.

El estudio de los peces fósiles ha resultado fecundo gracias a los aportes de la investigadora Gloria Arratia, así como numerosos trabajos en colaboración con otros autores (Arratia y Cione, 1996). Para el caso de los dinosaurios, los primeros trabajos para este grupo son de Casamiquela y Fasola (1968), Casamiquela et al. (1969), Casamiquela (1970), Chong y Gasparini (1976), Chong (1985) y Rubilar (2003).

En las aves fósiles, los trabajos se reducen a una menor cantidad, destacando entre los primeros reportes el trabajo de Wall et al. (1991) y Alvarenga (1995). Posteriormente, otros autores como Walsh y Hume (2001), Acosta Hospitaleche y Canto (2005) y Acosta Hospitaleche et al. (2005) han ampliado el conocimiento de este grupo.

Para el grupo de los mamíferos la información existente es más amplia, debido fundamentalmente a la mayor cantidad de personas que han trabajado en torno a este grupo taxonómico y el conocimiento del mismo. Es necesario señalar los valiosos aportes de autores como Philippi (1887), Gigoux (1899, 1913), Oliver Schneider (1926, 1935), Donoso Barros (1975), Tamayo y Frassinetti (1980) y Casamiquela (1999).

Otros linajes, como los anfibios y reptiles fósiles —excepto dinosaurios y formas marinas—, son casi desconocidos para Chile, salvo por algunos trabajos (Núñez et al. 2005). Esta situación posiblemente obedece a la ausencia de trabajos de terreno y a la falta de especialistas en esta materia. Para los reptiles marinos en Chile, sólo existen algunos trabajos que inicialmente fueron desarrollados por Philippi en 1887; posteriormente, otros nuevos registros fueron señalados por Gasparini y Chong en 1977.

Es necesario aclarar que para esta breve reseña los invertebrados fósiles se abordarán de forma muy superficial, ya que dada la inmensa cantidad de especies que existen en Chile y que sobradamente justifican un capítulo propio, hacen imposible asumir tal tarea de manera responsable;

Página derecha: **Costa cerca de Totoral, Copiapó. El proceso de fosilización se prolonga durante miles de años y se produce en determinadas condiciones físicas y químicas. El resto orgánico del ser vivo debe depositarse en un área de sedimentación que no sufra graves alteraciones posteriores, de modo que los compuestos minerales desplacen a la materia orgánica, que generalmente termina por ser completamente transformada en sílice o carbonato cálcico. En la imagen, resto fósil de un diente de tiburón.** Foto: Nicolás Piwonka.



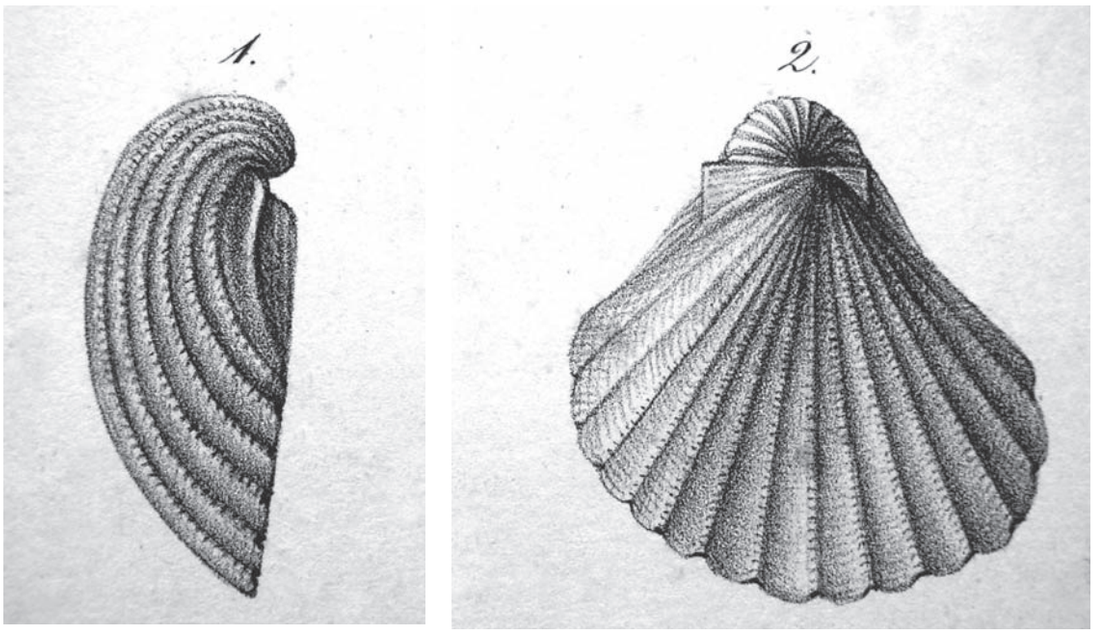


Figura 1: **Ilustración del primer fósil reportado para Chile, *Pecten alatus*, en la obra dirigida por A. Humboldt.**

sin embargo, es necesario indicar que este grupo en su conjunto es uno de los mejores documentados en nuestro país, tanto en los aspectos de la sistemática como la geocronología, contribuyendo en gran manera a comprender en mejor forma las condiciones ambientales que existían en Chile en las diferentes épocas geológicas.

En forma introductoria los invertebrados en Chile presentan una enorme riqueza de fósiles que se remontan a partir del Ordovícico (hace unos 500-450 millones de años), representado por formas de graptolites y braquiópodos (Cecioni, 1979; Pérez, 1985; González et al. 2007). Sin embargo los grupos más conocidos están representados por los Ammonites, que abarcan, en Chile desde el Triásico al Cretácico.

Dentro de esta diversidad de invertebrados fósiles de Chile, los del Terciario (los últimos 50 millones de años) son de especial interés para dilucidar parte de las condiciones paleoambientales y además la posibilidad de inferir las tasas de recambio evolutivo que experimentaron estos fósiles.

De este conjunto de fósiles, los moluscos del Neógeno son fundamentales al momento de comprender aspectos paleoclimáticos (como el comienzo del desarrollo de la corriente de Humboldt) y las relaciones biogeográficas de los diferentes grupos de invertebrados y vertebrados, a partir del Mioceno medio y especialmente de los mamíferos acuáticos, permitiendo comprender la evolución de estos grupos en zonas geográficas de latitudes menores en el Pacífico (Perú) o a nivel de Océano Atlántico (Argentina).

PRINCIPALES GRUPOS DE FAUNAS FÓSILES

Por muchos años, la visión del patrimonio paleontológico en Chile se ha enmarcado en la idea de una pobreza de restos fósiles de vertebrados para el territorio chileno, dada por las condiciones propias de la geología existentes desde el Cretácico hasta el presente, cuya principal característica está representada por un constante desplazamiento de los diferentes sedimentos a lo largo de millones de años. Esta condición ha ocasionado un redepósito continuo de los fósiles de diferentes faunas, por lo que se observan altamente desarticulados y fragmentados, existiendo sólo en condiciones muy excepcionales ejemplares articulados o semiarticulados y conservados *in situ*, sin retrabajo, como ha sido observado en algunas áreas del norte de Chile (entre otras, Calama). A pesar de esta situación, en los últimos años, gracias al trabajo de campo, están siendo descubiertos nuevos materiales, que aunque fragmentarios permiten comenzar a desarrollar algunas hipótesis sobre la evolución y la historia biogeográfica de varias formas de vertebrados que habitaron en nuestro territorio.



Figura 2: **Ilustración de los restos fósiles de *Mastodon andium*, presentada en el trabajo de Wyman 1855.**

Los peces (Figura 3)

Este grupo de vertebrados es de antigua presencia en nuestro país, en lo referido a su edad geológica. Sus primeros registros se remontan al Jurásico tardío (Oxfordiano), es decir, unos 163 millones de años atrás. Los géneros descritos para Chile son casi todos procedentes de la zona norte de nuestro país. Sin mencionar aquellas formas conferidas a un grupo taxonómico de mayor determinación, bordean las 24 especies, de las cuales 18 son de hábitat marino, mientras que las restantes son de ambientes dulceacuícolas (Arratia y Cione, 1996). En los últimos años, el número de especies fósiles se ha incrementado gracias a nuevos trabajos de campo en diferentes puntos del país.

Los reptiles (Figuras 4 y 5)

Dentro de este linaje, los hallazgos se concentran principalmente en el registro de restos de dinosaurios, representados por restos óseos parciales y huellas de diferentes tipos. Además, se registran reptiles marinos, principalmente plesiosaurios, ictiosaurios y cocodrilos.

Los trabajos de investigación desarrollados en los últimos años por Moreno y Rubilar (1997), Moreno et al. (2000), Rubilar et al. (2000) y Rubilar (2003) han ampliado y ordenado el conocimiento existente de los dinosaurios, señalando, principalmente, la presencia de grandes formas representantes de los titanosaurios. En aquellos linajes marinos, los trabajos realizados por Gasparini y Chong (1977) han permitido describir los primeros Crocodilia (formas similares a los cocodrilos) para la zona de Antofagasta. También se han reportado los restos de formas de ictiosaurios en el sector del Parque Nacional Torres del Paine (Schultz et. al., 2003) y una gran cantidad de restos de plesiosaurios en varios puntos del país (Gasparini, 1985).

Un dato interesante lo aporta Desojo (1993) en sus investigaciones sobre una forma de aetosaurio, *Chilenosuchus forttae*, que ha permitido confirmar que esta especie sería uno de los vertebrados más antiguos registrados para Chile, ya que proviene de estratos del Triásico, o sea, habitó nuestro territorio hace unos 250 millones de años.

Estos registros totalizan un mínimo de nueve formas de reptiles fósiles descubiertos para Chile, los que se agrupan en aetosaurios, saurópodos, ornitópodos, plesiosaurios, cocodrilos e Ictiosaurios.

Las aves (Figuras 6 y 7)

El registro de aves en Chile es incipiente. Las especies fósiles descubiertas en el país están agrupadas en tres grandes categorías: pelecaniformes, gaviiformes y sphenisciformes. Los restos fósiles de la forma pelecaniformes proceden de Caldera, Malleco y Mejillones, mientras que los gaviiformes (*Neogaeomis wetzeli*) han sido registrados en Concepción (Tambussi y Noriega, 1996). Sin embargo, los restos más abundantes proceden de la formación Bahía Inglesa, Caldera (sitio de una edad que abarca entre 3 a 12 millones de años) y corresponden a restos fósiles de distintos géneros de pingüinos (Sphenisciformes) y otras familias de aves costeras tales como Sulidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae y Diomedeidae (Alvarenga, 1995; Walsh y Hume, 2001; Acosta Hospitaleche et al., 2002).

Si bien el conocimiento de este grupo es menor, representa un linaje que se desarrolló ampliamente en Chile. Sin duda, nuevos descubrimientos contribuirán a incrementar la paleodiversidad de este grupo, como lo indican los recientes hallazgos realizados en el norte (Acosta Hospitaleche y Canto, 2005).

Los mamíferos (Figuras 8, 9 y 10)

Los descubrimientos de mamíferos fósiles en Chile han sido, en la mayoría de los casos, fortuitos. No obstante, sin duda constituyen los vertebrados chilenos mejor representados.

A pesar que la mayoría de los trabajos de vertebrados fósiles se han concentrado principalmente en aquellas faunas de mamíferos que habitaron entre el Pleistoceno y Holoceno, es decir, entre el último millón y medio de años y hasta hace unos 10.000 años, se observa en descubrimientos recientes que hay una serie de mamíferos fósiles de mayor antigüedad.

El período que representa el registro fósil más antiguo de mamíferos conocidos en Chile se remonta al Eoceno tardío – Ordovícico temprano (37 a 33 millones de años atrás). Reúne a varias Familias extintas: Archaeohyracidae Interatheriidae,

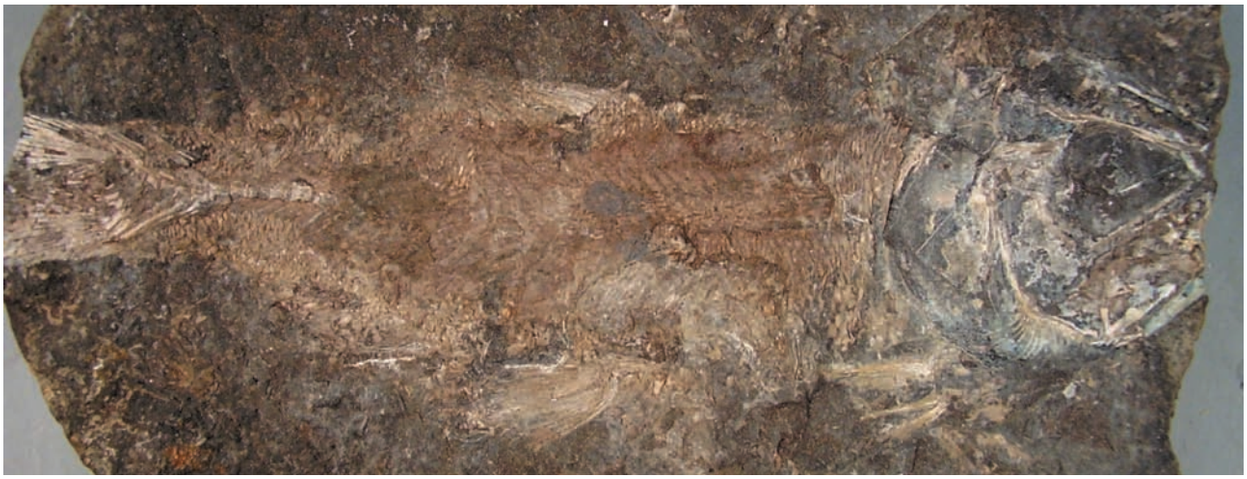


Figura 3: **Pez fósil, *Protoclupea chilensis*, depositado en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.**

Groeberiidae, Polydolopidae, Chinchillidae, Isotemnidae, Homalodotheriidae, Notohippidae y el Suborden Phyllophaga. Las características únicas de este ensamble de faunas ha permitido el establecimiento de una nueva edad biocronológica, SALMA (South American Land Mammals), denominada "Tinguiririense" (Flynn et al. 2003), nombre procedente del área geográfica de los descubrimientos de los restos fósiles, valle de Tinguiririca, yacimiento que abarca además el sector alto del río Cachapoal.

Otro hallazgo singular es el descubrimiento del primer primate fósil para Chile (*Chilecebus carraescoensis*), y sin duda constituye un importante descubrimiento, ya que abre numerosas interrogantes sobre este linaje y su relación paleogeográfica con el resto de las faunas de primates de Sudamérica (Flynn et al. 1995).

En el extremo austral (Región de Magallanes) se ha logrado determinar la presencia de grandes felinos representados por *Smilodon* sp. (Canto, 1991; Mol y Van Bree, 2003), *Panthera onca mesembrina* (Borrero et al. 1997) y osos, como es el caso de *Arctotherium* sp., lo que contribuye a incrementar la fauna de carnívoros fósiles (Prevosti et al. 2003) presentes en nuestro territorio.

En el caso de las formas de mamíferos que optaron por el medio marino, su presencia en el registro fósil ha proporcionado nuevos géneros: *Thalassocnus* sp. (Canto et al. 2002a), una especie de hábitos acuáticos perteneciente al orden Xenarthra, pero de pequeño tamaño (no superior a 30 o 40 kilos) en comparación con especies del mismo orden que sobrepasan la tonelada (*Megatherium medinae*).

En faunas de cetáceos (ballenas y delfines), los odontocetos (delfines) fósiles han mostrado una rica diversidad con el hallazgo de al menos dos géneros de la familia Pontoporiidae, también conocidos como delfines de río. Cabe destacar que esta familia es nueva en Chile (Canto et al. 2002a y b). También los cachalotes (Physeteroidea) presentan una amplia biodiversidad durante el Plioceno, como la atestiguan formas fósiles procedentes de la zona norte y centro-sur del país (Canto, 2007).

En las faunas de carnívoros marinos se han descubierto focas extintas, procedentes del norte de Chile (*Piscophoca* y *Acrophoca*), que eran sólo conocidas para el Perú (Walsh y Naish, 2002). Estos géneros se agrupan filogenéticamente en la misma Tribu que los que existen en la actualidad en el extremo austral del país (*Arcthocephalus*, *Hydrurga*) (Mckenna y Bell, 1997).

En términos de cantidad, en Chile existe el registro de al menos 51 familias de mamíferos con representantes fósiles, de las cuales 24 familias ya no existen, cifra que podría modificarse con los nuevos trabajos actualmente en desarrollo.

SOBREVIVENCIA DE LAS ESPECIES Y LA IMPORTANCIA DE SU PROTECCIÓN

El conocimiento de las faunas fósiles en sí se justifica por el hecho de ser un patrimonio propio de la nación. Pero, de la misma forma, el estudio de la historia paleontológica de cada linaje fósil permite comprender en mejor forma el desarrollo y la evolución de las actuales biotas. Esta información permite una mejor comprensión al momento de formular programas de conservación de las especies actuales. Este argumento se funda en la premisa que el registro fósil permite indagar sobre las condiciones paleoambientales en que vivieron y evolucionaron estas faunas, permitiendo estimar las causas ambientales que afectaron su evolución y eventualmente su declinación.

Es conocido que muchas especies han evolucionado en forma tan específica con el medio, que no logran adaptarse ante perturbaciones ambientales rápidas. Este fenómeno ha sido muy estudiado, por ejemplo, para las faunas fósiles de delfines de río, que habitaron durante el Mioceno y Plioceno en el norte de nuestro país, que se extinguieron sin dejar descendencia viva en nuestro territorio. En la actualidad este grupo predomina sólo en el Amazonas, pero totalmente distintas a las especies de río que habitaron Chile.



Figura 4: **Fotografía en que se observan las rastrilladas (huellas) de sauropodos, en las Termas del Flaco, VI Región.**

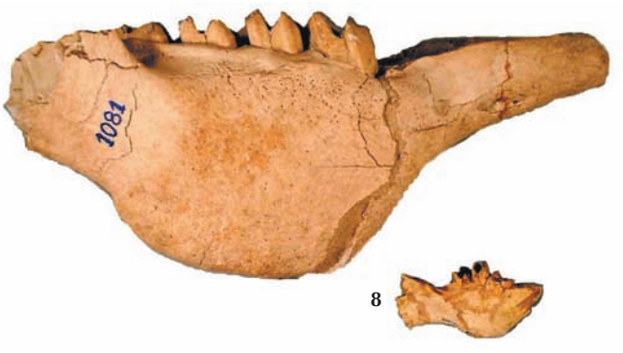


Figura 5: **Restos de plesiosauro (extremidad con forma de aleta) depositado en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.**



Figuras 6 y 7: **Cráneo fósil de ave. *Paleospheniscus* sp., y restos de la extremidad posterior (tarsometatarso derecho), depositados en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. Las imágenes no están a escala.**

Figura 8: **Mandíbulas de *Megatherium medinae* y *Thalassocnus* sp., depositados en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.**



EXTINCIÓN: EL CAMINO DE TODAS LAS ESPECIES Y EL ORIGEN DE OTRAS

Las palabras *extinción* y *fósil*, si bien tienen significados diferentes, representan casi lo mismo, ya que "todas las especies tarde o temprano se van a extinguir". De alguna forma, la evolución de las biotas está regulada por este proceso de extinciones y evolución de nuevas formas. En este contexto, la extinción nos enseña que los ecosistemas y las faunas presentan diferentes niveles de fragilidad y temporalidad.

Aquí lo interesante es señalar que la extinción "trabaja" en diferentes escalas, es decir, afecta a determinadas especies por cambios rápidos en su ambiente, que no son capaces de enfrentar. Por ejemplo, el caso de los grandes megaterios de finales del Pleistoceno, muestra que la concatenación de varios factores ambientales, tales como la modificación de los tipos de vegetación y clima, en unos pocos miles de años pueden extinguir un linaje completo o al menos reducirlo drásticamente. En este caso, se extinguieron completamente, quedando sólo formas muy pequeñas y distantes evolutivamente en Sudamérica. De igual forma, la existencia de primates fósiles en Chile revela que las condiciones ambientales han cambiado drásticamente, dado que no pudieron sobrevivir o establecerse como linaje en Chile.

Un caso diferente es el representado por los marsupiales, que tienen una amplia expresión fósil en nuestro país, con representantes vivos en la actualidad, lo que da cuenta que sus exigencias ambientales y sus estrategias de vida fueron y son diferentes a la de los mamíferos placentados.

Lo interesante de esto es comprender que muchas especies actuales se van a extinguir, es decir, desaparecer para siempre, por lo que nuestro conocimiento de sus restos fósiles —ya sea a nivel de género, familia u orden—, nos permite disponer de una idea global de su proceso evolutivo, permitiendo de esta forma comprender de manera más aproximada si una especie está camino a la extinción o qué tan particular es. Esto significa percibir que no todos los linajes poseen altos números de especies; por ejemplo, los manatíes (mamíferos acuáticos) están representados por pocas especies tanto en la actualidad y a nivel fosilífero, ya que su evolución siempre estuvo representada por muy pocas especies. En el caso de los roedores, tanto fósiles como especies actuales, siempre han sido numerosos, como así lo atestigua el registro fósil para Chile. En cambio, en otras faunas, como los felinos, se observa que en el registro fósil se presentan en Chile más especies que las existentes en la actualidad.

Todo lo anterior nos debe ampliar la mirada y hacer ver que la extinción es un proceso más común y natural de lo que pensamos, por lo que la valoración de cada especie es única por el solo hecho de existir.

MEGAFAUNA: EXTINCIONES PLEISTOCÉNICAS Y POBLAMIENTO HUMANO

Sin duda, nuestra especie (*Homo sapiens*) es dominante en el planeta, en cuanto a ocupación del territorio y desarrollo de tecnología. Esta condición es tema de debate en los últimos años, particularmente en el sentido de si somos o hemos sido los responsables de la extinción de especies y particularmente de la megafauna, es decir, de los mamíferos de una misma región, cuya masa en su estado adulto excede los 1.000 kilos (Fariña y Vizcaíno, 1995).

Al respecto, se ha señalado que el proceso de colonización de los primeros humanos modernos (50.000 años atrás), asociado al desarrollo de tecnología, como el uso de instrumentos de piedra (puntas de flecha) en los diferentes continentes, produjo un impacto significativo sobre las faunas respectivas, principalmente en los grupos de mamíferos que constituían sus presas.

Las pruebas sobre esto son variables. Por ejemplo, para Norteamérica existe sólida evidencia de extinciones de mamíferos por la acción de los primeros cazadores (Barnosky et al. 2004). Para Sudamérica, los datos no son contundentes; sin embargo, el tema no está resuelto, ya que existen argumentos en ambos sentidos (Fariña y Vizcaíno, 1995).

La importancia de este punto es fundamental para comprender cómo una especie puede llegar a modificar y destruir el entorno o directamente afectar a una o varias especies, de-



Figura 9: **Cráneo con defensas de mastodonte depositado en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.**

bido a sus patrones de conducta. En este contexto, somos responsables, ya que somos los únicos que tomamos conciencia de nuestro potencial como modificadores del ambiente. Por esto mismo, la comprensión de la extinción de la megafauna es crucial, ya que nos brinda la oportunidad de efectuar las correcciones necesarias, ante la potencial extinción de nuevas especies en la actualidad.

LA SEXTA EXTINCIÓN

Se reconocen cinco extinciones masivas en el planeta, desde la aparición de las primeras formas de vida. Sin duda, la ocurrida durante el Pérmico fue la más impactante ya que comprometió el 95 por ciento de las faunas marinas y terrestres.

La última extinción y la más conocida —durante el límite Cretácico/Terciario—, ocurrida hace unos 60 millones de años, y antes de la aparición de nuestra especie, es atribuida a un conjunto de eventos naturales, entre los que se incluye el supuesto choque de un meteorito, propuesto como uno de los principales agentes causales de la extinción de los dinosaurios.

En la actualidad, nuestra especie ha demostrado el poder de modificar sustancialmente el ambiente, incidiendo drásticamente también en el clima. Aunque no existen datos globales sino sólo estimaciones de las especies que se han extinguido en las últimas centurias, se estima que desde la Revolución Industrial hasta el presente unas 600 especies —entre animales y plantas— se han extinguido por la acción humana.

Si bien es cierto que muchas especies podrían estar ya en camino de la extinción, es claro que nuestro impacto en los hábitat y en el mismo clima podría poner en marcha la "sexta extinción" sin siquiera saberlo, y mucho menos saber dónde terminará.

Nuestra única forma de prevenir es conservar lo que tenemos. En este contexto no debemos olvidar que la biodiversidad actual es el resultado de millones de años de evolución, como lo atestigua nuestro patrimonio paleontológico, único vestigio de las formas de vida que existieron y perecieron a lo largo del tiempo en nuestro país y en el planeta.



Figura 10: **Delfines de río fósiles (izquierda *Brachydelphis* sp. y derecha *Pliopontos* sp.), depositados en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.**

Bibliografía

Acosta-Hospitaleche, C. y J. Canto. 2005. "Primer registro de cráneos asignados a Palaeospheniscus (Aves, Spheniscidae) procedentes de la Formación Bahía Inglesa (Mioceno Medio-tardío), Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 78(3): 489-495.

Acosta-Hospitaleche, C. Tambussi y J. Canto. 2005. "Pingüinos (Aves, Sphenisciformes) fósiles de la colección del Museo Nacional de Historia Natural, Chile". Boletín Museo Nacional de Historia Natural Chile, 54: 141-151.

Acosta-Hospitaleche, O. Fritis, C.tambussi y A. Quinzio. 2002. "Nuevos restos de pingüinos (Aves: Spheniscidae) en la Formación Bahía Inglesa (Mioceno Superior-Plioceno Inferior) de Chile". Actas 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile.

Alvarenga, H.M.F. 1995. "A large and probably flightless Anhinga from the Miocene of Chile". Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 181: 149-161.

Arratia, G. & A. Cione. 1996. "The record of fossil fishes of southern America". Münchner Geowiss. Abh (A) 30: 9-72.

Barnosky, A.D., P.l. Koch, R.S. Feranec, S.L. Wing & A.B. Shabet. 2004. "Assessing the causes of Late Pleistocene extintions on the continentes". Science 306: 70-75.

Borrero L.A., F.M. Martín y A. Prieto. 1997. "La cueva Lago Sofía 4, Última Esperanza: una madriguera de felino del Pleistoceno tardío". Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias. Humanas. 25: 103-122.

Canto, J. 1991. "Posible presencia de Smilodon en el Pleistoceno tardío de Magallanes". Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Sociales, vol. 20: 96-99.

Canto, J., J. Yáñez y M. Cozzuol. 2002a. "Mamíferos marinos neógenos de la Formación Bahía Inglesa, Caldera, III Región, Chile".

Primer Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Octubre 29-31. Santiago, Chile.
Canto, J., A. Crovetto, A. y V. Covacevich. 2002b. "Hallazgo de Pliopontos sp. (Cetacea: Pontoporiidae) en el Neógeno de Chile". Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 350: 28-37.
Canto, J. 2007. "Physeteroidea (Cetacea: Odontoceti) fósiles en el neógeno de Chile". Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 359: 9-22
Casamiquela, R.M. 1969. "La presencia en Chile de Aristonectes Cabrera (Plesiosauria), del Maestrichtense del Chubut, Argentina. Edad y Carácter de la transgresión Rocanense)". Actas Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, Mendoza, 1: 199-213.
Casamiquela, R. y A. Fasola. 1968. "Sobre pisadas de dinosaurios del Cretácico Inferior de Colchagua (Chile)". Publicaciones del Departamento de Geología, Universidad de Chile, 30: 1-24.
Casamiquela. 1970. "Los vertebrados jurásicos de la Argentina y Chile". IV Congreso Latinoamericano de Zoología, 2: 873-890.
Casamiquela, R. y G. Chong. 1975. "Icnitas (Mammalia, Equidae?) en rocas del plio-pleistoceno de la costa, provincia de Antofagasta". Primer Congreso Argentino Paleontológico. Bioestratigrafía, 2: 621-632.
Casamiquela, R. 1999. "The Pleistocene vertebrate record of Chile". In: Quaternary of south america and antartic peninsula. Jorge Rabassa & Monica Salemme (ed.) pp. 91-107
Cecioni, A. 1979. "El Tremadociano de Sotoca, I Región, norte de Chile". En: Congreso Geológico Chileno, 2, Actas 3: H159-H164. Arica.
Chong, G. y Z. Gasparini. 1976. "Los vertebrados Mesozoicos de Chile y su aporte geo-paleontológico". Actas VI Congreso Geológico Argentino, vol. 1: 45-67.
Chong, G. 1985. "Hallazgo de restos óseos de dinosaurios en la Formación Hornitos, Tercera Región (Atacama, Chile)". Actas IV Congreso Geológico Chileno, vol. 1: 152-159.
Degenhardt, C. 1839. Pétrifications, Recueilles en Amérique. par Alexandre de Humboldt. Imprimiere de L' Academie Royale des Sciences, Berlin.
Desejo, J.B. 2003. "Redescripción del aetosaurio Chilenosuchus forttae Casamiquela (Diapsida: Arcosauria): presencia de Triásico continental en el norte de Chile". Revista Geológica de Chile. 30(1): 53-63.
Donoso Barros, R. 1975. "Contribución al conocimiento de los cetáceos vivientes y fósiles del territorio de Chile". Gayana, Zoología, 36, 127 pp.
Fariña, R.A. y S. Vizcaíno (1995) Hace sólo diez mil años. Editorial Fin de Siglo, Colección Prometeo, 128 pp.
Flynn, J., A.R. Wyss, R. Charrier & C.C. Swisher. 1995. "An Early Miocene anthropoid skull from the Chilean Andes". Nature 373: 603-607.
Frassinetti, D. 1982. Bibliografía escogida y comentada sobre mamíferos fósiles de Chile. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 24 pp.
Gasparini, Z. 1979. "Comentarios críticos sobre los vertebrados mesozoicos de Chile". Actas Segundo Congreso Geológico Chileno, Arica 3: H15–H31.
Gasparini, Z. 1985. "Los reptiles marinos jurásicos de América del Sur". Ameghiniana, 22 (1-2): 23-24.
Gasparini, Z. y G. Chong. 1977. "Metriorhynchus casamiquelai n. sp. (Crocodilia, Thalattosuchia) a marine crocodile from Jurassic (Callovian) of Chile, South America". N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 153(3): 341-360, Stuttgart.
Gay, C. 1847. Historia física y política de Chile. Zoología, Atlas.
Gigoux, E. 1899. "Un fósil más en Caldera". Revista Chilena de Historia Natural, 3(9): 129-131.
Gigoux, E. 1913. "Terrenos y fósiles de Caldera". Actes Societé Scientifique du Chili, 23(2): 47-56.
González, J., H. Niemeyer y J.L. Benedetto. 2007. "La Formación Quebrada Grande, del Ordovícico, Cordón de Lila (Región de Antofagasta, norte de Chile): significado estratigráfico y paleogeográfico". Revista Geológica de Chile, 34(2): 277-290.
Mckenna, M. & S. Bell. 1997. "Classification of mammals. Above the species level". Columbia University Press, New York, 631 pp.
Mol, D. & P.J.H. van Bree. 2003. De Amsterdame collectie fossielen uit de Grot van Última Esperanza, Patagonië, Zuid-Chili. Grondboor & Hamer, 2: 26-36
Moreno, K. y D. Rubilar. 1997. "Presencia de nuevas pistas de dinosaurios (Theropoda-Ornithopoda) en la Formación Baños del Flaco, Provincia de Colchagua, VI Región, Chile". VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados, p. 95.
Moreno, K., D. Rubilar y N. Blanco. 2000. "Icnitas de dinosaurios de la Formación Chacarilla, I y II Región, norte de Chile". Ameghiniana, suplemento 37(4): 30R.
Núñez, H., T.W. Stafford y D. Frassinetti. 2005. "Primer registro de fósiles Liolaemus en Chile (Reptilia, Sauria)". Notiaciario Mensual Museo Nacional de Historia Natural, 356: 3-7.
Oliver-Schneider, C. 1926. "Lista preliminar de los mamíferos marinos fósiles de Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 30: 144-156.
Oliver-Schneider, C. 1935. "Mamíferos fósiles de Chile (Adiciones y correcciones a la lista preliminar)". Revista Chilena de Historia Natural, 39: 297-304.
Pérez, E. 1985. "Graptofauna de las formaciones Poquis y Aguada de la Perdiz". Lám. 1, p. 84-85. En Hoja Zapaleri, II Región de Antofagasta, por M.C. Gardeweg y C.F. Ramírez. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), Subdirección Nacional de Geología, Carta Geológica de Chile (66): 89 p.
Philippi, R.A. 1887. Los fósiles terciarios i cuartarios de Chile. Imprenta Brokhaus, Leipzig, 256 pp.
Prevosti, F.J, L.H. Soibelzon, A. Prieto, M. San Roman & F. Morello. 2003. "The southernmost bear: Pararctotherium (carnivora, ursidae, tremarctinae) in the Lates pleistocene of southern patagonia, Chile". Journal of Vertebrate Paleontology, 23(3): 709-712.
Raup, D.M. (1992) Extintions: bad genes or bad luck. W.W. Norton & Company, 210 pp.
Rubilar, D. 2003. "Registro de dinosaurios en Chile". Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 52: 137-150.
Shultz, M.R., A. Fildani & M. Suárez. 2003. "Occurrence of the southernmost south american ichthyosaur (Middle Jurassic – Lower Cretaceous), Parque Nacional Torres del Paine, Patagonia, Southernmost Chile". Palaios, 18: 69-73.
Tamayo, M. y D. Frassinetti. 1980. "Catalógo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile". Boletín Museo Nacional Historia Natural, Chile, 37: 323-399.
Tambussi, C. & C. Noriega. 1996. "Summary of the avian fossil record from the Southern America". Münchner Geowiss. Abh(A) 30: 245-264.
Wall, R., H. Alvarenga, L. Marshall y P. Salinas. 1991. "Hallazgo del primer ave fósil del Terciario de Chile: un ánade (Pelecaniformes; Anhigidae) preservado en un ambiente deltaico-fluvial del Mioceno de Lonquimay, Región de la Araucanía, Chile". Congreso Geológico Chileno, 6, Actas, 5: 394-397.
Walsh, S.A. & Hume, J.P. 2001. A new Neogene marine avian assemblage from North-Central Chile. Journal of Vertebrate Paleontology, 21(3): 484-491.
Walsh, S.A. & D. Naish. 2002. "Fossil seals from Late Neogene deposit in South America: a new pinniped (Carnivora, Mammalia) assemblage from Chile". Paleontology, vol. 45(4): 821-842.
Wyman, J. 1855. "Description of a portion of the lower jaw and the tooth of Mastodon andium; also, of a tooth and fragment of the fémur of a Mastodon from Chile". U.S.N. Ast. Exp. to the South Hemisphere, 2: 275-281 Tabl 13.

Páginas siguientes: Amonites perisphintes, **entre Antofagasta y Calama. El registro fósil indica que los moluscos han habitado la Tierra, más o menos, unos 600 millones de años, más o menos. El cuerpo carnoso de los moluscos está en la mayoría de ellos protegido por una rígida y dura cubierta de carbonato de calcio, la concha. Esta característica corporal ha permitido que en la actualidad contemos con un amplio registro fósil de su historia de vida.** Foto: Nicolás Piwonka.





DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Patricio Pliscoff y Federico Luebert

PRESENTACIÓN

La Estrategia Nacional de Biodiversidad plantea proteger los ecosistemas más relevantes del país y define una meta al año 2010: proteger a lo menos el 10 por ciento de la superficie de cada uno de esos ecosistemas. Una meta similar fue acordada por el Convenio sobre Diversidad Biológica, al cual pertenece Chile. ¿Cuáles son los ecosistemas presentes en nuestro país?; y de ellos, ¿cuáles son los más relevantes?

La respuesta a esas preguntas no es sólo importante para el cumplimiento de la meta. Es necesario distinguir nuestros ecosistemas para poder reconocer la relación entre las actividades humanas y la naturaleza, establecer indicadores de estado y de gestión, y determinar los espacios sobre los cuales se desarrolle la gestión en medio ambiente. La diferenciación de la naturaleza en ecosistemas es una abstracción humana. La naturaleza no reconoce subconjuntos estancos y relaciona todas sus partes de manera muy compleja. Para fines de estudio se distinguen distintas formas de clasificar los diversos subconjuntos del patrimonio natural: biomas, ecorregiones, paisajes, ecosistemas, hábitat. Son utilizados para distinguir partes de la naturaleza a través de escalas de trabajo diferentes. En Chile existen distintas clasificaciones del patrimonio natural terrestre, en que se utilizan conceptos como ecorregiones. Estas emplean información sobre vegetación, variación altitudinal y clima, entre otras, para distinguir diferentes tipos de ambientes. Una gran cantidad de información acerca de nuestra vegetación terrestre existe en nuestro país, por ejemplo, en relación a la disponible sobre fauna. Se asume que las otras formas de vida se desarrollan principalmente condicionadas por las plantas, por su forma de organización, sus comunidades, hábitos de crecimiento, entre otros. Luebert y Pliscoff nos proponen una clasificación más detallada que las anteriormente conocidas, empleando los mismos parámetros, pero con información reciente y valiéndose de los sistemas de información geográfica. Para CONAMA se trata de una clasificación que permite distinguir ecosistemas a una escala 1:250.000, lo que facilita la gestión pública en medio ambiente. Es una escala que resulta cómoda en la planificación y gestión ambiental en las regiones administrativas del país. Por ello, queremos reconocer los "pisos de vegetación" de Luebert y Pliscoff como representativos de los ecosistemas terrestres de Chile. Perfecciona una clasificación que ya era empleada por algunos servicios públicos desde los años noventa, la desarrollada por Gajardo, que distingue 85 formaciones vegetales en el país. Esta nueva clasificación distingue 127 unidades (pisos de vegetación), caracterizadas por particulares condiciones climáticas, altitudinales y de vegetación.

En el presente capítulo se describen los principales rasgos de la vegetación natural de Chile. Para esto, se señalan los patrones regionales de distribución y una clasificación de pisos de vegetación (definidos como complejos de comunidades vegetales bajo la influencia de condiciones climáticas específicas), la cual es representada espacialmente mediante transectos longitudinales.

Jaime Rovira
Jefe Departamento de Protección de Recursos Naturales,CONAMA



El clima desértico en los alrededores de San Pedro de Atacama, caracterizado por su extrema aridez, presenta bruscos cambios de temperatura entre el día y la noche. La lluvia es escasa, pero contribuye al crecimiento de vegas y arboledas en los territorios planos. En este paisaje, donde prevalecen grandes extensiones áridas con escasos ríos, se encuentran especies vegetales como tamarugos, en la foto, algarrobos y chañares; y animales como zorros, cóndores y quirquinchos. Foto: Nicolás Piwonka.

LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

Un "ecosistema" es un tipo particular de sistema formado por complejos de organismos y su ambiente físico (Tansley, 1935). En su concepción actual, un ecosistema puede ser definido como "un complejo conductor de energía compuesto por comunidades biológicas y su ambiente físico, que tiene una capacidad limitada de autorregulación" (Leuschner, 2005).

Los ecosistemas son abiertos, es decir, la energía ingresa a ellos desde una fuente externa y es expulsada a través de mecanismos de disipación. La energía es conducida a través de sus componentes (comunidades biológicas y ambiente físico) mientras que la capacidad de autorregulación se refiere al control del ecosistema sobre la energía que ingresa. Lo anterior implica que los límites de un ecosistema son impuestos arbitrariamente por un observador y que todos los ecosistemas pueden ser subdivididos en subsistemas y, a la vez, ser considerados como parte de un sistema mayor.

La fuente externa más importante de ingreso de energía a los ecosistemas es el Sol. Parte de la radiación solar que llega a la superficie terrestre es captada por organismos fotosintetizadores que transforman la energía solar en energía química, permitiendo de ese modo su ingreso al ecosistema. Las comunidades biológicas de los ecosistemas estructuran redes tróficas a través de las que fluye la energía. El proceso de traspaso de energía de un nivel trófico a otro tiene una eficiencia limitada, lo que significa que sólo una parte de la energía disponible en un nivel trófico es capturada por el nivel siguiente. Una parte se disipa hacia fuera en forma de calor y otra es reciclada dentro del mismo sistema, lo que a su vez depende de su capacidad de autorregulación.

La clasificación de ecosistemas es una tarea compleja que requiere del conocimiento de los diferentes componentes a través de los que fluye la energía. La vegetación, definida como la forma en que los componentes vegetales del ecosistema ocupan el espacio, puede ser usada como un buen sustituto del ecosistema completo porque los componentes vegetales i) permiten la entrada de energía a los ecosistemas, ii) concentran la mayor proporción de biomasa y productividad de los ecosistemas, iii) reflejan la influencia del complejo ambiental y iv) definen la estructura espacial de los ecosistemas (Leuschner, 2005).

Los patrones de distribución espacial de los ecosistemas constituyen el paisaje (Turner et al. 2001). El paisaje es modelado por perturbaciones, procesos bióticos y factores ambientales que operan a diferentes escalas espaciales y temporales (Turner et al. 2001). A escala regional, la variación espacial del clima es uno de los principales factores que determinan la variación espacial de la vegetación (Woodward, 1987; Walter, 2002).

PATRONES ESPACIALES DE DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LA VEGETACIÓN DE CHILE CON RELACIÓN AL CLIMA

A escala regional, la variación espacial del clima es uno de los principales factores que determinan, precisamente, la variación espacial de la vegetación (Woodward, 1987; Walter, 2002), situación que resulta particularmente evidente en Chile. El detalle documental, cartográfico y bibliográfico sobre la siguiente reseña se encuentra en Luebert y Pliscoff (2006).

En la zona norte de Chile las precipitaciones en los Andes tienen un origen tropical y se concentran en verano. Su monto decrece hacia el oeste y hacia el sur hasta alcanzar valores mínimos en una diagonal de dirección noroeste-sudeste que marca la transición hacia un régimen de lluvias de invierno. La zona andina, que es la más húmeda, presenta una vegetación de matorrales bajos y pajonales cuya composición y estructura varía altitudinalmente de acuerdo con la disminución de la temperatura. A medida que las precipitaciones se hacen más escasas y esporádicas hacia el oeste y hacia el sur, la vegetación se vuelve más abierta, llegando a estar totalmente ausente en lo que se conoce como desierto absoluto, que se extiende por la costa y el interior desde el extremo norte hasta la latitud de 25ºS, donde alcanza su máxima expresión y penetra a mayores altitudes. Las áreas preandinas muestran una vegetación muy abierta de matorrales bajos desérticos, la pampa se muestra interrumpida por formaciones halomórficas de bosques espinosos y matorrales y algunas zonas costeras muestran una vegetación de matorrales desérticos altamente condicionados por la incidencia de neblina.

Los matorrales desérticos se extienden por la costa y el interior hasta la latitud de 31ºS, no obstante la biomasa vegetal se ve incrementada de norte a sur por el aumento de las precipitaciones. Las zonas andinas siguen un patrón de zonación altitudinal por efecto del descenso de las temperaturas, presentándose formaciones de matorrales bajos y, en las zonas de mayor elevación, herbazales de altitud muy abiertos. Este último patrón se mantiene en toda el área andina del centro y sur de Chile, pero con cambios en la composición florística.

El aumento de las precipitaciones y la disminución de la temperatura hacia el sur provocan fuertes cambios en la vegetación. Mientras que la temperatura disminuye casi linealmente con la latitud, el máximo de precipitaciones en Chile se produce a la latitud del paralelo 47, a partir del cual comienza nuevamente a descender.

La existencia de los macizos montañosos de la cordillera de la Costa y de los Andes no sólo produce variaciones altitudinales de la temperatura, sino que también crea un patrón de precipitaciones, donde la mayor pluviosidad ocurre en las vertientes occidentales (barlovento) y la menor (sombra de lluvias) en las vertientes orientales (sotavento). Esto produce un desplazamiento hacia el sur de las formaciones vegetales por el interior más seco (sotavento de la cordillera de la Costa) respecto a su posición a barlovento de ambas cordilleras, más húmedo. Al mismo tiempo, la cordillera de la Costa tiene un efecto positivo sobre la continentalidad —reflejado en la amplitud térmica— a sotavento.

Esta combinación de elementos permite explicar la existencia de formaciones vegetales xeromórficas de matorrales espinosos en la Depresión Intermedia y matorrales esclerófilos en las zonas costeras de Chile central. También explica la presencia de bosques caducifolios a barlovento de los macizos cordilleranos de La Campana-El Roble-Chicauma (33ºS) y Cantillana-Loncha (34ºS) en una matriz regional donde dominan bosques esclerófilos, que también están presentes en las laderas bajas de los Andes a esa misma latitud.

Los bosques espinosos se extienden por la Depresión Intermedia hasta cerca de los 36ºS, siendo reemplazados hacia el sur por bosques esclerófilos y luego por bosques caducifolios, que a su vez se distribuyen por la Depresión Intermedia hasta cerca de los 40ºS. A partir de esta última latitud la cordillera de la Costa tiende a desaparecer y el patrón de distribución se modifica.

Los bosques esclerófilos andinos y costeros comienzan a ser reemplazados por bosques caducifolios a partir de los 35ºS, los que son relevados por bosques laurifolios a partir de los 39ºS. Los bosques laurifolios tienen una baja representación en términos de superficie, quedando confinados a zonas de elevada pluviosidad, baja oscilación térmica y temperaturas moderadas, condiciones que se encuentran en las faldas cordilleranas, tanto andinas como costeras, de la Región de Los Lagos. En la medida que la temperatura disminuye y la precipitación aumenta, tanto en altitud como en latitud, es posible encontrar, sobre los bosques laurifolios, bosques resinosos de coníferas y bosques siempreverdes.

La presencia de turberas o de bosques resinosos de coníferas o siempreverdes ubicados sobre sustratos turbosos se explica por un régimen climático de elevada precipitación y baja temperatura, que favorece la producción vegetal implicando una tasa de descomposición lenta que determina la acumulación de materia orgánica en el suelo. Estas formaciones se encuentran ampliamente repartidas en toda la zona austral occidental de Chile, desde Chiloé hacia el sur.

En las zonas andinas más altas en que se desarrollan formaciones de bosque, es decir, por debajo de las formaciones de matorrales bajos, dominan bosques y matorrales caducifolios, asociados a bajas temperaturas y precipitaciones moderadas, influidas por el efecto orográfico, y se extienden hasta el extremo sur donde ocupan los ambientes más xéricos de la vertiente oriental andina, en contacto con formaciones de pastizal y estepa que son dominantes en la Patagonia austral de Argentina y que penetran marginalmente a Chile en las regiones de Aisén y Magallanes.

Página derecha: **Parque Nacional Conguillío. Su nombre significa "agua con piñones", su clima es templado cálido, con una alta variación de la temperatura; las lluvias van de 2.000 a 2.500 mm al año. En estos parajes, en donde la araucaria es ama y señora, también existen especies de gran interés como el coigüe, roble y el raulí; y otras como la lenga, ñirre, avellano, maitén y el ciprés de la cordillera.** Foto: Nicolás Piwonka.



TIPOS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

A continuación se presenta la lista de ecosistemas terrestres definidos para Chile continental, agrupados en formaciones vegetales y con sus respectivas superficies potenciales (km^2). Se reconocen 17 formaciones vegetales que reúnen un total de 127 ecosistemas terrestres. Una descripción detallada y documentada de cada una de estas unidades, así como su correspondiente cartografía, se encuentra en Luebert y Pliscoff (2006).

	Desierto absoluto	**60.068**
1	Desierto tropical costero con vegetación escasa	253
2	Desierto tropical interior con vegetación escasa	59.815
	Matorral desértico	**69.199**
3	Matorral desértico tropical interior de *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides*	8.314
4	Matorral desértico tropical interior de *Malesherbia auristipulata* y *Tarasa operculata*	233
5	Matorral desértico tropical costero de *Nolana adansonii* y *N. Lycioides*	778
6	Matorral desértico tropical costero de *Ephedra breana* y *Eulychnia iquiquensis*	1.961
7	Matorral desértico mediterráneo costero de *Copiapoa boliviana* y *Heliotropium pycnophyllum*	1.023
8	Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium eremogenum* y *Eulychnia morromorenoensis*	9
9	Matorral desértico mediterráneo costero de *Gypothamnium pinifolium* y *Heliotropium pycnophyllum*	665
10	Matorral desértico mediterráneo costero de *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia iquiquensis*	918
11	Matorral desértico mediterráneo costero de *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia saint-pieana*	1.564
12	Matorral desértico mediterráneo interior de *Oxyphyllum ulicinum* y *Gymnophyton foliosum*	751
13	Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*	1.158
14	Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*	481
15	Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola*	18.621
16	Matorral desértico tropical interior de *Huidobria chilensis* y *Nolana leptophylla*	1.048
17	Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*	2.963
18	Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*	15.931
19	Matorral desértico mediterráneo interior de *Heliotropium stenophyllum* y *Flourensia thurifera*	3.723
20	Matorral desértico mediterráneo interior de *Flourensia thurifera* y *Colliguaja odorifera*	7.870
21	Matorral desértico mediterráneo costero de *Bahia ambrosioides* y *Puya chilensis*	1.187
	Matorral bajo desértico	**70.509**
22	Matorral bajo desértico tropical interior de *Adesmia atacamensis* y *Cistanthe salsoloides*	27.279
23	Matorral bajo desértico tropical andino de *Atriplex imbricata* y *Acantholippia* desertícola	16.368
24	Matorral bajo desértico tropical interior de *Nolana leptophylla* y *Cistanthe salsoloides*	14.185
25	Matorral bajo desértico tropical-mediterráneo andino de *Atriplex imbricata*	10.457
26	Matorral bajo desértico mediterráneo andino de *Senecio proteus* y *Haplopappus baylahuen*	2.219
	Matorral espinoso	**2.745**
27	Matorral espinoso mediterráneo interior de *Trevoa quinquinervia* y *Colliguaja odorifera*	2.219
28	Matorral espinoso mediterráneo interior de *Puya coerulea* y *Colliguaja odorifera*	526
	Bosque espinoso	**19.394**
29	Bosque espinoso tropical interior de *Prosopis tamarugo* y *Tessaria absinthioides*	609
30	Bosque espinoso tropical interior de *Geoffroea decorticans* y *Prosopis alba*	550
31	Bosque espinoso tropical andino de *Browningia candelaris* y *Corryocactus brevistylus*	1.092
32	Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Prosopis chilensis*	3.425
33	Bosque espinoso mediterráneo andino de *Acacia caven* y *Baccharis paniculata*	1.026
34	Bosque espinoso mediterráneo costero de *Acacia caven* y *Maytenus boaria*	3.200
35	Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica*	9.491
	Matorral esclerófilo	**8.675**
36	Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*	1.926
37	Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Porlieria chilensis*	6.749

	Bosque esclerófilo	**37.278**
38	Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Kageneckia angustifolia* y *Guindilia trinervis*	3.826
39	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*	5.313
40	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*	5.197
41	Bosque esclerófilo mediterráneo andino de *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*	3.210
42	Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*	5.329
43	Bosque esclerófilo mediterráneo interior de *Lithrea caustica* y *Peumus boldus*	8.107
44	Bosque esclerófilo mediterraneo andino de *Lithrea caustica* y *Lomatia hirsuta*	1.724
45	Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricata*	4.573
	Bosque caducifolio	**11.876**
46	Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus macrocarpa* y *Ribes punctatum*	601
47	Bosque caducifolio mediterráneo interior de *Nothofagus obliqua* y *Cryptocarya alba*	9.307
48	Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus obliqua* y *Austrocedrus* chilensis	5.242
49	Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Azara petiolaris*	1.032
50	Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue*	2.750
51	Bosque caducifolio mediterráneo andino de *Nothofagus glauca* y *Nothofagus obliqua*	1.291
52	Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*	2.927
53	Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*	7.834
54	Bosque caducifolio templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*	19.390
55	Bosque mixto templado costero de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*	4.426
56	Bosque caducifolio templado costero de *Nothofagus alpina* y *Persea* lingue	1.582
57	Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de *Nothofagus* alpina y *Nothofagus obliqua*	1.016
58	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus alpina* y *Dasyphyllum diacanthoides*	6.100
59	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus dombeyi*	2.692
60	Bosque caducifolio mediterráneo-templado andino de *Nothofagus pumilio* y *N. obliqua*	1.151
61	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Araucaria araucana*	3.498
62	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Drimys andina*	4.240
63	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Berberis ilicifolia*	14.170
64	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Azara alpina*	4.835
65	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Ribes cucullatum*	9.058
66	Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus* pumilio y *Chiliotrichum diffusum*	1.850
67	Bosque caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus pumilio* y *Maytenus disticha*	6.883
	Matorral caducifolio	**17.369**
68	Matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica*	1.278
69	Matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica* y *Empetrum rubrum*	5.081
70	Matorral arborescente caducifolio templado de *Nothofagus antarctica* y *Berberis microphylla*	3.047
71	Matorral arborescente caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus antarctica* y *Chiliotrichium diffussum*	7.962
	Bosque laurifolio	**13.714**
72	Bosque laurifolio templado costero de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens*	1.069
73	Bosque laurifolio templado costero de *Weinmannia trichosperma* y *Laureliopsis philippiana*	2.441
74	Bosque laurifolio templado interior de *Nothofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia*	10.204
	Bosque resinoso de coníferas	**17.662**
75	Bosque resinoso templado costero de *Araucaria araucana*	324
76	Bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana* y *Nothofagus dombeyi*	2.943
77	Bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana* y *Festuca scabriuscula*	1.376
78	Bosque resinoso templado andino de *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus dombeyi*	144
79	Bosque resinoso templado costero de *Fitzroya cupressoides*	846
80	Bosque resinoso templado andino de *Fitzroya cupressoides*	3.077
81	Bosque resinoso templado costero de *Pilgerodendron uviferum* y *Tepualia stipularis*	2.746
82	Bosque resinoso templado costero de *Pilgerodendron uviferum* y *Astelia pumila*	6.205

	Bosque siempreverde	**53.858**
83	Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus dombeyi* y *Gaultheria phillyreifolia*	911
84	Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus dombeyi* y *Saxegothaea conspicua*	2.978
85	Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus nitida* y *Podocarpus nubigena*	15.839
86	Bosque siempreverde templado interior de *Nothofagus betuloides* y *Desfontainia spinosa*	12.861
87	Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus betuloides* y *Laureliopsis philippiana*	732
88	Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus betuloides* y *Chusquea macrostachya*	6.385
89	Bosque siempreverde mixto templado andino de *Nothofagus betuloides* y *Berberis serrato-dentata*	3.118
90	Bosque mixto templado-antiboreal andino de *Nothofagus betuloides* y *Nothofagus pumilio*	3.888
91	Bosque siempreverde templado costero de *Nothofagus betuloides* y *Embothrium coccineum*	3.807
92	Bosque siempreverde templado costero de *Nothofagus betuloides* y *Drimys winteri*	3.337
	Matorral siempreverde	**2.609**
93	Matorral siempreverde templado costero de *Pilgerodendron uviferum* y *Nothofagus* nítida	2.609
	Turbera	**61.976**
94	Turbera templada costera de *Donatia fascicularis* y *Oreobolus obtusangulus*	41.766
95	Turbera antiboreal costera de *Astelia pumila* y *Donatia fascicularis*	11.497
96	Turbera antiboreal costera de *Bolax bovei* y *Phyllachne uliginosa*	1.029
97	Turbera templada-antiboreal interior de *Sphagnum magellanicum* y *Schoenus antarcticus*	7.684
	Matorral bajo de altitud	**104.556**
98	Matorral bajo tropical andino de *Fabiana ramulosa* y *Diplostephium meyenii*	8.234
99	Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Azorella compacta*	2.891
100	Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lucida* y *Festuca orthophylla*	3.927
101	Matorral bajo tropical andino de *Parastrephia lepidophylla* y *P. quadrangularis*	6.010
102	Matorral bajo tropical andino de *Azorella compacta* y *Pycnophyllum molle*	475
103	Matorral bajo tropical andino de *Fabiana denudata* y *Chuquiraga atacamensis*	2.469
104	Matorral bajo tropical andino de *Fabiana squamata* y *Festuca chrysophylla*	2.815
105	Matorral bajo tropical andino de *Fabiana bryoides* y *Parastrephia quadrangularis*	8.856
106	Matorral bajo tropical andino de *Mulinum crassifolium* y *Urbania pappigera*	11.878
107	Matorral bajo tropical andino de *Artemisia copa* y *Stipa frigida*	4596
108	Matorral bajo tropical andino de *Adesmia frigida* y *Stipa frigida*	2866
109	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana*	15.323
110	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia subterranea* y *Adesmia echinus*	9.909
111	Matorral bajo mediterráneo costero de *Chuquiraga oppositifolia* y *Mulinum spinosum*	45
112	Matorral bajo mediterráneo andino de *Chuquiraga oppositifolia* y *Nardophyllum lanatum*	3.694
113	Matorral bajo mediterráneo andino de *Laretia acaulis* y *Berberis empetrifolia*	9.156
114	Matorral bajo mediterráneo andino de *Chuquiraga oppositifolia* y *Discaria articulata*	2.142
115	Matorral bajo templado andino de *Discaria chacaye* y *Berberis empetrifolia*	670
116	Matorral bajo templado andino de *Adesmia longipes* y *Senecio bipontini*	20
117	Matorral bajo templado-antiboreal andino de *Bolax gummifera* y *Azorella selago*	8.580
	Herbazal de altitud	**14.895**
118	Herbazal tropical andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*	3.829
119	Herbazal mediterráneo andino de *Nastanthus spathulatus* y *Menonvillea spathulata*	4.485
120	Herbazal mediterráneo andino de *Oxalis adenophylla* y *Pozoa coriacea*	1.299
121	Herbazal templado andino de *Nassauvia dentata* y *Senecio portalesianus*	4.041
122	Herbazal antiboreal andino de *Nassauvia pygmaea* y *N. lagascae*	1.241
	Estepas y pastizales	**26.036**
123	Estepa mediterránea-templada de *Festuca pallescens* y *Mulinum spinosum*	4.319
124	Estepa mediterránea-templada oriental de *Festuca gracillima*	6.312
125	Estepa templada oriental de *Festuca gracillima* y *Empetrum rubrum*	7.841
126	Estepa templada oriental de *Festuca gracillima* y *Chiliotrichum diffusum*	7.046
127	Estepa templada oriental de *Festuca gracillima* y *Mulinum spinosum*	518
	Total	**692.418**

Página derecha: **El archipiélago Juan Fernández se caracteriza por contener especies únicas de flora y fauna que sólo habitan en sus islas. Es el caso de *Rhaphithamnus venustus*, conocida comúnmente como Juan bueno.** Foto: Charif Tala.



REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES MEDIANTE TRANSECTOS LONGITUDINALES

En esta sección se representa espacialmente la variación de los ecosistemas terrestres en Chile continental en una serie de veinte transectos longitudinales (véase la figura 1).

Los transectos longitudinales se presentan diferenciados en cuatro grandes zonas: norte, centro-norte, centro-sur y sur. Para cada uno de los transectos, se indican los pisos de vegetación presentes con el número señalado en la sección anterior. Además se indican las unidades fisiográficas más relevantes. Para cada una de las zonas se realiza una breve

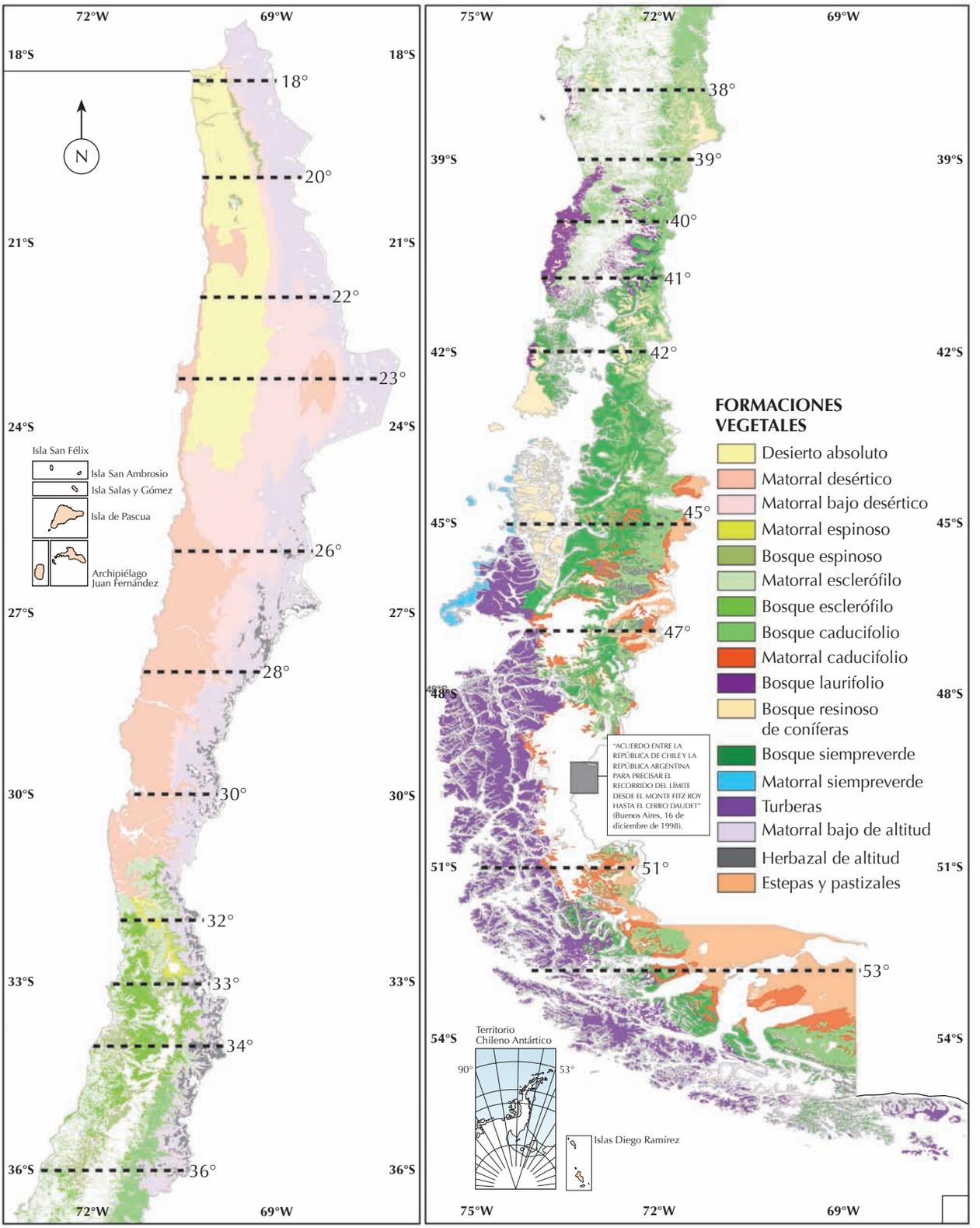


Figura 1: **Distribución actual de las formaciones vegetales presentes en Chile y ubicación de los transectos longitudinales.**

reseña de las principales características de los pisos de vegetación que la componen.

Finalmente, se agrega una descripción de los ecosistemas terrestres no abordados en la representación de transectos, como son las áreas insulares de Isla de Pascua, archipiélago Juan Fernández y las islas Desventuradas.

Transectos longitudinales

Transectos longitudinales zona norte

A pesar de las condiciones de extrema aridez y un marcado contraste térmico, la vegetación de la zona norte de Chile presenta un variado mosaico vegetacional que ha recibido una menor atención por parte de los investigadores frente a la exuberante vegetación de la zona sur del país.

En el sector costero, las condiciones climáticas y geomorfológicas modelan la presencia de una vegetación abierta (pisos de vegetación 1, 5, 6, 7) dominada por la presencia de cactáceas y algunas especies arbustivas. En zonas de mayor altitud la vegetación abierta se transforma en un tapiz vegetacional de gran desarrollo gracias al aporte de la neblina o camanchaca costera. Los pisos de vegetación presentan una diferenciación latitudinal por las condiciones geomorfológicas que permiten condiciones favorables para el desarrollo de estas comunidades (pisos de vegetación 9, 11, 12, 13 y 14).

En el interior, la pampa desértica (piso de vegetación 2) presenta la menor cobertura vegetacional, existiendo extensos territorios sin la presencia de plantas vasculares. Esta zona corresponde a la visión más tradicional del desierto de Atacama. La escasa o casi nula presencia vegetacional se explica por la ubicación interior fuera de la influencia de las neblinas costeras y por la ausencia de las lluvias de verano, cuya influencia queda confinada hasta las zonas precordilleranas, presentándose con intensidad sólo en sectores de mayor altitud. A pesar de esto, existe un reducido número de especies que se desarrolla gracias a condiciones mínimas de humedad favorecidas por condiciones especiales del relieve desértico. Dentro de esta gran zona se dan condiciones de mayor aporte hídrico que permiten el desarrollo de dos ecosistemas característicos de las zonas desérticas: la vegetación de oasis y la vegetación de quebradas. La vegetación de oasis se desarrolla gracias a la presencia de fuentes de aguas subterráneas, que aportan condiciones hídricas suficientes para el desarrollo de bosques de especies del genero *Prosopis*. En las zonas de quebradas, especialmente en aquellas que poseen cursos de aguas permanentes, se desarrolla una vegetación boscosa y de matorral, la cual ha sido fuertemente alterada por el uso humano con fines agrícolas. La vegetación de matorral se distribuye tanto en los márgenes de los bosques como en las laderas y presenta también una fuerte alteración.

Hacia el sur de esta zona, la cordillera de la Costa empieza a perder altura y se transforma en un área con poca variación altitudinal: la zona de los llanos, donde se desarrolla en los años de mayor precipitación el fenómeno conocido como desierto florido (piso de vegetación 15), que tiene su expresión también en zonas interiores y costeras del sector norte de la Región de Coquimbo.

En la precordillera (pisos de vegetación 22, 23, 24) se puede encontrar una vegetación de matorral muy abierto, que varía en su composición dependiendo de la latitud y de la altitud, dominada por especies de los géneros *Atriplex*, *Fabiana*. Es posible distinguir una vegetación caracterizada por la presencia de cactáceas de gran tamaño (*Browningia candelaris* y *Echinopsis atacamensis*); la primera se distribuye en el sector norte de la precordillera (piso de vegetación 31) y la segunda en algunas zonas de la Región de Antofagasta (pisos de vegetación 23 y 103). Los bosques de *Polylepis* marcan la transición hacia las condiciones de mayor humedad en el altiplano, desarrollando comunidades que se relacionan tanto con la vegetación precordillerana (piso de vegetación 98), como con la presente en el altiplano (pisos de vegetación 99 y 100).

El altiplano es el rasgo fisiográfico más particular de esta zona del país. La vegetación está fuertemente determinada por la variación altitudinal y la intensidad de las precipitaciones, que en esta zona tienen la característica de ser predominantes en la estación estival. La intensidad de las lluvias de verano va disminuyendo conforme aumenta la latitud. La combinación de estos factores produce una vegetación de matorrales bajos dominados por especies del género *Parastrephia* en el sector norte (pisos de vegetación 99, 100 y 101), que se va transformando en un matorral más abierto, dominado por gramíneas (pisos de vegetación 105 y 106). A lo largo de todo el gradiente latitudinal y con predominancia en las zonas de mayor altitud se presentan formaciones vegetacionales con plantas en cojín, caracterizadas por la presencia de *Azorella compacta* en la zona norte (piso de

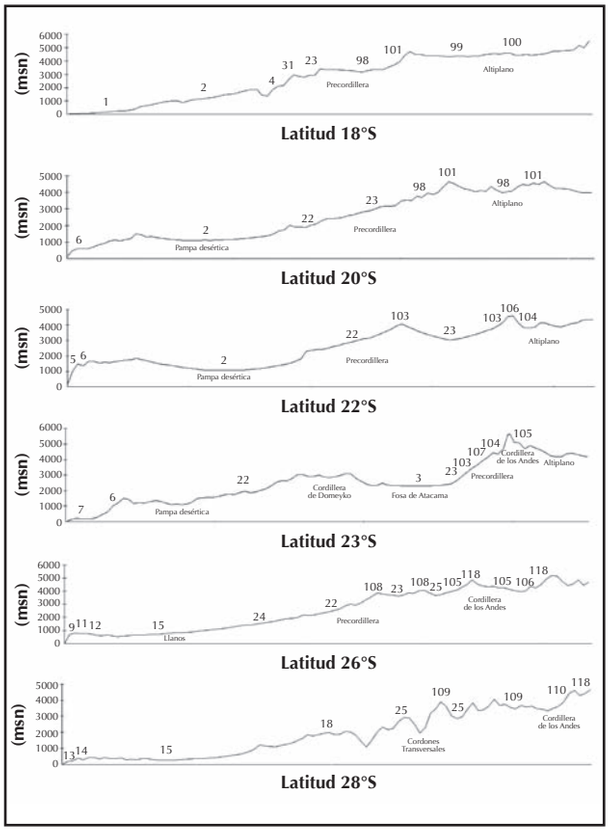


Figura 2: **Transectos longitudinales zona norte de Chile.**

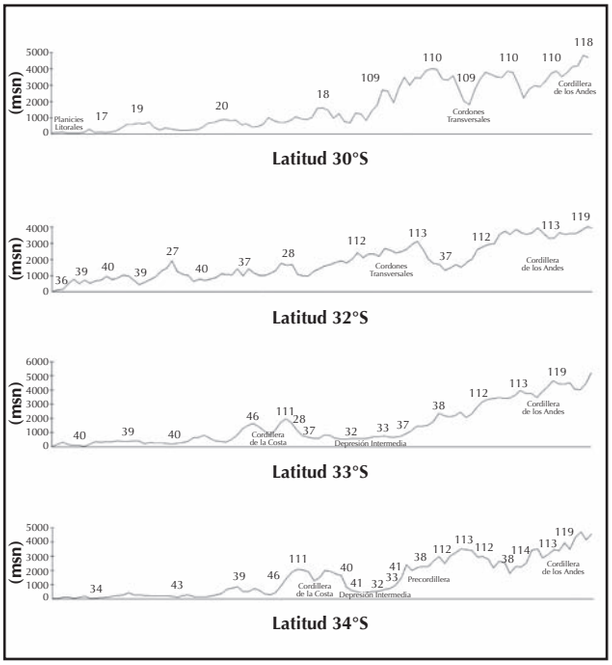


Figura 3: **Transectos longitudinales zona centro-norte de Chile.**

vegetación 102); hacia el sur se hace predominante el herbazal dominado por *Chaetanthera sphaeroidalis* (piso de vegetación 118).

Transectos longitudinales zona centro-norte

La zona centro-norte se caracteriza por la dominancia del bioclima mediterráneo y la aparición de la vegetación esclerófila, primero con una fisonomía de matorral en el sur de la Región de Coquimbo y norte de la de Valparaíso, la que se transforma en boscosa desde los 32 grados en los sectores costeros y de los 31 grados en la precordillera andina.

Las condiciones más áridas en el sector norte mantienen el desarrollo de la vegetación de matorral desértico, tanto en la costa (pisos de vegetación 17 y 19) como en el interior (pisos de vegetación 18 y 20). Esta vegetación se presenta con una cobertura abierta, dominada por especies del genero *Heliotropium,* especialmente en el sector costero.

En el interior, a lo largo de los cordones transversales, la vegetación se desarrolla como matorrales bajos dominados por subarbustos, los que son acompañados por plantas en cojín en los sectores cordilleranos de mayor altitud.

Como ya se señaló, desde los 32 grados empieza a haber un cambio vegetacional donde en la costa se presenta un matorral esclerófilo (piso de vegetación 36), que se transforma en bosque hacia el interior (pisos de vegetación 39 y 40). En los cordones costeros y en zonas de mayor altitud hacia el interior se presenta un matorral espinoso dominado por la presencia del arbusto *Colliguaja odorifera*. En los cordones transversales una vegetación de matorral bajo dominada por especies del genero *Adesmia* (pisos de vegetación 109 y 110), se transforma hacia el sur en un matorral bajo dominado por subarbustos conforme se va definiendo el macizo montañoso andino. Este matorral bajo se acompaña por plantas en cojín en los sectores cordilleranos de mayor altitud (pisos de vegetación 112 y 113).

Desde los 33 grados se identifican claramente las cuatro unidades que modelan el paisaje en todo el sector central del país hasta los 41 grados; las planicies litorales, la cordillera de la Costa, la Depresión Intermedia y la cordillera de los Andes.

En las planicies litorales hasta la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, se mantienen los bosques esclerófilos (pisos de vegetación 39, 40 y 43). En esta zona el efecto del relieve, expresado en las diferencias de exposición, permite el desarrollo de vegetación más xérica en exposición norte, dominada por especies de plantas suculentas y arbustos espinosos. Los bosques esclerófilos son reemplazados por bosques espinosos de *Acacia caven* en el sector sur de esta zona (34°S) (piso de vegetación 34). Cabe señalar que la acción transformadora del hombre ha confinado la extensión del bosque esclerófilo costero a laderas de cerros con exposición sur de difícil acceso. Sobre los 1.000 metros, en los cerros de mayor altitud de la cordillera de la Costa (cerros La Campana, El Roble y Altos de Cantillana), se desarrolla el bosque caducifolio de *Nothofagus macrocarpa* (piso de vegetación 46); sobre este piso y superando los 2.000 metros se puede encontrar en las cumbres un piso de vegetación de matorral bajo-andino (piso de vegetación 111).

Desde la vertiente oriental de la cordillera de la Costa hasta la Depresión Intermedia, se da una sucesión altitudinal de matorral espinoso y matorral esclerófilo en el cordón de El Roble-Chicauma (pisos de vegetación 28 y 37), la que se transforma en bosque esclerófilo en la ladera oriental de los Altos de Cantillana (pisos de vegetación 40 y 41).

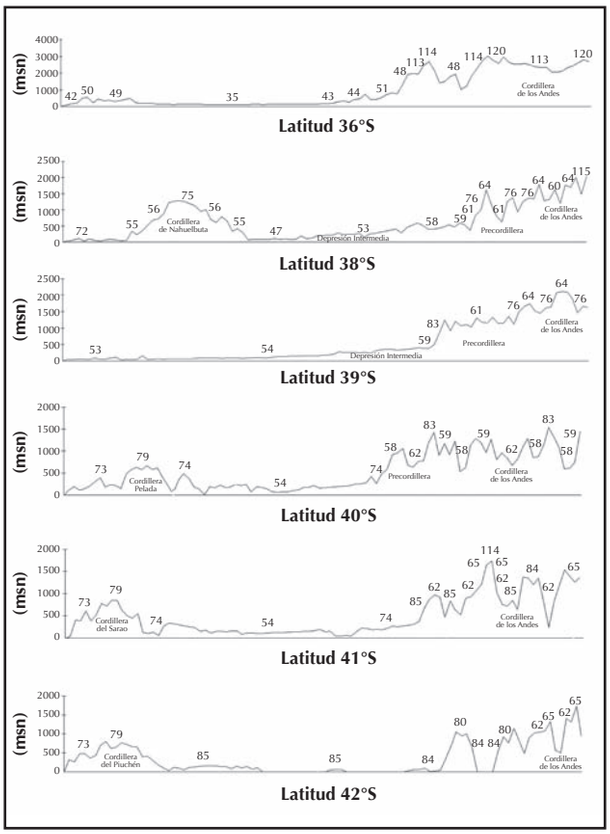


Figura 4: **Transectos longitudinales zona centro-sur de Chile.**



En la Región de Arica-Parinacota, a 150 kilómetros de Arica, en medio del desierto se encuentra el valle de Putre, voz aymara que significa "murmullo de aguas". Se sitúa a 3.500 metros de altitud, la flora existente en la zona es variada. De ella destacan amplias comunidades vegetales que se denominan pajonal, bofedal, llaretal y bosquetes de queñoa, la cual ha sido alterada por el pastoreo de las comunidades aymara para alimentación de sus rebaños de llamas y alpacas. Foto: Renato Srepel.

La depresión intermedia es dominada por los bosques espinosos de *Acacia caven* (pisos de vegetación 32 y 33), que presentan diferentes cortejos florísticos, dependiendo de las condiciones de humedad y relieve. Este tipo de vegetación ha sido transformada por suelos agrícolas y urbanos, quedando pocos lugares donde se puede observar sin grandes alteraciones.

En los sectores más bajos de la precordillera se repiten los pisos presentes en la vertiente oriental de la cordillera de la Costa (pisos de vegetación 37 y 41). Sobre esta vegetación se presenta un bosque esclerófilo caracterizado por la presencia de *Kageneckia angustifolia* y de *Austrocedrus chilensis* en condiciones de sustrato favorables. La vegetación en el macizo andino está dominada por los matorrales bajos de *Chuquiraga oppositifolia* (pisos de vegetación 112, 113 y 114). Sobre los 3.000 metros el matorral es reemplazado por un desierto en altura (herbazal) dominado por especies herbáceas en roseta (piso de vegetación 119).

Transectos longitudinales zona centro-sur

La cordillera de la Costa en la Región del Maule y del Biobío, a pesar de presentar una altitud bastante menor que en la zona centro-norte, posee una variación vegetacional donde se identifica una vegetación de bosque esclerófilo en la zona costera (piso de vegetación 42) y en ambas laderas aparece el bosque caducifolio caracterizado por la presencia de *Nothofagus alessandrii* y de *Nothofagus glauca*. Este bosque, como resultado del reemplazo por plantaciones forestales y de la ampliación de la frontera agrícola, presenta un frágil estado de conservación (pisos de vegetación 49 y 50). En la Depresión Intermedia se extiende el bosque espinoso reseñado en el sector centro-norte (piso de vegetación 35).

En los sectores bajos de la precordillera se extiende el bosque esclerófilo, pero ahora acompañado de nuevas especies como *Lomatia hirsuta* y en las zonas más altas con *Austrocedrus chilensis*. Comienza a aparecer, al igual que en la costa, el bosque caducifolio (piso de vegetación 51), que en la precordillera andina se extenderá hasta el sur del país en forma continua. En la zonas de mayor altitud de la cordillera se sucede un matorral bajo con subarbustos y plantas en cojín. Sobre los 3.000 metros se extiende la formación de herbazal señalada para la anterior zona, pero ahora caracterizada por especies del género *Oxalis*.

En la zona de transición climática entre la zona mediterránea y templada, los tipos vegetacionales esclerófilo y caducifolio se entremezclan tanto en la zona costera como en la precordillera. La cordillera de la Costa alcanza más altitud (cordillera de Nahuelbuta), lo que permite una mayor variación de la vegetación. En la zona costera, hasta la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, se desarrolla primero un bosque siempreverde (piso de vegetación 72), el que es reemplazado por un bosque caducifolio dominado por *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina* sucesivamente (pisos de vegetación 55 y 56). Esto se presenta en ambas laderas de la cordillera de Nahuelbuta. Esta zona ha sido reemplazada casi en su totalidad por plantaciones forestales, por lo cual es compleja su definición espacial. En el interior el bosque caducifolio de *Nothofagus obliqua* reemplaza al bosque espinoso y esclerófilo en la zona de la Depresión Intermedia. Estas unidades son de muy difícil identificación por estar ubicadas en la zona de mayor reemplazo de vegetación nativa (pisos de vegetación 47 y 53). La precordillera incorpora nuevos pisos de vegetación con la presencia de *Nothofagus*

alpina en los sectores más bajos (pisos de vegetación 58 y 59) y de *Nothofagus pumilio* (pisos de vegetación 60, 61 y 64) en los sectores más altos. Junto con la aparición de los bosques de *Nothofagus pumilio*, tanto en la cordillera de Nahuelbuta (piso de vegetación 75) como en los Andes (piso de vegetación 76), aparecen los bosques de *Araucaria araucana*. En los sectores más altos de la cordillera de los Andes, sobre el piso de *Araucaria*, se presenta un matorral bajo compuesto por arbustos espinosos (piso de vegetación 116).

La cordillera de la Costa pierde su continuidad a los 39 grados, lo que permite la internación hacia la costa de los pisos de vegetación de bosque caducifolio de *Nothofagus obliqua* (pisos de vegetación 53 y 54). En la precordillera y cordillera de los Andes, se mantienen los patrones señalados con anterioridad, aunque la cordillera ya comienza a bajar considerablemente de altitud, desapareciendo las formaciones de matorral bajo predominantes más hacia el norte.

La cordillera de la Costa vuelve a tomar notoriedad a partir de los 40 grados, donde se desarrolla un relieve continuo con alturas que alcanzan los 1.000 metros. La vegetación está dominada por un bosque laurifolio siempreverde, que posee un componente costero dominado por el *Aextoxicon punctatum*, el cual incorpora especies arbóreas como *Eucryphia cordifolia*, *Weinmannia trichosperma* y *Laureliopsis philippiana* en la vertiente occidental de la cordillera costera (piso de vegetación 73), siendo destacable la presencia de una gran cantidad de epifitas y helechos dentro de este bosque. En las zonas de mayor altitud, sobre los 800 metros y descendiendo conforme avanza latitudinalmente la cordillera, se presenta el bosque costero de *Fitzroya cupressoides*. En la vertiente occidental y hacia la Depresión Intermedia, se observa un bosque siempreverde menos húmedo que el costero con especies dominantes como *Nothofagus dombeyi* y *Eucryphia cordifolia* (piso de vegetación 74). Estos patrones se repiten en la cordillera de la Costa de Chiloé (cordillera de Piuchué), donde las especies dominantes en la vertiente oriental de la cordillera son reemplazadas por otras especies siempreverdes como *Nothofagus nitida* y *Podocarpus nubigena* (piso de vegetación 85).

La Depresión Intermedia de la zona de los lagos continúa teniendo como dominante el piso de vegetación de *Nothofagus obliqua* (piso de vegetación 54), el que en la actualidad se presenta como un conjunto de pequeños parches dentro de una matriz con uso de suelo agrícola.

En la precordillera, desde los 39,5 grados, se observa un bosque laurifolio en las zonas más bajas, el cual es reemplazado en altitud por uno siempreverde y luego por un bosque caducifolio en la cordillera de los Andes (pisos de vegetación 58, 62 y 65). En algunos conos volcánicos que caracterizan el paisaje andino en esta región, se presenta una vegetación de matorral enano (piso de vegetación 116).

Al sur de los 41 grados, el bosque laurifolio es reemplazado por un bosque perennifolio, similar al presente en la cordillera de la Costa, donde nuevamente *Fitzroya cupressoides*, junto a otros elementos arbóreos siempreverdes, forman un bosque de gran desarrollo. Este tipo de bosque dominado por especies resinosas de coníferas se presenta también en la zona sur de Chiloé, donde *Pilgerodendron uviferum* es dominante.

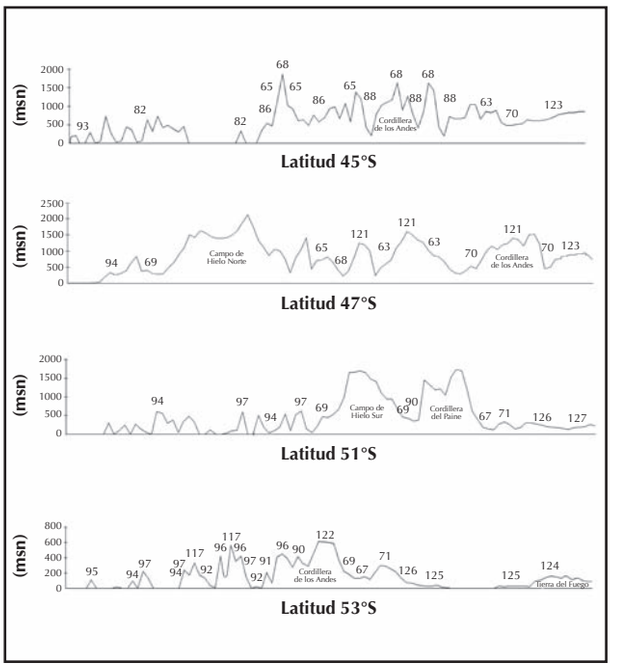


Figura 5: **Transectos longitudinales zona sur de Chile.**

Transectos longitudinales zona sur

Desde el sur del seno Reloncaví, el relieve característico de la zona central sufre un abrupto cambio. Desaparece la Depresión Intermedia y la cordillera de la Costa. La cordillera de los Andes toma contacto con el Océano Pacífico y aparece una zona de archipiélagos que caracterizan el paisaje costero hasta el límite sur del país.

A los 45 grados la zona costera del archipiélago de los Chonos posee una vegetación modelada por la influencia oceánica que mantiene altas precipitaciones durante todo el año. En estas condiciones se desarrolla un matorral siempreverde (piso de vegetación 93), que se transforma en un bosque siempreverde hacia el interior (piso de vegetación 82). En ambos pisos la especie dominante es *Pilgerodendron uviferum*. En el continente, el bosque siempreverde dominado por *Nothofagus betuloides* se distribuye por toda la zona costera de la región (piso de vegetación 86). En zonas de mayor altitud se presenta un bosque caducifolio achaparrado, con *Nothofagus pumilio* como dominante (piso de vegetación 65) y cercano al límite de la vegetación se presenta un matorral caducifolio de *Nothofagus antarctica*. En las laderas de los macizos andinos el bosque siempreverde de *Nothofagus betuloides* vuelve a dominar hacia el interior (piso de vegetación 88). En la vertiente oriental el paisaje se transforma en una estepa de gramíneas duras (piso de vegetación 123). En la transición entre esta estepa y los bosques del interior se sitúa un bosque caducifolio dominado por *Nothofagus pumilio* (piso de vegetación 63), el cual da paso en zonas más abiertas a un matorral caducifolio de *Nothofagus antarctica* en el límite con la estepa (piso de vegetación 70).

Hacia el sur, la zona costera se encuentra dominada por la presencia de turberas, que se presentan en las zonas más húmedas con especies arbustivas bajas (pisos de vegetación 94 y 95), y hacia el interior en condiciones de menor hume-

dad por una turbera dominada por musgos y juncos (piso de vegetación 97). En la zona sur de la región (53°S), se repite la vegetación de turberas descrita, la que se va relacionando en un complejo mosaico con el bosque siempreverde de *Nothofagus betuloides*. Este último domina en los sectores costeros de las islas (pisos de vegetación 90, 91 y 92) siendo acompañado por turberas en cojín en los sectores más altos (pisos de vegetación 96 y 117).

En la porción continental de la Región de Magallanes, en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, se observa un patrón similar al señalado para el área norte de esta zona: un matorral caducifolio de *Nothofagus antarctica* en las zonas altas (piso de vegetación 69), que da paso a un bosque caducifolio de *Nothofagus pumilio* (piso de vegetación 67), hasta el borde de la estepa, donde en la transición vuelve a aparecer el matorral caducifolio achaparrado (piso de vegetación 71). La estepa en la Región de Magallanes, dominada por *Festuca gracillima*, cubre todo el sector oriental continental y la porción norte de Tierra del Fuego. Su composición varía según el relieve que permite la presencia de un mayor o menor contingente de especies arbustivas (pisos de vegetación 124, 125 y 126).

VEGETACIÓN NATURAL INSULAR

En el Océano Pacífico se encuentra un conjunto de territorios insulares de origen volcánico, que poseen una vegetación particular y de gran relevancia biogeográfica. De acuerdo a su ubicación latitudinal y cercanía, se distinguen tres grupos de islas:

Islas Desventuradas. Ubicadas a los 26º25'S – 80º00'W, están compuesta por dos islas, San Félix y San Ambrosio. En ambas islas se presentan dos tipos de vegetación. En primer lugar, existe un matorral caracterizado por la presencia de la compuesta arbórea *Thamnoseris lacerata*, que se distribuye por todos los sectores de las islas, aunque presenta un mayor desarrollo en la San Ambrosio propiciado por un mayor desarrollo del suelo y condiciones de mayor humedad producto del relieve. El segundo tipo de vegetación es un pastizal de gramíneas compuesto por un alto número de especies alóctonas, relacionado directamente con las áreas de presencia humana.

Islas de Pascua y Salas y Gómez. La Isla de Pascua (Rapa Nui) se ubica en los 27º09'S – 109º23'W. Presenta una vegetación dominada completamente por pastizales. El pastizal de mayor presencia en la isla es el caracterizado por *Sporobolus indicus,* que en algunas zonas es reemplazado por especies del género *Cyperus* y *Melinis*. En los cráteres de los volcanes, el mayor desarrollo del suelo y la humedad permiten la existencia de algunas especies arbóreas. La diversidad de especies en la isla es baja, presentándose sólo un pequeño número de helechos y gramíneas endémicos.

La isla Salas y Gómez, ubicada en los 26º27'S – 105º28'W, está conformada por dos promontorios rocosos unidos por un istmo, que regularmente está cubierto por el mar. Se encuentran sólo cuatro especies vasculares, las que no alcanzan a desarrollar un tapiz vegetacional.

Archipiélago Juan Fernández. El archipiélago Juan Fernández presenta una de las vegetaciones más particulares y atractivas del territorio nacional. Está conformado por tres islas, Robinson Crusoe (Más a Tierra) ubicada en los 33º38'S – 78º49'W, Alejandro Selkirk (Más Afuera) (33º45'S – 80º45'W), y el islote Santa Clara (33º42'S – 79º00'W). Tanto Robinson Crusoe como Alejandro Selkirk presentan una diversidad vegetacional de gran interés por su composición y presencia de endemismos. La isla Robinson Crusoe posee tres grandes unidades vegetacionales. El pastizal nativo se ubica en la zona más seca de la isla cubriendo extensiones de relieve llano que se caracteriza por la presencia de *Nassella neesiana* y *Piptochaetium bicolor*. Este pastizal nativo se encuentra fuertemente alterado por elementos alóctonos como es el caso de *Acaena argentea*. Las otras dos unidades corresponden al bosque siempreverde, el cual se puede diferenciar por su ubicación altitudinal. El bosque nativo bajo se ubica hasta los 400 metros; es un bosque siempreverde dominado por la especie arbórea endémica *Myrceugenia fernandeziana*, la cual es acompañada, dependiendo del relieve, por los árboles *Drimys confertifolia*, *Fagara mayu* y *Boehmeria excelsa*. Sobre los 400 metros el bosque siempreverde varía en su composición por la gran cantidad de humedad presente debido a las condiciones topográficas de la isla. Esta vegetación se presenta principalmente en los alrededores del cerro El Yunque y se caracteriza por la presencia de *Myrceugenia fernandeziana* y *Drimys confertifolia*, acompañado por un contingente de helechos arbóreos y especies del genero *Robinsonia* entre otros endemismos locales.

En la isla Alejandro Selkirk (Más Afuera) se presenta un bosque siempreverde similar en su estratificación al de Robinson Crusoe, con un recambio de especies endémicas. Agrega una vegetación de carácter alpino, propiciado por la topografía, en la zona de mayor altitud (sobre los 1.300 metros). El islote Santa Clara se encuentra muy cercano a Robinson Crusoe, compartiendo la vegetación de pastizales nativos.

Bibliografía

Leuschner, C. 2005. "Vegetation and ecosystems". En: Vegetation ecology van der Maarel, E. (ed.). Blackewll Science Oxford, pp. 85-105.

Luebert, F. y P. Pliscoff. 2005. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago.

Tansley, A.G. 1935. "The use and abuse of vegetational concepts an terms". Ecology, 16: 284-307.

Turner, M., R. Gardner & R. O'Neill. 2001. Landscape ecology in theory and practice. Springer-Verlag, New York.

Walter, H. 2002. Vegetation of the Earth. The ecological systems of the Geo-Biosphere. Cuarta edición traducida. Springer-Verlag, Berlín.

Woodward, F.I. 1987. Climate and plant distribution. Cambridge University Press, Cambridge.

Páginas siguientes: **Los cerros y volcanes precordilleranos de la IX Región conforman el escenario prístino del Parque Nacional Huerquehue, compuesto de 12.500 hectáreas de bosque nativo en el cual destacan grandes extensiones de araucarias. Posee un relieve montañoso, en donde cerros y quebradas encierran numerosos lagos y lagunas de aguas cristalinas. Uno de los factores que distingue a este Parque de otros lugares protegidos de la zona, es la altura en que se encuentra, pues su parte más baja supera los 700 msnm, alcanzando su parte más alta los 2.000 msnm.**
Foto: Renato Srepel.





EL HOTSPOT CHILENO, PRIORIDAD MUNDIAL PARA LA CONSERVACIÓN

Mary T. K. Arroyo, Pablo Marquet, Clodomiro Marticorena, Javier Simonetti, Lohengrin Cavieres, Francisco Squeo, Ricardo Rozzi y Francisca Massardo

Los *hotspot* o "puntos calientes" de biodiversidad con prioridad de conservación se definen como regiones donde se concentra un mínimo de 1.500 especies de plantas vasculares endémicas —equivalente al 0,5 por ciento del total de plantas vasculares en el mundo—, una alta proporción de vertebrados endémicos, y en donde el hábitat original ha sido fuertemente impactado por las acciones del hombre (Myers et al. 2000). A la fecha se han definido 34 *hotspot* que reúnen dichas características (Mittermeier y otros, 2004), entre los cuales se encuentra el *hotspot* llamado "*Chilean winter rainfall-Valdivian forests*", ubicado principalmente en Chile. El *hotspot* chileno, según su definición actual (Arroyo et al. 2004), se extiende desde la costa del Pacífico hasta las cumbres andinas entre los 25 y 47ºS, incluyendo la estrecha franja costera entre los 25 y 19ºS, más las islas de Juan Fernández, y una pequeña área de bosques adyacentes de Argentina. Incluye Chile central y el Norte Chico, ambos con lluvias de invierno, y parte del sur de Chile (IX hasta parte de la XI Región) con lluvias de verano e invierno. Definido de esta manera el *hotspot* chileno, desde sur a norte, incluye los bosques lluviosos tipos Norpatagónico y Valdiviano, bosques deciduos dominados por varias especies de *Nothofagus* (*N. obliqua*, *N. alessandri*, *N. macrocarpa*), el bosque esclerófilo típico y matorrales del área de clima mediterráneo de Chile central, los desiertos de lluvia de invierno del Norte Chico, y la flora altoandina que se desarrolla por sobre la línea arbórea o su equivalente fitogeográfico en la cordillera de los Andes y en la cordillera de la Costa (Hoffmann et al. 1988). La gran diversidad de especies y taxa superiores y altos niveles de endemismo en el *hotspot* chileno, se debe a su posición intersticial entre dos principales regiones florísticas y faunísticas: las provincias Neotropical y antigua Gondwana, sumado a su carácter insular (Arroyo et al. 1996a; Villagrán e Hinojosa, 1997; Armesto et al. 1998), este último el producto de su fuerte aislamiento geográfico del resto del continente sudamericano por la cordillera de los Andes y del norte del país por el desierto de Atacama.

En cuanto a plantas vasculares, el *hotspot* chileno contiene un total de 3.893 especies nativas. Un 50,3 por ciento (1.957) de ellas son endémicas del *hotspot per se*. La región de los bosques valdiviano/ patagónicos, considerando todos los hábitat representados en el área, alberga 1.284 especies de plantas vasculares. El hábitat de bosque *per se*, sin embargo, es pobre en especies, con probablemente menos de 500 especies en, o bajo, el dosel (Arroyo et al. 1996). Al parecer el número de taxa que se encuentra totalmente restringido a estos dos tipos de bosque —es decir taxa endémicos a la formación propiamente tal—, es pequeño (<100), puesto que la mayoría de las especies se registran también en otros tipos de vegetación de la zona y de Chile central. Parte de esta problemática reside en la dificultad para definir los límites del bosque lluvioso; es decir con límites más precisos, es probable que este valor de endemismo para los bosques aumente. Chile central y el Norte Chico en conjunto albergan un total de 3.539 especies de plantas vasculares nativas, de las cuales 1.769 (50 por ciento) son endémicas a esta región del país. La flora de las islas de Juan Fernández está compuesta de 200 especies de plantas vasculares nativas (Marticorena et al. 1998), a las que deben agregarse más de 200 especies introducidas, muchas de las cuales son nativas de Chile continental. El aislamiento de estas islas oceánicas genera un alto endemismo en su flora nativa, que alcanza un 62 por ciento.

Un aspecto destacable del *hotspot* chileno es el número elevado de géneros y familias endémicos de plantas, situación que se repite en varios grupos de vertebrados. En cuanto a géneros de plantas, se puede citar *Aextoxicon*, *Fitzroya*, *Pitavia*, *Gomortega*, *Peumus*, *Sarmienta*, *Lapageria*, *Philesia*, *Zephyra*, *Placea, Tecophilaea*, *Copiapoa*. A estos deben agregarse los géneros endémicos de las islas de Juan Fernández *Juania*, *Cumingia*, *Selkerkia*, *Dendroseris*, (Stuessy et al. 1992). Las familias Aextoxicaceae, Gomortegaceae y Lactoridaceae están restringidas en su distribución al *hotspot*. Si bien el número de especies de plantas endémicas no es alto en los bosques lluviosos estos se caracterizan por un notable número de géneros de plantas endémicas y/o monotípicos, con un tercio de todos los géneros de plantas leñosas endémicas del área general del *hotspot* (Arroyo et al. 1966). Finalmente, el *hotspot* contiene géneros de plantas importantes para nues-

Página derecha: **El bosque lluvioso templado valdiviano, se denomina "bosque de frontera", por contar todavía con una significativa superficie continua calificada como prístina o virgen, y es uno de los cinco tipos de bosques templados lluviosos presentes en el planeta. Debido a su prolongado aislamiento biogeográfico, muchas de sus especies presentes son exclusivas, siendo algunas de ellas los últimos representantes de grupos taxonómicos muy antiguos.**
En la imagen destacan ulmos y coigües. Foto: Nicolás Piwonka.



tra comprensión de la evolución de las angiospermas: por ejemplo, la presencia de miembros primitivos de la familia Asteraceae (por ejemplo *Dasyphyllum*) y representantes de la familia endémica de los Andes, Calyceraceae (por ejemplo *Moschopsis*), considerados como remanentes de la ancestral Alianza "sunflower" que evolucionó al este de Gondwana (Bremer y Gustafsson, 1997).

Si bien la diversidad de vertebrados en el *hotspot* chileno es comparativamente baja, su endemismo puede ser notablemente alto, particularmente entre reptiles y anfibios (Simonetti, 1999). Un 67 por ciento (29 especies) de las 43 especies de anfibios que habitan el *hotspot* son endémicas. Estas especies endémicas se encuentran principalmente en Chile central. Además, cinco de los 12 géneros presentes son endémicos: *Telmatobufo*, con tres especies; *Rhinoderma*, con dos especies; *Insuetophrynus*, *Caudiverbera* e *Hylorina*, cada uno con una única especie. Por otra parte, a nivel mundial este es uno de los pocos *hotspot*s con una familia de anfibios endémicos: Rhinodermatidae. Esta familia incluye a la ranita de Darwin (*Rhinoderma darwini*) y la ranita de Darwin chilena (*Rhinoderma rufum),* que constituyen especies emblemáticas para esta región. Ambas especies están amenazadas y presentan historias de vida muy inusuales: una vez que eclosionan los renacuajos de la ranita de Darwin chilena, son tomados por los machos quienes los mantienen en su cavidad bucal para transportarlos luego hacia el agua, donde completan su metamorfosis. Entre los reptiles, 27 especies (66 por ciento) de las 41 conocidas para este *hotspot* son endémicas. Las lagartijas del género *Liolaemus* representan 30 de las especies de este grupo, con 19 especies endémicas al *hotspot*, una radiación evolutiva extraordinaria.

La diversidad de mamíferos de Chile central es relativamente baja, con sólo 64 especies, 13 de ellas (20 por ciento) endémicas. Sin embargo, a nivel genérico, el endemismo es significativo, abarcando no menos que cinco géneros: tres géneros de roedores, *Octodon* con tres especies de degus y los géneros monoespecíficos *Spalacopus* con el coruro (*S. cyanus*) e *Irenomys* con el ratón arbóreo (*I. tarsalis*); dos géneros de marsupiales, la comadrejita trompuda (*Rhyncholestes raphanurus*) y el monito del monte (*Dromiciops gliroides*). Esta última especie es del único género de una familia endémica (Microbiotheridae) que habita desde el bosque maulino al sur de Chiloé, Chile centro-sur y en las laderas este de la cordillera de los Andes en el sector de Bariloche, en el borde argentino (Saavedra y Simonetti, 2001). Uno de los mamíferos endémicos mejor conocidos de este *hotspot* es la chinchilla (*Chinchilla lanigera),* un roedor amenazado y muy singular debido a que posee el pelaje más denso que se conoce para los mamíferos terrestres del mundo. Otro mamífero relevante es el zorro de Darwin (*Pseudalopex fulvipes),* una especie de cánido para la que se conocen sólo dos poblaciones: una en los bosques de la Isla Grande de Chiloé y otra en la cordillera de la Costa en el Parque Nacional Nahuelbuta (VIII Región).

Hay alrededor de 226 especies de aves en el *hotspot*; de las cuales sólo doce son endémicas. Sin embargo el *hotspot* tiene dos géneros endémicos de aves: *Sephanoides* y *Sylviorthorhynchus*. El primero está representado por el picaflor chico de continente (*S. galeritus)* y el picaflor de Juan Fernández (*S. fernandensis*), que constituye la especie de ave más críticamente amenazada en Chile, confinada a las islas de Juan Fernández. El segundo género es monotípico e incluye al colilarga (*S. desmursii*), restringido a los bosques templados del centro-sur de Chile.

La fauna de peces del *hotspot* es bastante reducida, con sólo 43 especies nativas, pero con la notable presencia de dos familias endémicas, los bagres de montaña (Nematogenyidae) y las percas (Perciliidae). Aunque la mayoría de las especies pertenece a los grandes grupos de peces endémicos



Una parte considerable de bosques en Chile ha estado sujeta a malas prácticas como la tala rasa, el sobrepastoreo, los incendios forestales —casi siempre provocados—, la dispersión de especies exóticas y la comercialización de especies nativas, todas las cuales constituyen amenazas a la biodiversidad del hotspot chileno. Foto: Felipe Orrego.

de Sudamérica, cerca del 20 por ciento son relictos de grupos del Gondwana y están compartidos con el sur de África, Australia y Nueva Zelanda.

Las amenazas a la biodiversidad del *hotspot* chileno son la degradación del hábitat original, la expansión de las plantaciones forestales en Chile central, los incendios forestales, el sobrepastoreo, la dispersión de especies exóticas y la comercialización de especies nativas (Armesto et al. 1998; Arroyo et al. 2000). En este momento estas amenazas son fuertes, al ser Chile un país de crecimiento rápido y una de las economías más agresivas de América Latina, manteniendo una fuerte dependencia de sus recursos naturales. Las plantaciones forestales, la agricultura, las praderas y las zonas urbanas en conjunto ocupan el 16,5 por ciento (72.000 km^2) del área total del *hotspot*, porcentaje que se eleva a un 58 por ciento en la zona sur del área mediterránea (VIII Región). En adición a estos tipos de uso intensivo, vastas extensiones de prácticamente todos los tipos de vegetación del *hotspot*, incluyendo los hábitat alto-andinos, han sido afectados de alguna manera por actividades humanas (pastoreo, quemas, extracción, actividades de la minería). Con respecto a la protección de la biodiversidad del *hotspot*, cerca del 19 por ciento del territorio de Chile continental está actualmente protegido (Arroyo y Cavieres, 1997). Sin embargo, menos del 5 por ciento de Chile central y Norte Chico está bajo protección (Arroyo y Cavieres, 1997; Squeo et al. 2001). El nivel de protección de los bosques valdiviano/ patagónicos es mejor con un 26,9 por ciento de su área total protegida (Muñoz-Schick et al. 1966 y CONAF-CONAMA-BIRF, 1999). El archipiélago Juan Fernández constituye un Parque Nacional.

Es urgente desarrollar una estrategia de conservación integrada para salvar la biodiversidad del *hotspot* chileno. En Chile central, donde la situación es más crítica, debería enfatizarse la conservación de las especies amenazadas, la restauración de la vegetación nativa en áreas de plantación para crear corredores biológicos, la inclusión de áreas de protección, aunque sean pequeñas, en todos los proyectos de desarrollo en la franja costera, donde abundan especies endémicas de plantas, la creación de incentivos para la conservación privada, el establecimiento de jardines botánicos, la estimulación de la conservación de matrices semi-naturales fuera de las áreas protegidas y el control de las especies invasoras (Arroyo et al. 2000; Simonetti et al. 2002). Estudios en curso de las áreas protegidas sugieren que especies de plantas vasculares de Chile central no están presentes en ningún área protegida nacional, mientras que los análisis de riqueza de especies y niveles de endemismo en áreas protegidas particulares, llevan a la conclusión que los parques varían en su eficiencia en términos de capacidad para proteger la biodiversidad (Arroyo et al. 2002). Sin duda, la colaboración entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil será esencial para mantener la biodiversidad única de este *hotspot* mundial.

Bibliografía

Armesto, J.J., R. Rozzi, C. Smith-Ramírez, & M.T.K. Arroyo. 1998. "Conservation targets in South American temperate forests". Science, 282: 1271-1272.

Arroyo, M.T.K., M. Riveros, A. Peñaloza, L. Cavieres & A.M. Faggi. 1996. "Phytogeographic relationships and regional richness patterns of the cool temperate rainforest flora of southern South America". In R.G. Lawford, P.B. Alaback y E. Fuentes (eds.) High-Latitude Rainforests and Associated Ecosystems of the West Coasts of the Americas. Climate, Springer Verlag, New York. Hydrology, Ecology and Conservation, pp. 134-172.

Arroyo, M.T.K. & L. Cavieres. 1997. "The Mediterranean-type climate flora of central Chile – What do we know and how can we assure its protection". Noticiero de Biología 5(2): 48-56.

Arroyo, M.T.K., C. Marticorena, O. Matthei & L. Cavieres. 2000. "Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions". In: H.A. Mooney & R. Hobbs (eds.), Invasive Species in a Changing World. Island Press, New York, pp. 385-421.

Arroyo, M.T.K., C. Marticorena, O. Matthei, M. Muñoz & P. Pliscoff. 2002. "Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de Naturaleza Yerba Loca, 33ºS in protecting the vascular flora of the Metropolitan Region of Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 75: 767-792.

Arroyo, M.T.K., P.A. Marquet, C. Marticorena, J.A. Simonetti, L. Cavieres, F. Squeo, & R. Rozzi. 2004. "Chilean winter rainfall-Valdivian forests". In: Mittermeier, R.A., P.R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreux & G.A.B. da Fonseca (eds.) Hotspots Revisted: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems. CEMEX, México D.F., pp. 99-103.

Bremer, K. & M.H.G. Gustaffson (1997) "East Gondwanaland ancestry of the sunflower alliance of families". Proceedings of the National Academy of Sciences, 94: 9188-9190.

CONAF-CONAMA-BIRF. 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales, vol. N. Santiago.

Hoffmann, A., M.T.K. Arroyo, F. Liberona, M. Muñoz y J. Watson. 1998. Plantas Altoandinas en la Flora Silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago.

Marticorena, C., T.F. Steussy & C.M. Baeza. 1998. "Catalogue of the vascular flora of the Robinson Crusoe or Juan Fernandez Islands, Chile". Gayana Botánica, 55: 187-211.

Mittermeier, R.A., P.R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreux & G.A.B. da Fonseca (eds.). 2004. Hotspots Revisted: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems. CEMEX, México D.F.

Muñoz-Schick, M., M.H. Núñez y J. Yáñez (eds.). 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. 2000. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". Nature, 403: 853-858.

Saavedra, B. y J.A. Simonetti. 2001. "New records of *Dromiciops gliroides* (Marsupialia: Micribiotheriidae) and *Geoxus valdivianus* (Rodentia: Muridae) in central Chile: their implications for biogeography and conservation". Mammalia, 65: 96-100.

Simonetti, J.A. 1999. "Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 72: 493-500.

Simonetti, J.A., A. Grez y R. Bustamante. 2002. "El valor de la matriz en la conservación ambiental". Ambiente y Desarrollo, 18: 116-118, 255-256.

Squeo, F.A., G. Arancio y J.R. Gutiérrez (eds.). 2001. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, pp. 3-11.

Steussy, T.F., C. Marticorena, R. Rodríguez, D.J. Crawford & M. Silva. 1992. "Endemism in the vascular flora of the Juan Fernández Islands". Aliso, 13: 297-307.

Villagrán C. y L.F. Hinojosa. 1997. "Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico". Revista Chilena de Historia Natural, 70: 241-267.

Páginas siguientes: **Los milenarios bosques catedral del Parque Pumalín, ubicado en la provincia de Palena, en la Región de Los Lagos, poseen árboles gigantes que pueden llegar a tener entre 3 y 4 mil años de antigüedad.** Foto: Nicolás Piwonka.





ECOSISTEMAS MARINOS

José M. Fariña, Paulina G. Ossa y Juan C. Castilla

En la caracterización de un ecosistema, entendido como la entidad que involucra las interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos en la naturaleza (Tansley, 1935), necesariamente confluyen y se complementan una serie de elementos. Dadas las características de la costa de Chile, para describir los ecosistemas marinos de nuestro país, es necesario considerar al menos cuatro elementos principales: la topografía, el clima, la oceanografía y la flora y fauna. Actualmente existen las siguientes descripciones de estos elementos: Santelices (1991), Castilla et al. (1993) y Figueroa (2002) entregan un resumen de las características topográficas, geológicas y climáticas. Ahumada y otros (Bernal y Ahumada, Ahumada et al. 2000) así como Montecino y otros (2005) han hecho un gran esfuerzo de síntesis para describir las características oceanográficas, mientras que una serie de otros autores (entre otros, Castilla, 1979; Brattström y Johanssen, 1983; Fernández y otros, 2000; Camus, 2001) se han abocado a la descripción y discusión de los patrones de distribución y las características principales de la flora y fauna marina de nuestras costas. En el presente capítulo se resume la información entregada en los trabajos antes mencionados y se presenta una síntesis de las características principales de los ecosistemas marinos de Chile.

TOPOGRAFÍA, GEOGRAFÍA Y CLIMA

Chile continental, ubicado en el extremo sudoeste de Sudamérica se extiende desde la región tropical (18ºS) a la subantártica (56ºS). Más del 80 por ciento de la superficie del país se encuentra sobre los Andes y desde el este al oeste es posible distinguir cuatro formaciones mayores: los Andes, la Depresión Intermedia, la cordillera de la Costa y las Terrazas Costeras. Dentro de Chile es posible encontrar diferentes tipos de climas: desierto en el norte, polar en el sur y mediterráneo, estepa y tundra entre ambos extremos. La principal variación en clima ocurre con la latitud, pero sin embargo hay variaciones importantes que ocurren a través de gradientes altitudinales. Las precipitaciones fluctúan desde pocos milímetros en el norte a más de 4.500 mm en el sur, con promedios alrededor de 350 mm en la zona central. La temperatura anual promedio fluctúa desde los 18 ºC en el norte a 5 ºC en el sur, con notables variaciones cercanas a los 20 ºC entre el día y la noche.

Considerando la temperatura, precipitaciones y los vientos la costa de Chile ha sido divida en tres zonas (Brattström y Johanssen, 1983):

1. Desde Arica a Coquimbo (18ºS a 30ºS) la llamada "zona seca" corresponde a un desierto costero con temperaturas estables más bajas que en latitudes similares. Las temperaturas promedio en esta zona fluctúan entre 22 y 18 ºC en el verano y entre 17 a 12,6 ºC en invierno, con amplias fluctuaciones día-noche. Todos los meses son secos con ausencia o incidencia muy ocasional de precipitaciones pero con una alta incidencia de neblina especialmente en invierno. En esta zona se encuentran los mayores niveles de radiación solar del país (y del continente), especialmente desde octubre hasta abril. Los vientos del noreste son comunes durante el verano y los del sur y sudoeste durante el invierno.
2. Coquimbo a isla Mocha (30ºS a 38ºS), la llamada "zona templada" presenta temperaturas menores que las de la zona fría, las cuales fluctúan entre 20 a 15 ºC en verano y entre 13 a 10 ºC en invierno. Las precipitaciones promedio anuales se incrementan desde cerca de 110 mm en Coquimbo a 760 mm en Talcahuano. Dentro de esta área Viviani (1979) ha descrito una zona de "Transición Subtropical" entre los 35ºS y 38ºS, en la cual los vientos del sudoeste son secos y dominantes durante el verano y los del noroeste entregan precipitaciones y son más comunes en invierno.
3. Isla Mocha al cabo de Hornos (38ºS a 56ºS) corresponde a la denominada "zona lluviosa y patagónica". La temperatura promedio anual disminuye drásticamente desde 12,5 ºC encontrados a 38ºS hasta 5,4 ºC en el cabo de Hornos. Las lluvias son abundantes con promedios que varían entre 1.871 mm cerca de la ciudad de Valdivia y 5.090 mm en la entrada oeste del estrecho de Magallanes. Vientos del oeste extremadamente intensos dominan en esta zona, especialmente durante el verano.

La costa de Chile corre linealmente a lo largo de casi 4.200 kilómetros y topográficamente puede ser dividida en dos regiones principales: norte y sur de la isla de Chiloé (41°29'S). En la región norte, de cerca de 2.600 kilómetros

de extensión, la costa es principalmente expuesta al oleaje con grandes profundidades y cañones submarinos, esta región presenta pocas islas y escasas bahías protegidas. La región sur corre linealmente a lo largo de 1.600 kilómetros y se caracteriza por una morfología intrincada con centenas de islas y fiordos generando una línea de costa de más de 90 mil kilómetros. En esta región la plataforma continental es relativamente somera y más amplia que en la zona norte, formando varias bahías protegidas.

La topografía y el clima diferencian varios tipos de hábitat marinos a lo largo de la costa de Chile (Santelices, 1991; Castilla y colaboradores, 1993; Figueroa, 2002). El borde costero entre Arica (18°20'S) y el sur de Antofagasta (25°S), está formado por rocas volcánicas Jurásicas y Cretácicas con intrusiones sedimentarias elevadas durante el Cuaternario. En esta área la estación de lluvias está restringida a pocas semanas cada verano con lluvias intensas en los Andes, menos intensas en la Depresión Intermedia y de limitada importancia en la costa. Con la excepción del estrecho y poco profundo río Loa (de caudal cercano a los 1,5 a 2 m^3 s^{-1}), todos los ríos que se originan en los Andes desaparecen en la Depresión Intermedia sin alcanzar el mar. El borde costero en esta zona es dominado por acantilados de difícil acceso con un clima desértico y se presenta homogéneamente expuesto al oleaje y a los vientos. Los vientos del sur causan en esta región las surgencias costeras, llevando aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie. Desde el sur de Antofagasta (25°S) hasta Navidad (33°26'S) el borde costero está compuesto primariamente por rocas de granito volcánico de menor elevación que el norte dando paso a terrazas marinas más extendidas. El borde costero mayoritariamente rocoso es interrumpido por escasas playas de arena y, hacia el sur de los 27°S, por un número creciente de estuarios y ríos que llevan hasta el mar el agua proveniente de los derretimientos de nieve desde los Andes. La dirección de los vientos costeros cambia estacionalmente, prevaleciendo los del sudoeste en el verano y los del noroeste en el invierno. Desde Navidad (33°26'S) a la Isla de Chiloé (41°29'S) la costa se compone de lozas precámbricas metamórficas de baja elevación que se traduce en terrazas extendidas. Varios ríos llegan a las costas trayendo agua proveniente tanto del derretimiento de la nieve en los Andes como de las lluvias, las cuales se vuelven muy abundantes hacia el sur tanto en tierra como sobre el mar. Dichos movimientos de agua agregan grandes cantidades de sedimento y materiales de origen terrestre a la zona costera. Además de las formaciones rocosas; un mayor número de playas de arena, varios estuarios importantes y varios humedales pueden ser encontrados en esta zona del país. Al sur de la isla de Chiloé (41°29'S) la morfología de la costa corresponde típicamente al patrón erosionado tectónico de los fiordos con despoblados glaciados y no-glaciados. Aquí el mar cubre la Depresión Intermedia. Entre los 40°S y



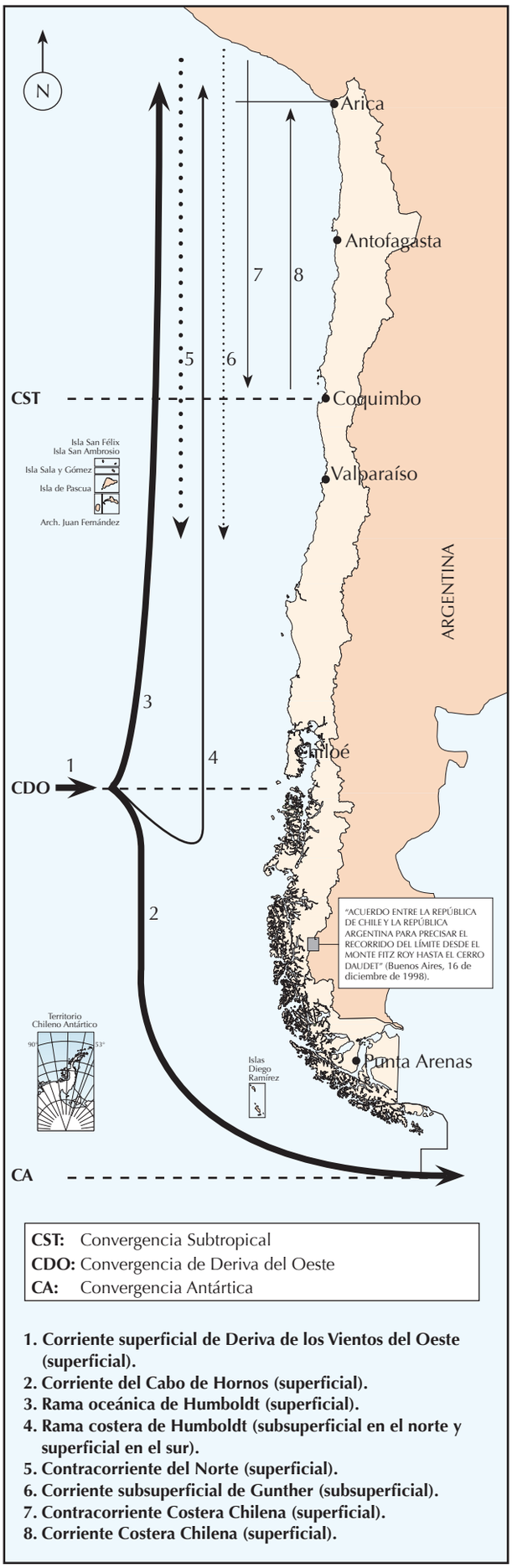
En el Norte Grande de Chile encontramos un ecosistema estepárico costero. Específicamente, la denominada Isla Grande de Atacama, en la III Región, ha sido recientemente declarada Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos. Con una extensión costera de aproximadamente 36 kilómetros —desde Punta El Morro por el norte hasta la ribera sur del río Copiapó— presenta una asombrosa diversidad paisajística y geomorfológica. En la secuencia podemos apreciar vistas de la Isla Grande, la desembocadura del río Copiapó, playa Chorrillos y Punta El Morro. Fotos: Gonzalo Badal.

48ºS numerosos ríos llevan la abundante agua proveniente de la lluvia hasta el mar; mientras que entre los 48 a 52ºS algunos grandes fiordos con glaciares provenientes de los hielos patagónicos norte y sur alcanzan el mar; los volúmenes de agua que bajan por las morrenas de dichos fiordos modifican substancialmente los regímenes de salinidad. Entre la línea costera y el mar abierto una serie de islas protegen del oleaje oceánico, formando canales protegidos, los cuales normalmente son usados para navegación costera.

Las características topográficas presentes de las costas y las condiciones de océano frío serían resultado de una cadena de procesos que se iniciaron en el Oligoceno con la apertura del paso Drake y con el origen del sistema de la corriente de Humboldt (Brundin, 1989). Luego, durante el Cuaternario cuando ocurrió la orogénesis de los Andes y los eventos de levantamiento costero que tuvieron importantes efectos sobre la topografía de la costa, ocurrieron cambios notables en el nivel del mar y en su temperatura. Aparentemente, las condiciones oceánicas sólo se estabilizaron durante el período Holoceno, y por lo tanto, las condiciones frías actuales y los patrones biológicos de gran escala podrían ser de origen bastante reciente (Camus, 1990).

OCEANOGRAFÍA

Una serie de trabajos han sintetizado las principales corrientes que ocurren en la costa de nuestro país (Castilla et al. 1993, Ahumada et al. 2000; Montecino et al. 2005). En el mapa se entrega una síntesis de dichas descripciones reconociéndose ocho corrientes principales (para cada corriente se entrega el número entre paréntesis). La corriente superficial de Deriva de los Vientos del Oeste (1) alcanza la costa de Sudamérica cerca de los 45ºS dividiéndose a la altura de los 80-90ºW en dos ramas que fluyen en direcciones opuestas. La rama que se desvía hacia el sur se denomina corriente del cabo de Hornos (2) y sigue el contorno más austral de Chile proyectándose a través del Paso de Drake. La rama que se proyecta hacia el norte, es la rama oceánica de Humboldt (3), que fluye a 300 o 400 kilómetros mar adentro, a lo largo de la costa oeste de Sudamérica hasta los 4º27'S en el extremo norte de Perú y luego se desvía hacia el noroeste a través del Océano Pacífico. A la altura de los 40 a 48ºS la corriente del cabo de Hornos genera una rama que fluye hacia el norte que es mantenida por los vientos desde el sur y se denomina rama costera de Humboldt (4). Cerca de los 10 a 20ºS, dependiendo de la estación, la rama costera de Humboldt cambia de dirección y eventualmente se une a la contracorriente del Norte (5). La contracorriente del Norte fluye hacia el sur entre la rama oceánica de Humboldt y la rama costera de Humboldt como una corriente subsuperficial (a una profundidad de 200 a 400 metros). Más cerca de la costa, sobre la plataforma, y en los primeros tramos de la pendiente continental corre otra corriente de aguas subsuperficiales, la corriente de Gunther (6), la cual tiene su origen en aguas ecuatoriales y fluye hacia el sur sobre la llamada Masa de Agua Intermedia. En la zona norte, más hacia la costa la contracorriente Costera Chilena (7), es superficial.



Durante los años con inviernos crudos esta corriente prácticamente desaparece.

El agua cálida al norte del frente Ecuatorial-Tropical (cerca de los 4ºS) tiende a fluir hacia el sur sobre las aguas frías pero es frenada por el efecto de los vientos del sur. Cuando dichos vientos se debilitan o son reemplazados por los del norte estas aguas cálidas y de baja salinidad pueden penetrar bastante al sur, llegando hasta la zona norte de Chile en lo que se conoce como el fenómeno de El Niño.

Desde los 28ºS y a la misma altura de la contracorriente Costera Chilena aparece la corriente Costera Chilena (8) que fluye superficialmente hacia el norte y alcanza hasta los 23ºS. En la contracorriente Chilena, gracias al efecto de los vientos del sur y suroeste se producen surgencias. Las surgencias son más fuertes desde finales del invierno a inicios del verano y más débiles durante las estaciones cálidas. Las surgencias incluso ocurren al sur de la contracorriente Chilena hasta los 40 a 41ºS cuando la capa superior de la corriente de Gunther alcanza la superficie a la altura dentro de la rama costera de Humboldt.

De esta forma las corrientes (que fluyen de sur a norte) y contracorrientes (que fluyen de norte a sur) presentes en la zona centro-norte de Chile desde el oeste hacia el este son: 1) la rama oceánica de Humboldt (superficial), 2) la contracorriente del Norte (parcialmente subsuperficial), 3) la rama costera de Humboldt (subsuperficial en su porción norte), 4) la corriente de Gunther (subsuperficial), 5) la contracorriente Chilena (superficial), 6) sólo durante algunos períodos la corriente de El Niño (superficial), 7) la corriente Costera Chilena (exclusiva de la zona norte y superficial), 8) la surgencia costera (presente a lo largo de toda la costa pero más acentuada en algunos "centros de surgencia").

Las corrientes marinas transportan masas de agua con distintas características físico-químicas, de manera tal que en ciertos puntos de confluencia de dichas masas se producen las denominadas convergencias oceánicas. Usualmente entre las convergencias oceánicas es posible definir "zonas oceanográficas" o verdaderas "regiones" que presentan características particulares de temperatura, salinidad y contenido de oxígeno.

En nuestro país la interacción entre las corrientes antes mencionadas definen tres zonas de convergencias oceánicas principales (figura 1): a) Convergencia Subtropical (CST), b) Convergencia en la Deriva del Oeste (CDO) y c) Convergencia Antártica (CA). La Convergencia Subtropical es la zona de contacto entre aguas subtropicales cálidas y salinas que dominan la zona entre Arica y Coquimbo con las aguas de la rama oceánica de Humboldt y las aguas subantárticas que dominan entre Coquimbo y la Isla Grande de Chiloé. Esta convergencia sitúa hacia el norte la zona norte subtropical caracterizada por zonas de surgencia costera activa, salinidad variable y marcadas variaciones de temperatura superficial. Hacia el sur esta convergencia define la zona transicional central caracterizada por bruscos cambios de temperatura y por el aporte, en su porción sur, de ríos y lluvias que modifican su salinidad. La Convergencia en la Deriva del Oeste corresponde a la zona en la que se produce la bifurcación de la corriente del Humboldt hacia el norte y la corriente del cabo del Hornos hacia el sur y define el límite de la zona central transicional con la zona sur-subantártica, la cual se caracteriza por un predominio de aguas subantárticas durante todo el año con importante influencia de las aguas continentales en la franja costera, principalmente por aporte de agua dulce y por un flujo permanente de agua hacia el sur. En la Convergencia Antártica, la cual atraviesa en sentido oeste-este por el paso de Drake, confluyen las aguas subantárticas y antárticas separadas por el frente polar (FP). Al sur de esta confluencia se define la zona Antártica que rodea a la península Antártica con una importante influencia de las aguas subyacentes, las cuales absorben el calor de los océanos circundantes para luego entregarlo aumentando las temperatura de las masas de aire frío de la Antártica.

FLORA Y FAUNA

Desde el punto de vista biológico, existe una activa discusión sobre las características y límites de los patrones de distribución de la flora y fauna marina de nuestro país (Brattström y Johanssen, 1983; Santelices, 1991; Castilla et al. 1993; Fernández et al. 2000; Camus, 2001). Sin embargo, desde el punto de vista ecosistémico existe cierto consenso en definir cuatro o cinco ecosistemas. La mayoría de los estudios que han analizado los patrones y los quiebres en las distribuciones geográficas de las especies de flora y fauna chilena se han centrado en especies litorales y sublitorales. Por ello no es extraño que los patrones de distribución se correspondan de manera bastante cercana con las descripciones basadas en los patrones de circulación oceanográficos, climáticos y topográficos arriba descritos, especialmente en lo referente a la distribución e influencia de corrientes y contracorrientes costeras superficiales y subsuperficiales.

En términos generales (Santelices, 1991) la flora y fauna marina de Chile presenta un alto grado de aislamiento geográfico existiendo pocas similitudes (especialmente de las especies endémicas) con las biotas marinas ecuatoriales cercanas (Galápagos, Ecuador y Juan Fernández). Esto sugeriría que las bajas temperaturas y la preponderancia de corrientes fluyendo desde el sur hacia el norte habrían permitido un reducido intercambio, a través de las aguas superficiales, con las biotas del Pacífico Oriental, las islas del Pacífico Central, e incluso, con el Pacífico Tropical del oeste. Por otra parte, la baja concentración de oxígeno de las aguas subsuperficiales (a más de 50 metros de profundidad) del norte podrían actuar como otra barrera para dispersión de larvas y especies de aguas profundas desde la zona norte. En relación con esta barrera, cabe destacar que las aguas profundas (entre -50 y -350 metros) de toda la zona norte de nuestro país son parte y definen el límite sur de una de las "zonas de mínimo oxígeno" más grandes del planeta (Ulloa y Depol, 2004). De igual forma, las bajas salinidades que prevalecen durante todo el año en la zona Lluviosa-Patagónica podrían actuar como una barrera al ingreso de especies desde el sur.

Aparte del nivel de endemismo y "exclusividad" de las especies de organismos marinos en Chile, otra posible consecuencia del aislamiento antes mencionado sería la



En términos generales, la flora y la fauna marina de Chile presenta un alto grado de aislamiento geográfico con pocas similitudes con las biotas marinas ecuatoriales cercanas, especialmente de las especies endémicas. Dentro del ecosistema oceánico Pelágico destacan el Atún (*Thunus Alalunga*) y el Pez Espada (*Xiphias gladius*). En la foto pesca de pez espada en Isla de Pascua. Foto: Nicolás Piwonka.

incidencia para Chile de una diversidad total menor que en áreas cercanas o de similares características físicas. Esta predicción ha sido apoyada para algas, peces e invertebrados, quienes efectivamente muestran niveles en sí de riqueza de especies bastante bajos para toda la costa de nuestro país (Santelices, 1991).

ECOSISTEMAS MARINOS DESDE EL PUNTO DE VISTA OCEANOGRÁFICO Y BIOLÓGICO

En concordancia con el escenario actual, cuatro ecosistemas marinos han sido descritos desde el punto de vista oceanográfico (Bernal y Ahumada, 1985; Ahumada y otros, 2000): 1) Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur, 2) Ecosistema de Margen Oriental del Pacífico Sudeste, 3) Ecosistema Subantártico, 4) Ecosistema Antártico.

Ecosistema del Giro Central del Pacífico Sur

Este es un ecosistema con una flora y fauna aparentemente más autocontenida en la zona oceánica del Pacífico Sur (costa peruano-chilena), dentro del cual se han reconocido dos ecosistemas diferentes:

Ecosistema oceánico pelágico. Para este sistema la información es escasa, destacando la descripción de la distribución geográfica, nombres vernaculares y una sinopsis de la importancia económica de la ictiofauna realizada por Ojeda y Avilés (1987). Dichos autores mencionan que, de entre 10 elasmobranquios y 29 teleósteos, los componentes notables de este sistema son el atún (*Thunnus alalunga*) y el pez espada (*Xiphias gladius*).

Ecosistemas de islas o archipiélagos. Los diferentes grupos de islas oceánicas están tan ampliamente dispersas y aisladas entre sí que presentan altos grados de endemismo y muy pocas características bióticas en común. Las floras y faunas particulares de las islas oceánicas chilenas han sido descritas por una serie de autores (Bahamonde, 1966; Torres y Aguayo, 1971; Santelices y Abbott, 1987; Pequeño y Lamilla, 2000) y una síntesis de estos aspectos se encuentra en Castilla (1987).

Ecosistema del Margen Oriental del Pacífico Sudeste

Este ecosistema se extiende desde la latitud 18ºS hasta los 41ºS y es influido especialmente por la masa de agua subantártica. Dado su extensivo movimiento y la condición de superficialidad, esta masa de agua es capaz de producir importantes alteraciones de los parámetros oceanográficos. Sin embargo, su temperatura y salinidad son menores que la de las aguas que la rodean (18 ºC y 34,8 ºC). Durante la primavera y cerca de la cuidad de Antofagasta, las aguas sub-tropicales se mueven hacia la costa causando el adelgazamiento de la masa de agua subantártica.

A la altura del ecosistema del Margen Oriental del Pacífico Sudeste es posible encontrar dos tipos de ecosistemas costeros: los ecosistemas de surgencias y los ecosistemas de bahías.

Ecosistemas de surgencias. A lo largo de la costa hay zonas en las cuales las aguas subsuperficiales afloran estacionalmente proveyendo de nutrientes a las zonas superficiales. Durante dicho proceso, la temperatura decrece de manera tal que la discontinuidad espacial en esta variable define las área de surgencia. Los cambios en las variables físicas, químicas biológicas y geológicas caracterizan a este tipo particular de ecosistemas. Los vientos del sur que causan las surgencias son dominantes a lo largo de la costa en primavera y por lo tanto los eventos de surgencia son más frecuentes entre septiembre y marzo a lo largo de la costas norte y centro de Chile. Los cambios más notables en la zona costera durante los eventos de surgencia son la presencia de las aguas con oxígeno disuelto a profundidades bajo los 15 metros, altas concentraciones de nutrientes y cambios en el pH y conductividad de las aguas y sedimentos. Las aguas costeras provenientes de la surgencia ricas en nutrientes son el sostén de los desembarques pesqueros anuales, los cuales representan aproximadamente el 10 por ciento del total de la pesca mundial.

Ecosistemas de bahías. Desde la latitud 18ºS hasta 41ºS, hay varias bahías de origen tectónico, muchas de ellas abiertas hacia el norte. Este tipo de sistema costero puede ser definido como tal debido a que presenta límites claros y características particulares. Durante la temporada de surgencias la masa de agua ecuatorial subsuperficial (pobre en oxígeno) ingresa a dichas bahías provocando un aumento en los nutrientes, mezcla de las aguas superficiales, altas productividades pri-

***Página derecha:* Por el norte de Magallanes aparece la última línea continua de la cordillera de los Andes que comienza a sumergirse en el mar, aunque sus extremos más altos continúan formando la cordillera Andino Patagónica. Las últimas glaciaciones generaron diversas entradas de mar en las costas que, según su extensión de menor a mayor, forman senos, bahías y golfos; a los que se agregan los fiordos, que son cauces de los antiguos glaciares que ahora se ven como angostas y largas entradas de mar hacia el interior de las montañas.** Foto: Nicolás Piwonka.



marias y altas tasas de sedimentación (en la cual cerca del 50 por ciento del carbón orgánico particulado cae hacia los sedimentos, donde sufre re-mineralización). En todas estas bahías los sedimentos son anóxicos ricos en materia orgánica con ocurrencia de reducción activa de sulfatos. Asimismo, durante el invierno la masa de agua dominante es la masa de agua subantártica, saturada en oxígeno, con bajas concentraciones de nutrientes y salinidad. Las praderas de algas pardas son el sostén de diversas comunidades de consumidores pelágicos y bentónicos que habitan en dichos ecosistemas, especialmente en los arrecifes rocosos de la zona central. Como excepción a las regla, en nuestra costa existen pocas bahías abiertas hacia el sur, las cuales presentan particularidades desde el punto de vista oceanográfico, pero más importante desde el punto de vista biótico (Castilla y Largier, 2002). Por ejemplo, la bahía de Antofagasta es el hábitat único en Sudamérica del tunicado *Piura stolonifera*, mientras que Bahía Aldea en las cercanías de Tongoy es el único lugar en el cual es posible encontrar *Zostera marina* (pasto marino).

Ecosistema Subantártico

Dentro del Ecosistema Subantártico es posible distinguir tres ecosistemas principales:

Ecosistema oceánico. Este sistema, dominado por las aguas subantárticas se ubica a la altura de los fiordos y canales del sur y corre desde la Convergencia Subtropical hasta la Convergencia Antártica. La temperatura del agua de este sistema fluctúa entre los 8 y 12 ºC y para él destacan los trabajos que han dado cuenta de las interacciones entre mamíferos marinos de gran tamaño corporal tales como orcas y cachalotes y algunas pesquerías industriales propias de la región tales como la Pesquería Demersal Austral (PDA) (Hucke-Gaete et al. 2004).

Ecosistema de los mares interiores. Los canales y fiordos del sur de nuestro país son sistemas protegidos del oleaje que no presentan grandes profundidades y que son influidos importantemente por la descarga de agua dulce proveniente de los deshielos de glaciares y lluvia, muy comunes en estas latitudes. Las características oceanográficas físicas y biológicas de estos sistemas han sido profusamente estudiadas por los científicos participantes de los cruceros organizados por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA) dependiente de la Armada de Chile. Hasta el presente año se han realizado diez de estos cruceros denominados CIMAR (Centro de Instrucción y Capacitación Marítima), de los cuales, siete se han enfocado en la zona de los fiordos (CIMAR 1, 2, 3, 4, 7, 9 y 10), uno en la zona de los canales (CIMAR 8) y los dos restantes en las Islas Oceánicas Chilenas (CIMAR 5 y 6). Los resultados de los cruceros han dado cuenta de un sistema con alta diversidad y productividad planctónica el cual sustenta una fauna muy particular de poliquetos, moluscos, crustáceos y peces. Una síntesis de los resultados de estos estudios lo entregan Silva y Palma (2005). La productividad y protección de las áreas de canales y fiordos incluso sirven como zona de alimentación y reproducción para aves oceánicas y mamíferos marinos de gran tamaño corporal (Hucke-Gaete et al. 2004).

Ecosistemas estuarinos. Este tipo de sistemas donde confluyen las aguas marinas y las aguas continentales se encuentran representados por: a) las áreas planas adyacentes a la desembocadura de los ríos y b) por los sistemas litorales tales como los humedales o las lagunas costeras. Los estuarios son comunes al norte de los 42ºS destacando por su extensión e influencia sobre el área costera asociada los estuarios de: el río Maule, río Andalién, Lenga, Tubul y el río Tirúa (Valdovinos, 2004). Muchos de estos estuarios han sido severamente afectados por actividades agrícolas y por desarrollos urbanos, y a la vez por ser sistemas protegidos y de alta productividad son comúnmente utilizados para el desarrollo de actividades de cultivo y pesquerías de especies fundamentalmente estuarinas tales como el pelillo (Gracilaria), robalos y lisas.

Ecosistema Antártico

Este sistema se encuentra entre la masa de agua continental en el sur y la convergencia antártica en el norte y es un sistema muy antiguo. Dicha antigüedad se refleja en la abundancia y alta diversidad de su fauna de fondo y en peces extremadamente adaptados a aguas muy frías y ricas en oxigeno que habitan su columna media de agua.

Diferentes estudios biogeográficos concuerdan con respecto a los patrones principales de distribución de la biota a lo largo de la costa (Camus, 2001). A pesar de que los nombres y los límites exactos varían de acuerdo con los distintos investigadores, dos unidades biogeográficas o provincias principales de naturaleza temperada, han sido reconocidas a lo largo de la costa de Chile tanto para especies costeras como pelágicas: a) la provincia peruana, una región norteña de aguas cálidas-temperadas que corre desde Perú hasta la latitud 30ºS; b) la provincia magallánica, sureña de aguas temperadas-frías, la cual se extiende desde la latitud 42ºS hasta 56ºS. Entre esas dos provincias la región transicional es usualmente reconocida para las especies costeras y no para las pelágicas (Antezana, 1981). Ahumada y colaboradores (2000) entregan una lista de las especies dominantes en los distintos hábitat de estas tres provincias agregando además al sistema oceánico e insular oceánico, los cuales dado su nivel de aislamiento se presentan como particulares en términos de su composición biótica.

Debido a las condiciones de menor temperatura en comparación con las regiones cercanas y con otras regiones de similar latitud, la provincia peruana presenta una diversidad de especies reducida determinada principalmente por la ausencia de especies tropicales o de aguas cálidas. Esta provincia es afectada fuertemente por los fenómenos de El Niño en los cuales se produce un aumento en la temperatura de las aguas superficiales que beneficia la expansión hacia el sur de las especies sudamericanas. A la vez durante estos períodos —debido a las alteraciones en la dominancia de los vientos— se detienen los eventos de surgencia, lo cual sumado al aumento de la temperatura provoca importantes mortalidades y reducciones en la reproducción de muchas de las especies marinas residentes, ya sean algas, invertebrados o vertebrados (Glynn, 1988). Históricamente los efectos del fenómeno El Niño serían los responsables que en algunas zonas de esta región —las que han sido afectadas sólo por



Laguna San Rafael. XI Región. Ubicada a los pies de Campos de Hielo Norte, la laguna San Rafael tiene como telón de fondo la imponente pared del glaciar que lleva su nombre: el glaciar San Rafael. De él se desprenden permanentemente bloques de color azulado que inundan la laguna, dando origen a un enorme jardín de hielos flotantes de diversas formas y tamaños. Declarada en 1979 por la Unesco como Reserva de la Biosfera, la laguna San Rafael, muestra las bondades de un ecosistema originario, donde cisnes de cuello negro, caiquenes y variedad de patos y cormoranes, unidos a coipos, pudúes, zorros y lobos de mar, son parte de la belleza de una zona poco explorada.
Foto: Nicolás Piwonka.

los eventos de mayor magnitud— se encuentren altas diversidades de especies mientras que en otras —las que son recurrentemente más afectadas— se encuentren diversidades de especies muy reducidas, generando alta variabilidad en la diversidad beta de la región (Camus, 1998). Para esta provincia Ahumada y colaboradores (2000) proponen como especies dominantes a: *Lessonia nigrescens*, *Hipnea cenomyce* y *Chondrus canaliculata* (algas costeras); *Jehlius cirratus* y *Heliaster helianthus* (invertebrados costeros); *Semicossiphus maculatus*, *Scartichthys gigas*, *Kyphosus analogus* y *Anisotremus scapularis* (peces costeros); *Engraulis* ringens, *Sardinops sagax*, *Trachurus murphyi*, *Sarda chilensis*, *Seriolella violacea*, *Scomber japonicus* (peces pelágicos); *Merlucius gayi* (peces demersales); *Paralichthys adspersus*, *Genypterus maculatus*, *Genypterus chilensis* (peces bentónicos).

La provincia magallánica ha sido menos estudiada que la peruana, pero en ella se reconoce un predominio de especies de aguas frías, ambientadas a fluctuaciones de salinidad (producidas por el aporte de agua dulce de ríos y fiordos) y habitantes de preferencia de hábitat protegidos, los cuales son abundantes en esta región debido a lo accidentado de su morfología. Ahumada y colaboradores indican como especies dominantes en esta región a: *Durvillea antarctica*, *Chordaria linearis* y *Gigartina* sp. (algas costeras); *Comasterias lurida*, *Choromytilus chorus* (invertebrados costeros); *Eleginops maclovinus*, *Galaxias* sp. y *Normanichthys crockeri* (peces costeros); *Clupea fuegensis*, *Thyrsites atun*, *Trachurus murphyi*, *Seriolela cerulea*, *Lepidotus chilensis* (peces pelágicos); *Merlucius australis* (peces demersales); *Genipterus chilensis* y *Genipterus blacodes* (peces bentónicos).

En la región de transición se ha reconocido un mayor número de especies debido al aporte y sobreposición de las especies provenientes de las provincias peruana y magallánica. Ahumada y colaboradores reconocen como especies dominantes en esta área a: *Lessonia nigrescens*, *Gelidium chilense*, *Mazzaella* spp. (algas costeras); *Jehlius cirratus*, *Perumytilus purpuratus* (invertebrados costeros); *Sciaena* spp., Calliclinus geiguttatus, *Mixodes viridis* y *Cilus gilberti* (peces costeros); *Strangomera bentinki*, *Sardinox sagax*, *Trachurus murphyi*, *Seriolela porosa*, *Scomber japonicus* (peces pelágicos); *Melucius gayi* (peces bentónicos); *Paralichthys microps*, *Genipterus maculatus*, *Genipterus chilensis Hippoglossina macrops* (peces bentónicos).

Para la provincia insular, tal como se mencionó en la sección de ecosistemas desde el punto de vista oceanográfico, en el caso de la flora y fauna también se reconoce que este tipo de ecosistemas es muy variable y particular para el caso de cada isla. Sin embargo, para el caso de las islas oceánicas Ahumada y colaboradores (2000) presentan una lista de especies dominantes en la cual es posible reconocer la independencia de este tipo de ecosistemas de los anteriormente descritos: *Zonaria stripitata*, *Sargassum skottbergii* y *Clado-*

phora socialis son presentadas como especies dominantes en el caso de las algas costeras. *Palinurus pascuense* y *Jasus frontalis* se presentan como invertebrados costeros. *Scorpis chilensis*, *Girellops nebulosus* se listan como peces costeros. *Seriola lalandii*, *Pseudocaranx chilensis* y *Thunus albacares* se presentan como peces pelágicos. *Nuraenichthys chilensis* se elige como representante de los peces demersales, mientras que *Gymnothorax* spp. y *Paralichthys* spp. representarían a los peces bentónicos.

Para el caso del sistema oceánico la información es muy escasa. Ahumada y colaboradores indican como especies dominantes de este sistema a: *Helicolenus lengerichi* y *Parona signata* (peces costeros); *Scomberesox saurus*, *Sardinops sagax*, *Trachurus murphyi*, *Thunnus albacares*, *Seriola* sp. y *Xiphias gladius* (peces pelágicos) y a *Micromesistius australis* (peces demersales).

Bibliografía

Ahumada, R.B., L.A. Pinto & P.A. Camus. 2000. "The Chilean Coast", pp. 699-717. In C.R.C. Sheppard (ed.). Seas at the millennium: an environmental evaluation, vol. I Regional Chapters: Europe, The America and West Africa. Pergamon, Amsterdam, The Netherlands.

Antezana, R. 1981. "Zoogeography of euphazids in the Southeastern Pacific Ocean". Memorias del Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. UNESCO, Montevideo, pp. 5-24.

Bahamonde, N. 1966. "Islas Desventuradas". Serie Educativa n. 6, Museo Nacional de Historia Natural, 15 pp.

Bernal, P. y R.B. Ahumada. 1985. "Ambiente Oceánico", pp. 55-106. En F. Soler (ed.). Medio Ambiente en Chile. Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (CIPMA). Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile.

Brattström, H. & A. Johanssen 1983. "Ecological and regional zoogeography fo the marine benthic fauna of Chile". Sarsia 68: 289-339.

Brundin, L.Z. 1989. "Phylogenetic biogepgraphy", pp. 343-369. In Myers, A.A. & P.S. Guiller (eds). Analitical Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions. Chapman and Hall, London, United Kingdom.

Camus, P.A. 1990. "Procesos regionales y fitogeografía en el Pacífico Sudeste: el efecto de El Niño-Oscilación del Sur". Revista Chilena de Historia Natural, 63: 11-17.

Camus, P.A. 1998. Estructura espacial de la diversidad en ensambles sésiles en el intermareal rocoso de Chile centro-norte: la diversidad local como resultado de determinantes de multiescala. Tesis de Doctorado, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

Camus, P.A. 2001. "Biogeografía marina de Chile continental". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 587-617.

Castilla, J.C. 1979. "Características bióticas del Pacífico Sur Oriental con especial referencia al sector Chileno". Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, 10: 167-182.

Castilla, J.C. 1987 (ed.). Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 353 pp.

Castilla, J.C. & J.L. Largier. 2002. The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile. Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile, 243 pp.

Castilla, J.C., S.A. Navarrete & J. Lubchenco. 1993. "Southeastern Pacific coastal environments: main features, large-scale perturbations, and global climate change". In Earth System Responses to Global Change: contrasts between north and South America.

Fernández, M., E. Jaramillo, P. Marquet, C. Moreno, S. Navarrete, F.P. Ojeda, C. Valdovinos & J. Vásquez. 2000. "Diversity, dynamics and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and guidelines for conservation". Revista Chilena de Historia Natural, 73: 797-830.

Figueroa, D. 2002 "Forcing of physical exchanges in the nearshore Chilean Ocean". In The oceanography and Ecology of the Nearshore and Bays in Chile. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments. J.C. Castilla y J.L. Largier (eds.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile: 31-43.

Glynn, P.W. 1988. "El Niño Southern Oscilation 1982-1983: nearshore population, community and ecosystem responses". Annual Review of Ecology and Systematics, 19: 309-345.

Hucke-Gaete, R, C.A. Moreno & J. Arata. 2004. "Operational interactions of sperm-whales and killer whales with the Patagonian toothfish industrial fishery off southern Chile". CCAMLR Science 11: 127-140.

Hucke-Gaete, R., L.P. Osman, C.A. Moreno, K.P. Findlay & D.K. Ljungblad. 2004. Discovery of a blue whale feeding and nursing ground in southern Chile. Proceedings of the Royal Society of London, Biology Letters Supplement, 4: 170-173.

Montecino, V., P.T. Strub, F. Chávez, A.C. Thomas, J. Tarazona, & T.R. Baumgartner. 2005. "Bio-physical interactions off western South America". In: The Global Coastal Ocean: Interdisciplinary Regional Studies and Syntheses. The Sea, vol. 14. Robinson, A. R., & K. H. Brink (eds.). Harvard University Press., Chapter 10.

Ojeda, F.P. y S. Avilés. 1987. "Peces oceánicos Chilenos", pp. 247-270. En Islas Oceánicas Chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones, J.C. Castilla (ed.). Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. Chile.

Pequeño, G. & J. Lamilla. 2000. "The littoral fish assemblage of the Desventuradas Islands (Chile) has zoogeographical affinities with the Western Pacific". Global Ecology & Biogeography, 9: 431-437.

Santelices, B. 1991. "Littoral and sublittoral communities of continental Chile", pp. 347-369. In A.C. Mathieson and P.H. Nienhuis (eds.) Ecosytems of the world, 24. Intertidal and Littoral Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Santelices, B. & I.A. Abbott. 1987. "Geographic and marine isolation: an assesment of the marine algae of Easter Island". Pacific Science, 41: 1-20.

Silva, N. & S. Palma. 2005. "Programa CIMAR Memoria Gestión 1995-2004". Comité Oceanográfico Nacional (CONA), Valparaíso, Chile, 85 pp.

Tansley, A.G. 1935 "The use and abuse of vegetational concepts and terms". Ecology, 16: 284-307.

Torres, J.C. & A. Aguayo. 1971. "Algunas observaciones sobre la fauna del archipiélago Juan Fernández". Boletín Universidad de Chile, 112: 26-37.

Ulloa, O. & R. DePol. 2004. "Zonas mínimas de oxígeno", cap. 23, pp. 521-536. En C. Werlinger (ed.). Biología Marina y Oceanografía: conceptos y procesos, Tomo II, Consejo Nacional del Libro y la Lectura / Universidad de Concepción, Trama Impresores, S.A., Chile.

Valdovinos, C. 2004. Ecosistemas Estuarinos, Capítulo 18, pp: 397-414. En C. Werlinger (ed.). *Biología Marina y Oceanografía: conceptos y procesos*, tomo II, Consejo Nacional del Libro y la Lectura / Universidad de Concepción, Trama Impresores, S.A., Chile.

Viviani. C.A. 1979. Ecogeografía del litoral Chileno. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 14: 65-123.

Página derecha: **En el archipiélago Juan Fernández, designado Parque Nacional desde 1935 y Reserva Mundial de la Biosfera desde 1977, se encuentran un alto número de especies endémicas de flora y fauna. En la foto, actinias púrpuras, pertenecientes a la clase Anthozoa. Son corales blandos y las hay en diferentes colores; sus tentáculos abiertos son indicio de que están captando su alimento proveniente del fitoplancton.** Foto: Pablo Zavala.



ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS

Carlos Ramírez y Cristina San Martín

El agua, una de las sustancias más abundantes del planeta, es imprescindible para el funcionamiento de la vida en él. El agua dulce del planeta sólo corresponde al 3 por ciento (40 millones de km^3) del total de agua existente; el restante 97 por ciento es agua salada de los océanos. Sin embargo, la mayor parte del agua dulce (tres cuartas partes de ese 3 por ciento) se encuentra como hielo sólido en los casquetes polares y en los glaciares; sólo el cuarto restante forma los cuerpos continentales dulceacuícolas superficiales y subterráneos. Una pequeñísima cantidad de agua dulce que circula en estado de vapor en la atmósfera regula los procesos climáticos del planeta.

EL MEDIO ACUÁTICO

El hábitat acuático está determinado por las características propias del agua. Estas características constituyen muchas excepciones a lo que son los rangos normales en las transformaciones físicas y químicas de elementos y compuestos terrestres, especialmente líquidos. Este comportamiento anómalo del agua es el que hace posible la vida en el planeta. A continuación se exponen las principales características del agua.

Propiedades del agua

Estructura química. La molécula de agua (H_2O) es un dipolo, es decir, presenta un extremo negativo y otro positivo determinados por la presencia de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno; estos últimos están dirigidos hacia el lado opuesto del primero, pero en un ángulo divergente de 105 grados. Esta naturaleza dipolar permite al agua disolver sustancias con diferente carga eléctrica. Además, el dipolo permite la cohesión de las moléculas de agua para aglomerarse al formar puentes de hidrógeno entre ellas. El agua puede también adherirse a la superficie de otras sustancias. Cuando la fuerza de cohesión es mayor que la de adhesión, los cuerpos en contacto con ella son hidrófobos; por el contrario, si la adhesión es mayor que la cohesión, el agua puede penetrar y humedecer el cuerpo extraño, el cual se comporta en este caso como hidrófilo.

Empuje. El empuje del agua, definido desde los griegos como el equivalente al peso que pierde un cuerpo al estar sumergido en ella, ayuda al sostén mecánico de muchos organismos, tanto unicelulares como también pluricelulares. El empuje hace que un cuerpo sumergido pueda flotar en el agua. En el empuje es más importante el volumen que el peso, ya que el peso perdido por el objeto sumergido corresponde al peso que tiene el agua que fue desplazada por el volumen del cuerpo. Por lo anterior, un cuerpo hueco (de baja densidad) flotará con más facilidad en el agua. El empuje del agua es superior al empuje que ejerce el aire; por ello muchos organismos acuáticos, especialmente algas y vegetales, no necesitan tener tejidos de sostén o de resistencia, que sí son útiles en el medio aéreo.

Densidad. Contrariamente a lo que sucede con la mayoría de los líquidos, el agua tiene su mayor densidad a 4 °C y no cuando se solidifica a 0 ºC, es decir, el hielo es menos denso que el agua líquida. Esto trae como consecuencia que el hielo sea el único sólido que puede flotar en su propio líquido. Al derretirse el hielo comienza a disminuir el volumen del agua hasta que adquiere la temperatura de 4 ºC; luego, y al subir la temperatura, comienza a aumentar su volumen, como sucede con los otros líquidos. Lo anterior permite que sobre los cuerpos acuáticos se forme una capa de hielo en la superficie que no se hunde y que actúa como un aislante térmico, que impide que el agua más profunda se congele, con lo cual, aun en invierno, la vida acuática puede seguir existiendo bajo el hielo de la superficie.

Capacidad calórica. El agua tiene una alta capacidad calórica, es decir, necesita mucha energía para subir su temperatura y luego pierde esta energía (se enfría) muy lentamente. Esto hace que los cuerpos acuáticos tarden en calentarse durante el día, pero en la noche retienen el calor, lo que en la mañana provoca una diferencia de temperatura entre el agua (más caliente) y el aire (más frío). Esto permite la evaporación de la primera, formando lo que se conoce como neblina. La capacidad calórica del agua atenúa las diferencias climáticas entre día y noche, en la cercanía de los ambientes acuáticos.

Página derecha: **Valle del Limarí. En los cuerpos dulceacuícolas como ríos, arroyos y arroyuelos, la corriente influye sobre el desarrollo de los organismos acuáticos, desplazando aquellos que no se adhieren al sustrato. La erosión que provoca la corriente en las riberas libera mucho sedimento que es depositado río abajo: estos bancos de sedimento permiten la vida y alimentación de numerosas especies de animales, aves, y peces.** Foto: Nicolás Piwonka.





Los sistemas dulceacuícolas chilenos presentan una gran variedad de formas y tamaños. La liminología es la ciencia que estudia la estructura y función de los ecosistemas continentales dulceacuícolas, diferenciándose según la salinidad de sus aguas, en marinos o límnicos. También existen los ambientes salobres en los cuales se mezclan aguas saladas con aguas dulces en diferentes proporciones. Son comunes en los estuarios y desembocaduras de los ríos, donde forman las marismas.

Tensión superficial. La tensión superficial del agua es muy alta; esto significa que la atracción mutua (cohesión) entre las moléculas de agua es muy fuerte y, por ello, una pequeña cantidad de agua líquida libre tiende a transformarse en una gota, ya que las moléculas del borde son atraídas por las del centro. Como consecuencia de la tensión superficial, en la superficie del agua se forma siempre una película que la separa del aire. Esta película, que constituye una capa limitante, facilita la flotabilidad, tanto de plantas flotantes libres (pleuston) como también de aquellas arraigadas al sustrato que presentan hojas natantes. El neuston, formado por pequeños organismos que viven sobre o colgando de la película superficial, hacen uso de esta propiedad del agua, así como también pequeños insectos tales como los zapateros, que se desplazan sobre la superficie del agua sin hundirse. La tensión superficial puede ser disminuida agregando detergentes al agua.

Acidez (pH). El agua líquida nunca es químicamente pura, a diferencia del vapor de agua que siempre lo es, y del hielo, que frecuentemente se presenta químicamente puro. El agua líquida, aunque esté pura, siempre contiene iones hidrógenos (H^+). La concentración de estos iones hidrógenos determina la propiedad que se conoce como pH, que se mueve en una escala logarítmica entre 0 y 14. La vida sólo es posible en un rango de pH restringido y ubicado en torno al centro de la escala, siendo más alto en las aguas marinas y más bajo en las dulces, en el agua del suelo y en turberas.

CLASIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES ACUÁTICOS

Según la salinidad de sus aguas, los ambientes acuáticos continentales pueden clasificarse en marinos y límnicos. Los primeros tienen una alta concentración de sales, que supera los 30 gramos de sal por litro (>30g/l) y los segundos tienen aguas dulces, con baja salinidad, de menos de un gramo de sal por litro (<1g/l). Existen también ambientes salobres, en los cuales se mezclan aguas saladas y dulces en diferentes proporciones y que son comunes en los estuarios y las desembocaduras de los ríos, donde forman las llamadas marismas. En lugares tropicales, estas marismas se transforman en manglares, que corresponden a bosques pantanosos salobres. Los diferentes organismos que forman los ecosistemas acuáticos se diferencian en estos distintos ambientes, según su capacidad para regular la concentración osmótica de sus células, que son hipertónicas en el agua dulce e hipotónicas en las saladas.

Los ambientes límnicos o dulceacuícolas formados por aguas dulces son cuerpos acuáticos continentales que pueden agruparse en lóticos o lénticos de acuerdo al movimiento de sus aguas. Los ambientes lóticos que presentan corriente corresponden a ríos, arroyos y arroyuelos. La corriente puede cambiar de acuerdo a la posición del cuerpo de agua y en determinados tramos del mismo. El hombre construye acequias y canales que también pueden incluirse dentro de este grupo.

Los ambientes lénticos presentan aguas sin corriente, detenidas o estancadas. Entre ellos figuran los lagos, lagunas, charcas y bañados. Las charcas se presentan como cuerpos acuáticos sólo en épocas de lluvia; en cambio, los bañados son zonas de inundación permanente. El hombre también construye ambientes lénticos, tales como represas, tranques, embalses, lagunas, fuentes y piletas. Cada uno de los ambientes mencionados presenta condiciones de vida propias, lo que se refleja en la composición taxonómica de los organismos que viven en ellos.

En cualquier cuerpo de agua puede distinguirse una zona litoral que limita con el ambiente terrestre, formando una gradiente de humedad y una zona pelágica, retirada de la orilla. En la zona pelágica la vida vegetal está integrada por algas microscópicas que forman el llamado fitoplancton. Microorganismos heterótrofos forman el zooplancton, mientras



Según el movimiento de sus aguas, los ambientes límnicos formados por aguas dulces se agrupan en lóticos o lénticos. Los primeros corresponden a ríos, arroyos y arroyuelos, incluyendo las acequias y canales; en tanto los segundos presentan aguas sin corriente o estancadas, como lagos, lagunas, charcas y bañados, así como los construidos por el hombre como represas, tranques, embalses, fuentes y piletas.

que en el litoral crecen plantas acuáticas y palustres (macrófitos), que forman el fitobentos. Muchas algas microscópicas usan estas plantas acuáticas como soporte, formando el perifiton, que vive adherido a ellas. La vida vegetal en la profundidad de la zona pelágica está limitada por las posibilidades de penetración de luz para la fotosíntesis; la vida animal, en cambio, no tiene límites de profundidad.

CARACTERÍSTICAS DE LOS AMBIENTES DULCEACUÍCOLAS

Nutrientes. En el agua, los nutrientes están siempre disponibles para los organismos, especialmente las plantas, porque, al contrario de lo que sucede en el suelo, no hay sustancias que los fijen y los retengan. Por esta razón, cuando aumenta el contenido de nutrientes en el agua, especialmente fosfatos, nitratos y amonio, el crecimiento de los macrófitos y del fitoplancton puede ser explosivo. Sin embargo, en el agua también están disponibles para los organismos, los tóxicos que se viertan en ella y que pueden provocar su muerte y la pérdida de la calidad del agua. Aguas dulces con pocos nutrientes reciben el nombre de oligotróficas y presentan escasa vida vegetal y una especial composición del fitoplancton y zooplancton. Las que poseen nutrientes en grandes cantidades se llaman eutróficas y permiten un desarrollo exuberante de plantas acuáticas y especialmente del fitoplancton, las que en determinadas circunstancias y con una buena provisión de luz, pueden presentar florecimientos, que cambian el color de las aguas y eventualmente, pueden provocar intoxicaciones. Ambientes acuáticos con condiciones nutricionales intermedias se denominan mesotróficos.

Los ambientes límnicos sin intervención humana se mantienen en estado oligotrófico, con aguas transparentes y limpias; los cuerpos acuáticos eutrofizados, en cambio, se transforman en una verdadera "sopa verde" por el excesivo desarrollo del fitoplancton o de plantas acuáticas como las lentejas de agua. Esta enorme cantidad de materia orgánica sirve de sustrato a hongos y bacterias degradadoras, que en ese proceso consumen mucho oxígeno, provocando condiciones de anoxia, que tornan el agua maloliente.

Carbonatos. La presencia o ausencia de carbonatos permite diferenciar dos tipos de agua dulce: aguas duras y aguas blandas. Las primeras son ricas en carbonatos y se encuentran en regiones donde la cal está contenida en los suelos; las segundas son pobres en carbonatos, por lo que se ubican en regiones con pobreza de cal. Las aguas duras presentan un pH más alto que las blandas. Las primeras cortan el jabón, las segundas no, es decir, con las últimas es difícil eliminarlo.

Profundidad. La profundidad del agua limita el crecimiento de los organismos fotosintéticos, tanto por un aumento de la presión, como por una disminución de la intensidad de luz. Esta última disminuye paulatinamente con la profundidad y cuando se alcanza el 1 por ciento de la intensidad presente en la superficie se detiene la fotosíntesis. Estos dos factores limitan a unos 8 metros la profundidad en que pueden crecer las macrófitas. Otros organismos, especialmente heterótrofos, pueden vivir en mayores profundidades. La turbidez del agua frena aún mucho más la penetración de la luz, por lo que también se transforma en un factor limitante.

Sustrato. El sustrato o fondo de los cuerpos de agua es muy variable, incluso en lugares próximos entre sí. Además tiene características de inestabilidad, ya que cambia constantemente por procesos erosivos que provocan los movimientos del agua durante los temporales o cuando aumenta el caudal y la sedimentación, por procesos de acreción, que acarrean sedimentos y los depositan en los remansos donde se atenúa la corriente. La naturaleza del sustrato determina el tipo de organismos bentónicos que viven en él. En los ambientes límnicos se encuentran sustratos rocosos de cantos rodados, en sectores de mucha corriente (lóticos), y de fango,

en aguas más quietas (lénticas). Estas últimas favorecen la sedimentación de partículas que arrastra el agua, como consecuencia de la erosión de los suelos, por las malas prácticas de cultivo.

Corriente. La corriente influye sobre el desarrollo de los organismos acuáticos, desplazando aquellos que no se adhieren al sustrato. La corriente provoca también erosión en las riberas, lo que libera mucho sedimento, que será depositado río abajo, al disminuir la corriente. En los bancos de sedimentos pueden crecer macrófitos, que dan lugar de vida y alimentación a numerosas especies de animales, aves y peces.

ECOLOGÍA DE LOS AMBIENTES DULCEACUÍCOLAS

Los ecosistemas dulceacuícolas, aunque funcionan de la misma manera que los terrestres, son muy diferentes en cuanto a los organismos participantes en el ciclo de la materia. Los productores primarios corresponden principalmente al fitoplancton, formado por algas azules (cianobacterias), peridineas, diatomeas y algas verdes, entre otras. Ellas transforman la energía solar en energía química, para el desarrollo de la vida en el medio acuático. Dado el tamaño del alimento disponible (fitoplancton), los consumidores son principalmente invertebrados y peces, faltando herbívoros de gran tamaño. Cuando los hay, ellos aprovechan la materia orgánica producida por macrófitas. En muchos ecosistemas acuáticos tropicales ocupan este rol los sirénidos o manatíes. Los desintegradores y degradadores corresponden a bacterias y hongos, que consumen la energía de los detritos y liberan los nutrientes. Estas cadenas tróficas límnicas son más cortas y simples que las terrestres, pero aumentan su complejidad cuando se trata de ecosistemas ribereños con macrófitas.

El estudio estructural y funcional de los ecosistemas dulceacuícolas se ve facilitado por la relativa claridad de los límites y su diferenciación de los ecosistemas terrestres. Además, ellos presentan diferentes tamaños, lo que permite variar la escala de los experimentos naturales. La limnología es la disciplina que estudia la estructura y función de los ecosistemas continentales dulceacuícolas; para ello es importante conocer los ciclos de nutrientes y de la energía a través de las cadenas tróficas, la producción primaria y los mecanismos reguladores.

Contaminación de los cuerpos dulceacuícolas

Hoy en día, se da la paradoja que el compuesto más abundante de la biosfera, el agua, es uno de los más escasos para el ser humano, que la necesita limpia y fresca. Ya no es posible beber o bañarse en cualquier cuerpo dulceacuícola sin antes conocer su estado. Los cuerpos dulceacuícolas sufren contaminación debido principalmente al depósito de sedimentos por las malas prácticas agrícolas, a la descarga de sustancias tóxicas de origen industrial y también de aguas servidas, que aportan nutrientes, los que, junto con la agricultura, contribuyen a incrementar la eutrofización. La lluvia ácida, que transporta dióxido de azufre (SO_2) y de nitrógeno (NO_2) aumenta la acidez de los ambientes acuáticos, provocando la muerte de los organismos que viven en él. Altamente tóxicos son los líquidos percolados desde basurales que llegan a los cursos de agua. La acuicultura, especialmente la crianza de salmones, contribuye a la eutrofización de los lagos en el centro-sur de Chile. El exceso de fertilización nitrogenada contamina las napas freáticas y los purines resultantes de actividades ganaderas que son vertidos a los cuerpos dulceacuícolas, contribuyen a su eutrofización. Los pesticidas agrícolas contaminan las aguas, que se tornan peligrosas para los humanos. La situación descrita se ve agravada por los cambios climáticos, que alteran el caudal de los ríos. En Chile hay que contar con los efectos del fenómeno El Niño que provoca dichos cambios, además de la deforestación o la introducción de monocultivos forestales, que muchas veces causan la pérdida de fuentes hídricas, por consumo excesivo y el consiguiente descenso de las napas.

La contaminación de los ambientes dulceacuícolas para muchos es considerado como un mal necesario de la civilización y por ello proponen límites de contaminación que no deben ser sobrepasados. Sin embargo, por la intervención política, esos límites son generalmente más permisivos de lo deseable. Si se desea un desarrollo sustentable es imprescindible cambiar nuestro enfoque respecto del desarrollo tecnológico, que no debe contraponerse a la conservación. Otro fenómeno que se debe enfrentar es la sobrepoblación mundial, que, al mismo tiempo que necesita agua potable para su consumo, es la principal causa de la contaminación de ella.

El grado de contaminación de los ambientes dulceacuícolas, específicamente del agua, se puede estimar mediante la llamada demanda biológica de oxígeno (DBO), es decir, la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos degradadores acuáticos para transformar la materia orgánica que se va acumulando al aumentar la eutrofización.

Conservación de los ambientes dulceacuícolas

La necesidad de conservación de la diversidad biológica presenta varios niveles: una conservación de variabilidad genética a nivel molecular, una conservación de especies a nivel organísmico y una conservación de ecosistemas a nivel ecológico. La conservación *in situ* exige preocuparse de este último aspecto, ya que la diversidad de hábitat que conforman el paisaje terrestre es necesaria para preservar las dos anteriores, a saber, las especies y la variabilidad genética. En este sentido, los cuerpos dulceacuícolas son fáciles de diferenciar con respecto a su ambiente, pero su conservación se complica por el aporte permanente de sustancias alóctonas.

Página derecha: **La retención de nieve en la alta cordillera de la V Región, permite el aporte de agua a los ríos en temporadas estivales y desarrollo de centros turísticos invernales como Portillo. De esta cordillera nacen numerosos ríos, siendo el más importante el Aconcagua, que recorre 142 kilómetros hasta desembocar en el mar, al norte de la ciudad de Concón.** Foto: Renato Srepel.



No existen cuerpos de agua protegidos en Chile, con excepción de aquellos incluidos dentro de las áreas silvestres protegidas del Estado (SNASPE). Por lo anterior es indispensable promover los estudios de impacto ambiental (EIA) toda vez que se quiera iniciar una actividad que ponga en peligro su integridad. Es indispensable la obligatoriedad de tratamiento previo a los residuos líquidos industriales (RILES) y a los efluentes de las empresas depuradoras de aguas servidas (EDAS). Se han propuesto numerosas medidas al respecto, pero la más eficaz parece ser la educación. Sólo con el conocimiento se comprenderá que la conservación de los cuerpos dulceacuícolas pasa por evitar la contaminación y conservación de la fauna y flora, especialmente de aquella que conforma los ambientes ribereños.

DESCRIPCIÓN DE LOS AMBIENTES DULCEACUÍCOLAS CHILENOS

Cuerpos acuáticos naturales lénticos

Lagos. Los lagos son cuerpos naturales de agua dulce, sin corriente, que se forman en el interior de los continentes. Pueden presentar diferente origen: glaciar, tectónico o volcánico. Generalmente son cuerpos de agua grandes, profundos y presentan un espejo de agua libre, donde vegeta el fitoplancton además de consumidores y degradadores. La profundidad durante el verano permite la formación de una termoclina clara. En efecto, la temperatura de la columna de agua de un lago no es homogénea; la capa superior, llamada epilimnion, aumenta su temperatura con la irradiación solar, pero las aguas más profundas conservan temperaturas muy estables, cercanas a 4 °C. Esta zona profunda recibe el nombre de hipolimnion. Entre ambas, y en una porción de la columna relativamente angosta llamada mesolimnion, se produce el brusco cambio de temperatura, que forma la termoclina.

Albuferas. Son lagos y lagunas salobres ubicadas cerca del litoral y con conexión estacional al mar, de manera que reciben aportes de agua salada, especialmente en invierno, por lo que sus aguas son salobres. Las albuferas chilenas, se presentan altamente eutrofizadas por el aporte de sales marinas, pero también por las aguas servidas, que son vaciadas en ellas por la actividad turística de veraneo. Normalmente presentan un crecimiento exagerado de macrófitos, especialmente sumergidos, lo que dificulta el aprovechamiento de las aguas. Ejemplos de estas en Chile son los lagos Vichuquén (VII Región) y Budi (IX Región).

Lagunas. Son lagos pequeños, someros, que no presentan un diferenciación térmica en profundidad. Su origen puede ser tan distinto como el de los lagos. No existe un tamaño límite que permita diferenciar un lago de una laguna y por ello a veces reciben ambas denominaciones. En las lagunas no existe oleaje, por lo que puede producirse en ella un empobrecimiento de gases disueltos, tales como el oxígeno o el dióxido de carbono.

Charcos. Son pequeñas lagunas temporales que se forman durante la época de lluvias. En la época de sequía estival se secan. Suelen encontrarse en basurales y en canteras abandonadas. Los charcos presentan una vegetación abundante, formada a partir de malezas introducidas, muchas de ellas anuales.

Lagunas primaverales. Las lagunas primaverales son lagunas que se presentan en depresiones naturales sin drenaje, en las cuales se acumula agua durante la época de lluvias. Se caracterizan por una abundante flora y vegetación de macrófitas acuáticas y palustres nativas muy exuberantes, que florecen y fructifican dentro de la temporada primaveral y luego se secan, quedando sus semillas, rizomas y otros propágulos en el suelo, para volver a generar la cubierta vegetal en la siguiente primavera. Aunque tienen un origen natural, en Chile también se presentan en depresiones denudadas por el hombre, por ejemplo, donde antes crecían bosques pantanosos de mirtáceas. Estas lagunas primaverales antropogénicas son especialmente abundantes en la cordillera costera de la IX Región..

Microlagunas primaverales. Las microlagunas primaverales son un caso especial de lagunas temporales de pequeño tamaño (no más de dos metros de diámetro), que ocupan pequeñas depresiones del tipo “Gilgai” en suelos arcillosos. Estos suelos se agrietan al secarse en verano y esas grietas son rellenadas por material pulverulento alóctono, proveniente de tierras circundantes. Cuando comienzan las lluvias, el material arcilloso autóctono y el material alóctono se humedecen y expanden con distinta intensidad, provocando un microrrelieve de depresiones y montículos cambiantes de año en año. En las primeras se acumula agua y se desarrolla una flora autóctona típicamente acuática; los segundos, que permanecen sin anegamiento, son colonizados por malezas alóctonas propias de lugares secos. Los montículos forman una matriz pratense en la cual se distribuyen espaciadamente las depresiones. Este mosaico de diferentes vegetaciones ha sido poco estudiado en Chile.

Bañados. Los bañados, conocidos también como vegas, son lagunas permanentes provocadas por inundaciones de ríos. Por ser muy someros son colonizados fácilmente por macrófitas acuáticas, las que en el mediano plazo pueden llegar a cegarlos. En el centro-sur de Chile los bañados son abundantes y siempre están conectados a los ríos que le dieron origen por inundaciones resultantes de los hundimientos de terreno provocados por los sismos de mayo de 1960. Por el rápido crecimiento de macrófitas acuáticas y palustres, los bañados son ecosistemas de alta productividad, que albergan una variada flora de macrófitas y una rica fauna de mamíferos, aves y peces.

Cuerpos dulceacuícolas naturales lóticos

Ríos. Los ríos tienen más de cinco metros de ancho y sus aguas, en permanente movimiento y de poca profundidad, no muestran una gradiente térmica. Con respecto al largo y permanencia de los ríos en Chile, de norte a sur se pueden distinguir tres zonas: en el extremo norte del país, la zona endorreica, donde los ríos no llegan al mar y normalmente desaparecen en la arena. En la zona arreica de desierto no hay cursos de agua, con excepción del río Loa y en la zona exorreica, desde la IV Región al sur, los ríos vacían sus aguas en el mar después de un recorrido variable.

Aunque los ríos chilenos son, con pocas excepciones,



Río Hueyelhue, ubicado en la recientemente declarada Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Lafken Mapu Lahual. X Región. La presencia de este río junto al río Cholguaco un poco más al sur, agrega más heterogeneidad a la vasta diversidad de ecosistemas y condiciones favorables para la vida acuática de esta zona. Estas arterias fluviales constituyen espacios limpios de aguas diáfanas que exponen gran variedad de especies nativas de peces y crustáceos. Foto: Claudio Guzmán.

relativamente cortos, suelen ser bastante caudalosos. En el curso de los ríos, entre su nacimiento en las montañas y su desembocadura en el mar, se pueden distinguir diferentes zonas: una zona de nacimiento, llamada crenón, formada por arroyos cordilleranos correntosos que confluyen para formar el río. Los productores primarios son algas y musgos adheridos a las rocas y los invertebrados se protegen bajo las piedras. Al crenón le sigue una zona intermedia de madurez, que tiene una menor inclinación y un mayor caudal y un curso sinuoso llamada ritrón. Y, por último, una zona de madurez, llamada potamón, donde el cauce se ensancha, el agua se profundiza y se aquieta la corriente, lo que provoca sedimentación y el desarrollo de grandes pantanos ribereños. Esta última parte puede actuar como un estuario con una dinámica influida por la acción de las mareas. En términos modernos, la ecología de los ríos se comprende teniendo como unidad la cuenca, es decir, toda la hoya hidrográfica drenada por un sistema fluvial. En los cuerpos dulceacuícolas lóticos es importante diferenciar la corriente, es decir, la velocidad que lleva el agua, del caudal, que corresponde a la cantidad de agua que pasa por una sección del cauce en un tiempo determinado. Los caudales de un río son muy inestables, ya que cambian con el clima.

Arroyos. Los arroyos son cursos de agua más angostos y someros y con menor caudal; por esta especial conformación, se eutrofizan más fácilmente, especialmente donde se forman remansos que aquietan las aguas. Se estima que su anchura debería fluctuar entre uno y cinco metros. La eutrofización se manifiesta en un desarrollo exuberante de la vegetación acuática y palustres de macrófitos. Esta situación se presenta en todo Chile central, donde se les conoce con el erróneo nombre de "esteros". Por la descarga de aguas servidas suelen contaminarse bastante, como sucede con el estero de Viña o el de Reñaca. Sin embargo esta situación suele ser revertida durante la época invernal, cuando, por el exceso de lluvia, traen un caudal excesivo y se desbordan, arrastrando toda la vegetación acuática. Al retirarse las aguas, las plantas acuáticas que quedan en seco, mueren.

Arroyuelos. Los arroyuelos tienen menos de un metro de ancho y, por lo tanto, presentan escaso caudal y corriente y también son de trayecto corto. Localmente se les conoce con el nombre de chorrillos, especialmente cuando se forman en la cercanía del mar. Estos arroyuelos litorales presentan una alta contaminación por las aguas servidas que descarga la actividad turística. Normalmente su espejo de agua está cubierto por plantas de hojas natantes, tales como berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Mimulus bridgessii*) y estrellas de agua (*Callitriche verna*, *Hydrocotyle ranunculoides*).

Manantiales. Corresponden a napas subterráneas que afloran a la superficie, en lo que se conoce como menuco (del mapudungun "ojo de agua"). Estos manantiales o ver-



En nuestro país se pueden distinguir tres regiones hidrográficas: la endorreica, arreica y exorreica. La región endorreica comprende ríos con cursos efímeros que no logran llegar al mar y se extiende desde el límite con el Perú hasta el río Loa, en la foto, e incluye la Puna de Atacama. La región arreica, donde sólo existen aguadas o afloramientos de aguas subterráneas, se extiende desde el río Loa al río Copiapó. La región exorreica presenta ríos que desembocan en el mar durante todo el año y comprende todo el resto del territorio, desde Copiapó hasta la Patagonia. Foto: Nicolás Piwonka.

tientes alimentan arroyuelos que desembocan en arroyos y ríos o directamente al mar. Por malas prácticas agrícolas o forestales, estos manantiales pueden secarse al descender las napas freáticas.

Fuentes termales. Las fuentes termales son vertientes de agua caliente, generalmente con alto contenido en minerales. Estas se presentan a lo largo de la cordillera de los Andes, como consecuencia del volcanismo. En ellas se encuentran algas azules, capaces de vivir a temperaturas muy altas.

Cuerpos dulceacuícolas artificiales lénticos

Represas. Las represas son lagos artificiales, construidas para almacenar y elevar el nivel del agua, la que, conducida por canales subterráneos, se lleva a centrales hidroeléctricas para producir energía. La construcción de una represa implica siempre la conversión de un ecosistema terrestre en otro dulceacuícola por inundación. En Chile existen muchos ríos que se prestan para este fin. Además, el paso del río queda interrumpido por las turbinas, por lo que se divide en dos porciones, sin intercambio biológico. Para los peces migratorios esto puede representar su extinción.

Embalses. Están construidos para almacenar agua de regadío y de consumo humano. En la zona central de Chile muchas veces se les conoce como lagos o lagunas.

Estanques. Son embalses más pequeños, que dependen del agua de lluvia para su llenado y reducen su contenido, hasta llegar a secarse, en verano.

Arrozales. Los arrozales de Chile central se cultivan en suelos arcillosos, pesados, con una estructura topográfica de pretiles (diques) y paños (pozas), que se llenan con agua de regadío. El arroz es una planta palustre, por lo que hay que mantener alto el nivel del agua, de lo contrario los paños son invadidos por las malezas que normalmente crecen en los pretiles. Estas malezas conforman una rica flora de hidrófitos y helófitos de origen alóctono. En los paños es posible encontrar la hierba del pato o tembladerilla (*Azolla filiculoides*), helecho flotante libre, que mantiene una cianobacteria fijadora de nitrógeno, del género *Anabaena*, como simbionte. En el agua de los paños se encuentran también algas azules libres.

Cuerpos dulceacuícolas artificiales lóticos

Canales. Los canales son arroyos artificiales, construidos para regadío en el centro y norte de Chile y para drenaje en el centro-sur y sur del país. En ambos casos, se captan aguas desde un cauce o de arroyuelos y se conducen a otro lugar. Los primeros suelen ser invadidos por macrófitas sumergidas, lo que disminuye su eficiencia y por ello deben limpiarse

constantemente; los segundos, antes de secarse en verano, presentan una rica flora de macrófitas acuáticas y palustres. Estas sirven como reservorio de malezas acuáticas, las que incluso pueden alojar vectores de enfermedades, tales como la hidatidosis.

Acequias. Las acequias son arroyuelos artificiales, construidos generalmente como regueras de cultivos en la zona central de Chile. Por tener una vida efímera, son poco importantes como hábitat acuático.

HUMEDALES CHILENOS COMO AMBIENTES DULCEACUÍCOLAS

Hoy en día los ambientes dulceacuícolas se incluyen dentro de los llamados humedales. Los humedales son unidades de paisaje determinadas por un anegamiento permanente o estacional del suelo. Las aguas de los humedales son someras, es decir, presentan escasa profundidad. Los humedales tienen una gran importancia como reguladores del ciclo hídrico y como reservorios de agua, como hábitat de flora y fauna e incluso humano, y además entregan recursos naturales de gran valor económico, cultural y científico.

La Convención de Ramsar (Irán) sobre humedales los definió como "extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad no exceda los seis metros". En esta definición tan amplia se incluyen todos los sistemas dulceacuícolas descritos anteriormente. Esta clasificación puede simplificarse para los humedales chilenos, que en total están integrados por cinco tipos salinos y diez dulceacuícolas. En los salinos, se encuentran marismas, albuferas y salares, algunos de los cuales pueden ser incluidos dentro de los cuerpos límnicos. Los humedales de agua dulce pueden clasificarse en ribereños y anegadizos. Los primeros, asociados siempre a un cuerpo dulceacuícola, pueden separarse en lóticos y lénticos, dentro de los cuales se incluye el resto de los ambientes dulceacuícolas ya mencionados. Pero en los humedales anegadizos que no están asociados a un cuerpo dulceacuícola, sino más bien a una napa freática alta se incluyen pantanos, bosques pantanosos, turberas y ñadis, que tradicionalmente no se han incorporado en el estudio de la limnología, disciplina que se ocupa de los sistemas dulceacuícolas continentales.

Humedales anegadizos

Pantanos. Los pantanos son formaciones vegetales anegadas todo el año, pero con una abundante vegetación en la cual predominan los grandes helófitos, como la totora (*Scirpus californicus*), el carrizo (*Phragmites australis*) y el vatro (*Typha angustifolia*), con algunos árboles alóctonos creciendo aisladamente, entre ellos, el sauce llorón (*Salix babilonica*), el sauce gatito (*S. caprea*), el sauce mimbre (*S. viminalis*) y el aliso negro (*Alnus glutinosa*). Los pantanos sirven de hábitat a una variada fauna, especialmente de batracios y aves.

Bosques pantanosos. También llamados "hualves" corresponden a bosques nativos pantanosos que se presentan en depresiones del terreno, con drenaje deficiente. Por lo anterior, pasan anegados gran parte del año, lo que impide la formación de estratos inferiores arbustivos y herbáceos y además, reduce la degradación de los restos vegetales en el piso del bosque. Estas comunidades boscosas pantanosas chilenas están formadas por mirtáceas nativas, tales como el temo (*Blepharocalyx cruckshanksii*), la pitra (*Myrceugenia exsucca*), el chequén (*Luma chequen*) y el tepú (*Tepualia stipularis*), especies leñosas que tienen utilidad para el hombre como material de construcción y también como combustible doméstico (leña). Los hualves que bordean los cursos de agua sirven de hábitat al huillín o nutria de río *(Lontra provocax)* y en su sustrato vive el camarón de vega *(Parastacus nicoletti)* que construye galerías en forma de "U". Cuando se cortan los hualves, se forman praderas de junquillo *(Juncus procerus)*.

Ñadis. Los ñadis, son suelos delgados, anegados sólo en invierno y muy secos en verano, que constituyen biótopos extremos, debido a la presencia de una capa de fierrillo impermeable (duripán férrico) que se forma entre el suelo orgánico y el sustrato de ripio. Forman una franja continua en la Depresión Intermedia del centro-sur de Chile, en el lado occidental de la cadena de grandes lagos. El paisaje de los suelos ñadi está formado por una gran cantidad de comunidades vegetales primarias y secundarias.

Turberas. Las turberas son pantanos de lugares fríos que abundan en la alta cordillera y también desde Valdivia al sur. Estos pantanos se caracterizan por presentar anegamiento permanente, un pH ácido y una gran deficiencia en nutrientes minerales. Esto último se refleja en la presencia de plantas insectívoras, que obtienen nitrógeno de los insectos que atrapan. En Chile existen dos tipos: las turberas esfagnosas y las turberas pulvinadas. Las primeras se ubican en depresiones con abundante agua edáfica llamadas "mallines" y están dominadas por el musgo pon-pon (*Sphagnum magellanicum*) acompañado de arbustos y árboles nativos de pequeño tamaño. Como dependen del agua del suelo (edáfica) reciben el nombre de topogénicas. Las segundas son turberas acojinadas, dominadas por dicotiledóneas y monocotiledóneas pulviniformes, sin crecimiento arbóreo y dependen únicamente del agua de lluvia que atrapan en sus densos cojines. Por lo anterior se conocen como ombrotróficas. Estas turberas forman carpetas verdes en laderas de la XI y XII Región y también en las islas expuestas al Pacífico de esta última.

Marismas. Las marismas son pantanos salobres que se forman en las riberas de los estuarios de los ríos, donde se mezclan agua salada marina y dulceacuícola del río. Son biótopos extremos, dominados por halófitos subarbustivos y herbáceos, que sirven de hábitat a una variada fauna de invertebrados. El suelo permanentemente anegado tiene una escasa capacidad de carga, por lo que es destruido con el pastoreo.



La bandurria habita en bosques secos, islas en lagos, roqueríos y praderas desde Antofagasta hasta Tierra del Fuego. Es un ave de llamativos colores con un pico largo y encorvado. Ave muy gregaria, forma colonias de nidificación muy numerosas en grietas o salientes de riscos en los cerros interiores, acantilados costeros, lacustres y árboles. Foto: Nicolás Piwonka.

Bibliografía

Campos, H. 1979. "El recurso de agua dulce en Chile". Boletín Informativo Limnológico, 3: 6-17.

Davis, J., D. Blasco y M. Carbonell. 1966. Manual de la Convención Ramsar – Una guía a la convención sobre los humedales de importancia internacional. Gland. 211 pp.

Elizalde, R. 1970. La sobrevivencia de Chile, La conservación de sus recursos naturales renovables (2ª edición). Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago. 492 pp.

Fuenzalida, H. 1967. "Hidrografía". En H. Fuenzalida (ed.) Geografía económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Editorial Universitaria, Santiago, pp. 153-199.

Gastó, J. 1982. "La agricultura". En J.A. Martínez (ed.) Educación ambiental, hacia el desarrollo de una conducta ecológica en Chile. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / Editorial Universitaria, Santiago, pp. 99-140.

Hauenstein, E., M. González, F. Peña-Cortés y A. Muñoz-Pedreros. 2005. Diversidad vegetal en humedales costeros de la Región de la Araucanía. En C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.) Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 197-205.

Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on Limnology, vol. I. John Wiley & Sons, New York. 1.015 pp.

Parra, O., C. Valdovinos, S. Basualto y R. Urrutia. 2005. "Diversidad fitoplanctónica de los lagos Nahuelbutanos (Chile Central)". En C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto & C. Valdovinos (eds.). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 146-158.

Ramírez, C., C. San Martín y H. Rubilar. 2002. Una propuesta para la clasificación de los humedales chilenos. Revista Geográfica de Valparaíso, 33: 265-273.

Ramírez C., R. Godoy, D. Contreras y E. Stegmeier. 1982. Guía de plantas acuáticas y palustres valdivianas. Universidad Austral de Chile, Valdivia, 64 pp.

Von Plessing, T. 1982. "La conservación del agua". En J.A. Martínez (ed.) Educación ambiental, hacia el desarrollo de una conducta ecológica en Chile. CONAF / Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Editorial Universitaria, Santiago, pp. 201-217.

Soto, D. y H. Campos. 1996. "Los lagos oligotróficos del bosque templado húmedo del sur de Chile". En J.J. Armesto, C. Villagrán y M.T.K. Arroyo (eds.) Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 317-334.

Vila, I., M. Contreras, V. Montecino, J. Pizarro & D. Adams. 2000. Rapel: "A 30 years temperate reservoir. Eutrophication or contamination?" Arch. Hydrobiol. Spec. issues Advanc. Limnol. 55: 31-44.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Academic Press. New York. 1.006 pp.

Página derecha: **Explorado por primera vez en 1898, el río Baker es el más caudaloso de Chile y tiene una extensión de 182 kilómetros. Su cuenca, que abarca 26.487 km², incluye los lagos General Carrera y Bertrand, desde donde nace. Esta cuenca posee una notable riqueza y diversidad ecosistémica, destacando el bosque siempreverde mixto y vastos humedales.** Foto: Archivo fotográfico Ocho Libros Editores.



DIVERSIDAD DE ESPECIES

INVERTEBRADOS TERRESTRES

1. ACANTHOCEPHALA

Walter Sielfeld

Este grupo, al igual que otros casos de parasitosis, está asociado a estudios de salud de animales domésticos o de criadero, algunos de los cuales han derivado en estudios ecológicos de especies silvestres. Las citas en Chile son escasas (Cattan, 1995), y sin duda, el grupo está poco estudiado en nuestro país.

Los representantes conocidos para Chile corresponden a la clase Palaeacanthocephala, que se agrupan en tres familias, todas ellas parásitas de peces óseos. La información chilena viene fundamentalmente de Zdzitowiecki (1991) que cita como huéspedes a los géneros *Notothenia, Notothenios, Pagothenia, Tramatomus, Channichthys, Chaenocephalus, Harpagifer, entre otros*. La distribución conocida de estos parásitos es magallánica y antártica.

En Polymorphida los representantes del género *Corynosoma* tienen como huéspedes finales a especies de los géneros *Arctocephalus, Hydrurga, Lobodon Otaria, Phalacrocórax,* con huéspedes intermedios, como *Genypterus, Micropogon, Muraenolepis, Notothenia, Patagonotothen*, entre otros. *Profilicollis* tiene como huésped final a *Chionis alba* y las especies de *Balbosoma* parasitan a mamíferos de las familias Ziphiidae, Balaenopteridae, Physiteridae, Balaenidae. En el siguiente cuadro se resume la situación de Acanthocephala en Chile.

Acanthocephala en Chile.

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Palaeacanthocephala	Echinorhynchida	Heteracanthocephalidae	1	1
		Arhythmachantidae	1	2
		Echinorhynchidae	2	7
	Polymorphida	Polymorphidae	3	16
Total	2	4	7	26

Bibliografía

Cattan, P. 1995. "Helmintos". En Simonetti, J. et al. (eds.). *Diversidad Biológica de Chile*, 364 pp.

Zdzitowiecki, K. 1991. "Acanthocephala". In *Synopses of the Antarctic Benthos*, vol. 3 (J.W. Wägele & J. Sieg eds.) Königstein, Koltz Scientific Books, 115 pp.

2. ANNELIDA

Walter Sielfeld

Los anélidos son organismos articulados, con segmentos al menos externamente muy homogéneos entre sí; en algunos grupos pueden existir parapodios, a los que asocian paquetes de cerdas. En los anélidos se reconocen habitualmente tres grandes grupos: poliquetos, oligoquetos y hirudinidos. Los dos últimos se agrupan a menudo como Clitelata.

Tanto los Clitelata como los Polychaeta parecen ser grupos polifiléticos (Hennig, 1994).

Los poliquetos son organismos marinos, fundamentalmente bentónicos, pero también presentan especies de tipo pelágico, los que se tratan en la sección de invertebrados marinos.

Oligochaeta

Esta clase incluye los conocidos gusanos de tierra, de tamaño variable, desde algunos milímetros hasta sobre un metro de longitud, aunque la mayoría son pequeños. De cuerpo claramente separado en segmentos, los que por lo general presentan cerdas, cuya base está inserta en la piel. Los oligoquetos son, con toda seguridad, un grupo polifilético y no hay consenso respecto de su ordenación sistemática (Hennig, 1994), destacando la de Avel (1961) y Brinkhurst y Jameson (1971), que no son totalmente concordantes entre sí. Para la presente lista se utiliza esta última, que incluye tres subórdenes: Monilogastrida, Lumbriculida y Haplotaxida. Las especies terrestres de los oligoquetos de Chile corresponden todas al último suborden. Se agrupan en cinco familias, con 84 especies y 24 géneros.

Este conjunto incluye algunas especies introducidas, como *Henlea vedntriculosa, Frisericia striata, Lumbricillus verrucosus, Enchytraeus albidus* y *E. buchholzi* (Enchytraeidae), *Microscolex dubius, M. phosphoreus* (Acanthodrilidae) y *Pheretima hawayana* (Megascolecidae).

Las especies restantes se distribuyen fundamentalmente al sur de la V Región y hasta Tierra del Fuego. *Kerria saltensis,* de la zona de Valparaíso, también ha sido registrada en el archipiélago Juan Fernández.

Este grupo ha sido poco estudiado en Chile y no cuenta con especialistas nacionales. Destaca como experto en este grupo Adras Zicsi (Hungría), que ha descrito parte importante de las especies actualmente conocidas.

En el siguiente cuadro se resume la situación de este grupo en Chile.

Bibliografía

Avel, M. 1961. "Classe des Annélides Oligochetes". *Traité de Zoologie* Tome V, fascicule I, Masson et Cie. Editeurs, Paris, France.

Baer, J. G. 1931. "Etude monographique du groupe des Temnocephales". *Bull. Biol. France et Belgique*, vol 55: 1-57.

Brinkhurst, R.O. & B.G. Jameson. 1971. Aquatic Oligochaeta of the World. Oliver and Boyd. Edinburgh.

Gluzman, C. 1990. "Nuevos aportes al conocimiento de los oligoquetos acuáticos de Chile". *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 25(2): 89-92.

Hennig, W. 1994. Wirbellose II. Gustav Fischer Verlag, Jena. 335 pp.

Juget, J. & M. Lafont. 1994. "Distribution of Oligochaeta in some lakes and ponds of Bolivia". *Hydrobiologica* 278: 125-127.

Michaelsen, W. 1904. "Catálogo de los oligoquetos del territorio chileno-magallánico y descripción de nuevas especies". *Revista Chilena de Historia Natural* 7: 262-292.

Santelices, M., V. Irribarra, R. Valdés y F. Silva. 1973. "Sobre algunos oligoquetos del Norte Chico". *Anales*. Museo Historia Natural, Valparaíso 6: 67-74.

Zicsi, An. 1989. "Revision der Gattung *Yagansia* Michaelsen, 1899 (Oligochaeta, Acanthodrilidae) Regenwürmer aus Südamerica", 11. *Acta Zoologhica Hungarica* 35(3-4): 413-430.

Zicsi, An. 1993. Neue und bekannte Regenwürmer aus Chile (Oligochaeta) (Regenwürmer aus Südamerika 19). Revue Suisse de Zoologie, 100(3): 627-640.

Zicsi, An. 1993. "Revision der Gattung *Chilota* Michaelsen sowie weitere neue Angaben zur Regenwurmfauna Chiles". *Regenwürmer aus Südametrika* 20. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 90: 151-173.

Zicsi, An. 1995. "Regenwürmer aus Bolivien (Oligochaeta)". *Revue Suisse de Zoologie*, 102(3): 585-608.

Hirudinida

Esta clase incluye las sanguijuelas, que se caracterizan por la presencia de clitelo, en el extremo posterior del cuerpo una ventosa y, a menudo, una ventosa en el extremo anterior, en la cercanía de la boca. La mayoría de las especies viven en aguas continentales y marinas, unas pocas son semiterrestres. Muchas especies son ectoparásitas, que se alimentan

Oligochaeta en Chile.

Suborden	Superfamilia	Familia	Géneros	Especies
Tubificina	Enchytraeoidea	Enchytraeidae	6	12
	Tubificoidea	Phredrilidae	1	2
Lumbricina	Lumbricoidea	Lumbricidae	7	11
	Glossoscoleoidea	Glossoscolecidae	2	2
	Megascolecoidea	Megascolecidae	8	57
Total	5	5	24	84

de sangre y otros fluidos corporales de sus huéspedes. Unas pocas especies son depredadoras de otros invertebrados.

Los hirudinidos chilenos han sido puestos al día en la revisión de Ringuelet (1985) y Siddall y Borda (2004) han descrito especies adicionales. Brusca y Brusca (1990) consideran tres subclases: Acanthodellida, Branchiobdellida y Hirudinea. Las especies chilenas continentales sólo corresponden a la última.

La distribución de las especies chilenas es fundamentalmente continental, en su mayoría desde la IV Región hacia el sur. Destacan, sin embargo, especies de la zona altiplánica, tales como *Adaetobdella cryptica* y *Theromyzon tesselatum* (Glossosiphonidae). *Helobdella duplicata* (Glossosiphonidae) es común al continente y a las islas de Juan Fernández. *Nesophilaemon skottsbergi* (Mesobdelidae) es endémica de la isla Alejandro Selkirk (Más Afuera). En el siguiente cuadro se sintetiza la situación del grupo en Chile.

Hirudinida en Chile.

Orden	Familia	Géneros	Especies
Glossiphoniiformes	Glossiphonidae	6	15
Hirudiniformes	Americobdellidae	1	1
	Semiscolecidae	1	2
	Mesobdellidae	2	2
Total	4	10	20

Bibliografía

Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, 922 pp.

Ringuelet, R.A. 1985. "Sinopsis de los Hirudineos de Chile (Annelida)". *Bol. Soc. Biol. Concepción* 56: 163-179.

Siddall, M.E. & E. Borda. 2004. "Leech collections from Chile including two new species of *Helobdella* (Annelida: Hirudinikda)". *American Museum Novitates* 3.457: 1-18.

3. NEMATODA

Walter Sielfeld

El estudio de los nemátodos de los ambientes continentales de Chile se ha centrado fundamentalmente en su relación con la salud humana, los animales domésticos y las plantas. Cattan (1995) ha presentado una síntesis sobre las especies parásitas de animales, trabajo que ha sintetizado estudios anteriores sobre el tema (Tagle, 1970; Barbero y otros, 1975, 1976, 1979; Barbero y Murúa, 1987, 1990; Cattan, 1992; entre otros).

Recientemente, Alcaíno y Gorma (2005) han entregado una puesta al día de las especies asociadas a los animales domésticos del país. Magunacelaya y Dagnino (1999) entregan una síntesis sobre especies que viven asociadas a plantas, especialmente de cultivo. Especies silvestres no asociadas a cultivos han sido descritas principalmente para la zona austral de Chile, destacando los aportes de Wouts y Bello (1998), Andrassy (1993, 2002), Coomans y Raski (1988, 1991), Raski y Coomans (1990), Raski y Maggenti (1984).

En el siguiente cuadro se resume la situación del grupo en Chile, donde se incluyen especies tanto silvestres como aquellas que viven en el suelo, asociadas a plantas de cultivo. Se han excluido deliberadamente las especies que son parásitas de animales —tanto invertebrados como vertebrados, incluido el hombre—, por considerar esto un tema que requiere de un estudio particular al respecto.

Se citan 17 familias con 70 géneros y 121 especies. De éstas, al menos 81 viven asociadas a especies de cultivo y producen daños en grados variables y según la zona.

Nemátodos en Chile.

Orden	Familia	Géneros	Especies	PP
Enoplida	Alaimidae	2	4	-
Dorylaimoida	Longidoridae	2	8	8
	Trichodoridae	2	2	2
Araeolaimida	Leptolaimidae	1	1	-
Anguilloida	Anguillilidae	1	1	-
Tylenchida	Tylenchidae	37	61	38
	Tylenchulidae	1	1	1
	Tylenchorhynchidae	1	1	1
	Pratylenchidae	2	7	7
	Paratylenchidae	1	1	1
	Hoplolaimidae	5	5	5
	Belonolaimidae	1	1	1
	Meloidoginidae	1	4	4
	Heteroderidae	2	5	5
	Nacobbidae	2	2	2
	Criconematidae	7	15	5
	Aphelechoididae	2	2	1
Total	17	70	121	81

Bibliografía

Alcaíno, H. y T. Gorma. 2005. "Parásitos de los animales domésticos de Chile". Artículo Especial. Unidad de Enfermedades Parasitarias, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad de Chile. 17 pp.

Bastian, H.C. 1864. Monograph on the Anguillulidae (Free Nematoides, Marine, Land, and Freshwater; with Descriptions of 100 New Species).

Cattan, P. 1995. "Helmintos". In Simonetti, J. et al. (eds.). Diversidad Biológica de Chile, 364 pp.

Cobb, N.A. 1916. "Notes on new genera and species of nematodes". I. Antarctic Nematodes. J. Parasitology 2.

Linstow, O. 1896. "Nematelminthen". Ergebnisse der Hamburg Magalhaens Sammelreise, III, 8.

Linstow, O. 1906. "Nematodes of the Scottish National Antarctic Expedition". Proc. Roy. Soc. Edinburg 26.

4. NEMATOMORPHA

Walter Sielfeld

Los representantes del phylum se denominan comúnmente "crines de agua" o "culebras de pelo" y reúnen animales vermiformes, largos y delgados, con longitudes de hasta aproximadamente 30 cm, todos parásitos durante el estadio larval. Los adultos son de vida libre acuática. Lastaste (1896) señala a *Gordius* como parásito de *Mantis* en Chile. Carvalho (1942) indica a *Paragordius varius* y *Paragordius esavianus* como parásitos del hombre. El género *Nectonema* es parásito de crustáceos.

A nivel chileno este grupo es prácticamente desconocido y los escasos antecedentes son entregados por Blanchard (1849) en la obra de Claudio Gay. Destacan a nivel sudamericano los trabajos de Heinze (1935 y 1937). Mirelles (1977) presenta una síntesis de la situación en la República Argentina. Recientemente, Villalobos y otros (2000) aportan nuevos antecedentes sobre estos organismos en ese país.

En Chile está presente la familia Gordiidae con las especies *Gordius chilensis* Blanchard, 1849 (Chile central), *Gordius paranensis* Camerano, 1892 (Chile, Nueva Zelanda) y *Beatogordius latastei* (Camerano, 1895) (Santiago; Chile central; Argentina).

Bibliografía

Camerano, L. 1892. "Sur quelques Gordiens nouveaux ou peu connus". Bull.Soc.Zool. France, 18: 216.

Camerano, L. 1895. "Gordiens nouveaux ou peu connus du Musée d'Histoire Naturelle de Leyden". Notes Leyden Mus. 17: 9.

Camerano, L. 1895. "Description d´une nouvelle espèce de Gordius du Chili". Act. Soc. Sci. Chili, 5: 8-9.

Camerano, L. 1897. "Nuova classificatione des Gordii". Zool. Anzeiger, 20: 225-229.

Camerano, L. 1897. "Monografía dei Gordii". Mem R. Accad. Sci. Torino (ser. 2) 47: 339-419.

Camerano, L. 1915. "Revisione dei Gordii". Mem R. Accad. Sci. Torino (ser. 2) 66(1): 1-66.

Miralles, D.A. 1977. Gordiida. Biota Acuática de Sudamerica Austral. S.H. Hurlbert (ed.), pp. 80-82.

Schmidt-Rhaesa, A., S. Thomas & R. Poulin. 2003. "Redescription of *Gordius paranensis* Camerano, 1982 (Nematomorpha), a species new for New Zealand". Journal of Natural History 34(3): 333-340.

Villalobos, C., A. Schmidt-Rhaesa y F. Zanca. 2003. "Revision of the Genus *Beatogordius* (Gordiida, Nematomorpha). II. South American Species with Description of Two New Species". Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 98(1): 115-128.

5. PLATYHELMINTHES

Walter Sielfeld

Los gusanos planos son metazoos de simetría bilateral, con forma más o menos aplastada dorsoventralmente; las especies más grandes son de forma foliácea o cilíndrica o subcilíndrica, más o menos alargada; carecen de aparato circulatorio o respiratorio; el tubo digestivo es en general atrofiado, frecuentemente presenta ramificaciones, y tiene un solo orificio ubicado en un sector variable, pero siempre en la faz ventral del cuerpo; la faringe se presenta más o menos diferenciada; posee protonefridios más o menos aparentes y diferenciados; aparato reproductor de tipo hermafrodita. Reúne especies parásitas, de vida libre, terrestres y acuáticas.

La sistemática supragenérica de los platyhelmintos es aún poco clara y objeto de debate. Se sigue aquí a Brusca y Brusca (1990), que reconocen las clases Turbellaria, Monogenea, Trematoda y Cestoda. Temnocephalida es reconocida por algunos autores como clase independiente, criterio que aquí se sigue.

Turbellaria y Temnocephala son de vida libre, o ectoparasítica en el último caso. Monogenea, Trematoda y Cestoda son endoparásitos estrictos de animales, principalmente vertebrados y no se incluyen en el presente análisis.

Temnocephalida

Esta clase incluye lombrices con aspecto de sanguijuelas, de afinidad imprecisa, incluida por Avel (1961) en la clase Oligochaeta, mientras Baer (1961) los reconoce como parte de la clase independiente Temnocephalida.

En Chile se ha encontrado a la fecha sólo la familia Temnocephalidae, de amplia distribución en Sudamérica, Europa, Asia y Norteamérica; incluye nueve géneros, uno citado para Chile.

La única especie chilena fue descrita inicialmente como *Branquiobdella chilensis* Moquin-Tandon, 1846 e incluida por su autor en el orden Hirundinacea considerando su apariencia externa. Blanchard (1849) crea el género *Temnocephala* para la misma especie, la que también incluye entre las sanguijuelas (Hirundinacea). Finalmente Baer (1931) y Bresslau y Reisinger (1933) establecen su carácter como orden independiente y denominado Temnocephalida a partir del género de Blanchard.

La biología de la única especie chilena que vive en asociación con las especies de crustáceos del género *Aegla* de Chile central, ha sido estudiada por Goetsch (1935), y según Del Valle (2000), sobre *Parastacus pugnax* en la VIII Región.

La única especie se denomina *Temnocephala chilensis* Moquin-Tandon, 1846 y se distribuye en Chile central.

Bibliografía

Avel, M. 1961. Classe des Annélides Oligochetes. Traité de Zoologie Tome V, fascicule I, Masson et Cie. Editeurs, Paris, France.

Bresslau, E., & R. Reisingere. 1933. Temnocephalida. Kükenthal, Handbuch der Zoologie. Vol. 2: 294-309.

Baer, J.G. 1931. "Etude monographique du groupe des Temnocephales". Bull. Biol. France et Belgique, vol. 55: 1-57.

Del Valle, E. 2000. Temnocephala sp. en Parastacus pugnax de la VIII Región, Chile. Resúmenes, XX Jornadas de Ciencias del Mar, Concepción, Chile, p. 108.

Goetsch. 1935. "Biologie und Regeneration von *Temnocephala chilensis*". Zool. Jahrb. Syst., 67: 195-212.

Turbelaria

Las planarias son gusanos planos de vida libre. La sistemática y el conocimiento de las planarias de Chile es aún insuficiente; sin embargo constituyen una base bastante sólida

los aportes de Marcus (1954) para especies acuáticas y marinas y Fröhlich (1978) para especies terrestres. Aportes recientes han sido presentados por Moretto (1996) para el género *Dugesia* y Baeza y otros (1997) para el género *Tythanosceros*. La ordenación general adoptada aquí para el grupo se basa en Beauchamp (1961).

De los órdenes conocidos para Chile (Archoophora, Macrostomida, Eulecithophora, Protriclada, Triclada y Polyclada), sólo Triclada está presente en ambientes continentales.

Este orden está representado por los subórdenes Paludicola (géneros *Dugesia* y *Curtisia*), que habita ambientes húmedos, ríos y lagos desde el altiplano hacia el sur, y Terricola (géneros *Gusana*, *Timyma*, *Geoplana* y *Liana*) netamente terrestres, desde Huasco hasta Chiloé. En el siguiente cuadro se resume la información existente.

Turbelarios en Chile.

Orden	Suborden	Familia	Géneros	Especies
Tricladida	Paludicola	Planariidae	2	6
	Terricola	Geoplaniidae	4	10
Total	2	2	6	16

Bibliografía

Beauchamp, P. 1939. "Results of the Percy Sladen Trust Expedition to Lake Titicaca, 5 Rotiferes et Turbellaries". Transactions of the Linnean Soc. of London 1: 51-79.

Curino, A.C. & N.J. Cazzaniga. 1993. "A new species of freshwater planarian from Chile (Tricladida) with a nomenclature note on Girardia festae (Borelli, 1898)". Proceedings of the Biological Soc. of Washington 106: 633-644.

Fröhlich, E.M. 1978. "On collections of Chilean land planarians". Bol. Zool. U. Sao Paulo 3: 7-80.

Götsch, W. 1933. "Verbreitung und Biologie der Landplanarien Chile's". *Zool. Jahrbücher* (Syst.) LXIV: 245-288.

Götsch, W. 1935. "Biologie und Regeneration von Temnocephala chilensis". *Zool. Jahrb*. Syst., 67: 195-212.

Hyman, L.H. 1959. "On the freshwater planarians from Chile". *Am. Mus. Novitates* 1932: 1-11.

Marcus, E. 1954. "Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949". 11. Turbellaria. *Lunds Universitets Arskrift* N. F. Avd. 2 Bb. 49(13): 1-114.

6. MOLLUSCA

Walter Sielfeld

El estudio de los moluscos en Chile comienza con los trabajos de Molina (1782); posteriormente, una gran cantidad de científicos han aportado al conocimiento del grupo.

Actualmente son varios los zoólogos interesados en el tema, los que han ampliado la investigación, incorporando aspectos biológicos de estos organismos. Al respecto, Valdovinos (1999) realiza un trabajo recopilatorio del grupo entregando su distribución por cada cinco grados de latitud, más islas y territorio antártico chileno.

Actualmente para Chile se reportan más de 1.200 especies, principalmente marinas, y más de 100 especies, entre terrestres y dulceacuícolas.

Gastropoda

Los caracoles terrestres (siguiente cuadro) corresponden al orden Stylommatophora y están representados por 14 familias. De estas son introducidas Zonitidae, Limacidae y Helicinae. Reúnen en conjunto nueve especies. La familia Pupillidae es tropical y abarca desde Perú hasta el norte de Atacama. Las especies de Tornatellidae son exclusivas de Isla

Caracoles en Chile.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Gastropoda	Pulmonata	Stylommatophora	Verocinellidae	2	2
			Pupillidae	1	3
			Tornatellinidae	4	21
			Succineidae	2	16
			Strophocheilidae	1	4
			Endodontidae	7	30
			Limacidae	3	5
			Zonitidae	1	2
			Streptaxidae	1	1
			Systrophiidae	2	3
			Haplotrematidae	1	1
			Acavidae	1	1
			Bulimulidae	7	42
			Helicidae	1	2
Total	1	1	14	34	133

de Pascua, archipiélago Juan Fernández y San Félix y San Ambrosio; Succinea y Endodontidae son características de los bosques lluviosos del sur y zona austral de Chile y Juan Fernández; Systrophiidae es de distribución austral, Streptaxidae y Haplotrematidae son familias tropicales. Acavidae (Macrocyclidae) está representada por el caracol más grande de Chile y típico de la zona centro-sur del país. En total reúnen 14 familias y 133 especies.

Bibliografía

Valdovinos, C. 1999. "Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional". Gayana, 63(2): 111-164.

7. ARTHROPODA

MIRIAPODOS

Walter Sielfeld

Chilopoda (Ciempiés)

Los quilópodos o ciempiés están ampliamente distribuidos en las zonas templadas y tropicales del mundo, estando sólo ausentes en las zonas polares. Todas sus especies son depredadoras, fundamentalmente nocturnas, y en muchos casos disponen de glándulas ponzoñosas asociadas a sus quelíceros. En Chile se les encuentra desde el extremo norte hasta la región austral, con dos subclases, cuatro órdenes y quince familias.

Los quilópodos han sido poco estudiados, destacando los primeros aportes realizados por Silvestri (1899), el trabajo de Chamberlin (1955) sobre material colectado durante la expedición LUND a Chile y el de Kraus (1957) sobre Pselliodidae. La situación de la familia en Chile está descrita en el siguiente cuadro.

Chilopoda en Chile.

Infraclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Epimorpha	Geophilida	7	20	37
	Scolopendrida	3	4	14
Anomorpha	Lithobida	3	7	13
	Scutigerida	1	1	2
Total		14	32	66

Bibliografía

Chamberlin, R. 1955. "The Chilopoda of the Lund University and California Academy of Science expeditions". Lunds Universitets Arsskrift N.F. Avd. 2, Bd. 541, n. 5: 61 pp.

Silvestri, F. 1899. "Contribución al estudio de los Quilópodos chilenos". Revista Chilena de Historia Natural, III (10-11): 141-152.

Würmli, M. "Synopsis der neotropischen Psellioididae (Chilopoda, Scutigeromorpha)". Studies on Neotropical Fauna and Environment 13(2): 135-142.

Diplopoda (Milpiés)

Los diplópodos o milpiés incluyen aproximadamente 80.000 especies, de las cuales sólo se han descrito a la fecha entre un 11 y un 12 por ciento (Hoffman et al. 1996). Constituye uno de los grupos más numerosos de animales, después de los insectos y los arácnidos.

Los diplópodos son mesófilos e hidrófilos, por lo que la mayoría de su riqueza específica y diversidad se centra en las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Los hábitat de condiciones extremas, tales como desiertos y zonas frías, corresponden a zonas marginales de distribución y son, por lo general, evitadas por estos artrópodos.

Todos los diplópodos son detritófagos y tienen un importante papel en la reducción de material de origen vegetal y formación de suelo. La mayoría de las especies son estratobiontes (viven sobre el suelo); otros son cavernícolas, geobiontes o edafobiontes o epiphytobiontes (Golovatch, 1987).

La situación del orden en Chile ha sido estudiada por Gervais (1847), Silvestri (1903), Chamberlin (1957) sobre material de la expedición LUND a Chile, y aportes posteriores de Demange y Silva (1971a y b) sobre Spirostreptidae y Sphaerotrichiopidae, Mauries y Silva (1970) sobre Siphonotidae y Shear (1988) sobre Eudigonidae. En el siguiente cuadro se esquematiza la situación de la clase en Chile.

Diplopoda en Chile.

Orden	Familia	Géneros	Especies
Polyxenida	Polyxenidae	1	3
Polyxonida	Siphonotidae	2	10
Julida	Julidae	2	2
	Nemasomidae	1	1
Spirobolida	Rhinocricidae	1	2
Spirotrepida	Cambalidae	2	2
	Spirotreptidae	1	2
Chordeumida	Eudigonidae	3	5
Polydesmida	Strongylosomidae	4	5
	Dalodesmidae	3	20
	Polydesmidae	1	1
	Sphaetrichopidae	7	24
Total	12	28	77

Bibliografía

Demange, J.M. & F. Silva. 1971. "Nouvelle espèce chilienne du genre Autostreptus Silvestri et description du matériel type de *Iulus chilensis* Gervais, 1847, type du genre (Myrapode, Diplopode, Spirostreptoidea, Spirostreptidae, Spirostreptinae)". Bulletin du Musée National d´Histoire Naturelle 42 (4): 708-715.

Demange, J.M. & F. Silva. 1971. "*Abatodesmus velosoi* nov. sp. nouvelle espèce chilienne de la famille des Sphaerotrichiopidae (Myrapode, Diplopode: Polydesmoidea)". Bulletin du Musée National d´Histoire Naturelle 42 (5): 881 - 886.

Hoffman, R.L., S.I. Golovatch, J. Adis & J.W. de Morais. 1996. "Practical keys tot the orders and families of milipedes of the Neotropical Region (Myriapoda: Diplopoda)". Amazoniana XIV (1/2): 1-35.

Mauries, J.P. & F. Silva. 1970. "Colobognathes du Chili I. Espèces nouvelles du genre *Siphonotus* Brandt (Diplopoda)". *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle* 42 (5): 887-902.
Shear, W.A. 1988. The chordeumatid millipedes of Chile (Diplopoda, Chordeumatida). American Museum Novitates 2912: 1-10.

PSEUDOARTHROPODA

Walter Sielfeld

Los pentastómidos, onicíforos y tardígrados constituyen clases zoológicas de filogenia inadecuadamente definida. Presentan características intermedias entre vermes y artrópodos, por lo que se les considera a menudo como parartrópodos, lo que no constituye, sin embargo, una categoría sistemática.

Pentastomida

Los representantes de esta clase son parásitos internos de otros animales y se les conoce como pentastómidos o gusanos linguiformes. Sus larvas son del tipo tardigradiforme, con dos pares de pies armados de garras, donde, por lo general, su desarrollo considera un cambio de huésped. Aparentemente se produce una infestación primaria de un herbívoro mediante huevos expulsados al exterior. En este herbívoro se desarrolla la larva hasta un tamaño tal que sea capaz de infestar al carnívoro que consume habitualmente a la especie de herbívoro inicial. Entre los huéspedes terminales se conocen una serie de animales de presa tales como serpientes, cocodrilos, aves y mamíferos. Como huéspedes intermedios se citan mamíferos y aves.

La distribución geográfica depende directamente de la distribución de los huéspedes definitivos, representados mayoritariamernte por serpientes de tipo tropical y subtropical. La clase ha sido poco estudiada en Chile, conociéndose con certeza a la fecha sólo una especie. La clase incluye dos órdenes: Cephalobaenida y Porocephalida. Para Chile sólo se ha citado al orden Porocephalida y de éste la familia Linguatulidae.

Esta familia incluye el género *Linguatula* Fröhlich, 1789, con cuatro especies, cuyas larvas y los adultos parasitan mamíferos de Eurasia, África, Australia y Sudamérica. La especie más ampliamente distribuida *es Linguatula serrata* Fröhlich, 1789, cuyas larvas parasitan más frecuentemente a Lagomorpha (conejos y liebres) y los adultos se instalan en los senos nasales y frontales del lobo, zorro, perro y muy excepcionalmente cabra, caballo, oveja y el hombre. Esta especie ha sido citada en senos nasales del perro doméstico de Chile central por Sievers (1926).

Bibliografía

Sievers, H. 1926. *Linguatula serrata* Fröhlich y su existencia en Chile. Revista Chilena de Historia Natural XXX, p. 306.

Onychophora

Los onicóforos o gusanos terciopelo son pseudoartrópodos de cuerpo vermiforme y blando, sin metamerización aparente y externamente sin definición de regiones particulares. Son animales lentos, fundamentalmente nocturnos, que contraen su cuerpo al estilo de las sanguijuelas y no ondulan el cuerpo durante su traslación. Durante el día se refugian en la vegetación o en grietas. La alimentación es carnívora, siendo conocido el caso de *M. blainvillei* que se alimentaría de *Neotermes chilensis* según Johow (1911). Las especies chilenas habitan bosques húmedos, donde se refugian durante el día en galerías antiguas de insectos xilófagos, en troncos y madera putrefacta y descompuesta.

Las formas actuales se distribuyen en dos familias: Peripatidae y Peripatopsidae. La primera es de distribución fundamentalmente ecuatorial, con miembros en la América tropical, África, Málaca, Borneo, Sumatra y al pie de los Himalaya. La segunda familia es de distribución austral con representantes en el sur de África, Nueva Zelanda, Australia, Tasmania y Chile. Las especies chilenas han sido estudiadas por Blanchard (1849), Bouvier (1902, 1928), Claude-Joseph (1928) y Johow (1911). La situación de la clase en Chile se presenta en el siguiente cuadro.

Onychophora en Chile.

Familia	Especies	Distribución
Peripatopsidae	*Metaperipatus blainvillei* (Gervais, 1853)	Contulmo
	Paropisthopatus cotesi (Gravier & Fage 1925)	Santiago y Valparaíso
	Paropisthopatus umbrinus (Johow, 1911)	Zapallar

Bibliografía

Blanchard, E. 1849. Onycophora. En: Gay, C. (ed.) Historia Física y Política de Chile, Zoología, vol. 3, pp. 59-60.
Bouvier, E.-L. 1905-1907. Monographie des Onychophores. Ann. Sc. Nat., Zoologie, 9ª ser, 2-5.
Bouvier, E.-L. 1901. Sur la reproduction et le développement du *Peripatopsis blainvillei* Blanchard. Compte-rendus de l'Académie des Sciences de Paris, v. 133, pp. 518-521.
Bouvier, E.-L. 1902. Sur l'organisation, le dévelopement et les affinités du *Peripatopsis blainvillei* Gay-Gervais. Zoologischer Jahrbücher Supplementband, Fauna Chilensis, v. 2, pp. 675-730; Pl. XX-XXII.
Bouvier, E.-L. 1928. A propos des observations du Pr. Claude-Joseph sur un Péripate du Chili. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 10, v. 11, p. 260.
Claude-Joseph, H.J. 1928. Observations sur un Péripate du Chili (*Opisthopatus blainvillei* Gay-Gervais). Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 10, v. 11, pp. 285-298.
Claude-Joseph, H.J. 1928. Observaciones sobre el *Peripatus blainvi-*

llei Bl. Revista Chilena de Historia Natural, v. 31, pp. 223-236.
Cockerell, T.D.A., 1908. Review of Monographie des Onychophores by E. L. Bouvier, extracted from Annales des Sciences Naturelles, Zoologie_ (1907). Science, v. 27, pp. 619-621.
Gravier, C. & L. Fage. 1925. Sur une nouvelle espèce de Péripate du Chili (*Opisthopatus costesi*). Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 10, v. 8, pp. 185-200.
Johow, F. 1911. Observaciones sobre los onicóforos chilenos. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Santiago, III (1): 79-98.
Peck, Stewart B. 1975. A review of the New World Onychophora with a description of a new cavernicolous genus and species from Jamaica. Psyche, v. 82, pp. 341-358.
Porter, C.E. 1905. Los Onicóforos. Rev. Chil. Hist. Nat., IX (2-3): 124-130.
Porter, C.E. 1917. Bibliografía chilena razonada de Miriápodos y Onicóforos. Revista Chilena de Historia Natural, v. 21, pp. 52-62.

TARDIGRADA

Los tardígrados son animales de vida marina, agua dulce y de ambientes húmedos; son de talla pequeña (aproximadamente 1mm de longitud). Se han descrito más de 800 especies, que viven asociadas a musgos, agua dulce y el mar. En el ambiente continental habitan dos grupos característicos: orden Eutardigrada (formas blandas, nunca armadas y muy móviles) y orden Heterotardigrada (formas armadas, con numerosos apéndices y placas, poco móviles). Un tercer orden –Mesotardigrada– incluye una sola familia (Thermozodiidae) con una especie*: Thermozodium esakii* Rahm, 1937, conocida únicamente en aguas termales (40 ºC) de Japón.

Los tardígrados de Chile han sido estudiados en una primera fase por Rahm (1904, 1911, 1931) y luego Usher y Dastych (1987), Dastych (1989) y McInnes (1995) para territorio antártico, Ramazotti (1964), Binda y Pilato (1991, 1992, 1994, 1999), Pilato y Binda (1997-1998), Maucci (1988), Nelson, Prins y Schuster (1987), entre otros.

La situación de la clase en Chile se resume en el siguiente cuadro.

Tardigrada en Chile.

Orden	Suborden	Familia	Géneros	Especies
Heterotardigrada	Echiniscoidea	Echiniscidae	2	8
		Oreellidae	1	3
Eutardigrada		Macrobiotidae	9	29
		Milnesiidae	1	2
Total		4	13	42

Bibliografía

Binda, M.G. & G. Pilato. 1991. Tardigradi di Terra del Fuoco e Magallanes. 1. *Milnesium brachyungue*, nuova specie di tardigrado Milnesiidae. Animalia (Catania) 17: 105-110.
Binda, M.G. & G. Pilato. 1992. *Minibiotus furcatus*, new systematic position for *Macrobiotus furcatus* Ehrenberg, 1859, and description of two new species of *Minibiotus*. Animalia (Catania) 19: 111-120.
Binda, M.G. & G. Pilato. 1994. *Dactylobiotus caldarellai* nuova specie di eutardigrado della Terra del Fuogo. Animalia 21: 87-91.
Binda, M.G. & G. Pilato. 1999. *Dactylobiotus lombardi* sp. n. (Eutardigrada: Macrobiotidae) from Tierra del Fuego, with a Key to the Dactylobiotud – species. Zoo. Anzeiger 238: 147-155.
Dastych, H. 1984. The Tardigrada from Antartica with description of several new species. Acta Zool. Cracov. 27: 377-436.
Dastych, H. 1989. An annotated list of tardigrada from the Antarctic. 136/ 137. Entomol. Mitt. Zool. Mus. Hamburg 136/ 137: 249-257.
Maucci, W. 1988. Tardigrada from Patagonia (Southern South America) with description of three new species. Rev. Chilena Entomología 16: 5-13.
McInnes, S. 1995. Taxonomy and ecology of tardigrades from Antarctic lakes. M. Phil. Open University, p. 248.
Mihelcic, F. 1967. Ein Beitrag zur Kenntniss der Tardigraden Argentiniens. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 107: 43-56.
Murray, J. 1913. Notes on the Natural History of Bolivia and Peru (Scottish Oceanographic Laboratory), Edinbourgh.
Nelson, D.R., R. Prins & R.O. Schuster. 1987. Preliminary report on Tardigrada from southern Chile. Journal of the Tennessee Academy of Sciences 62(2): 1-42.
Pilato, G. & M.G. Binda. 1990. Tardigradi di Terra del Fuoco e Magallanes. 3. Macrobiotus punctillus, nuova specie di Macrobiotidae del grupo hufelandi. Animalia (Catania) 17: 123-129.
Pilato G. & M.G. Binda 1997/98. Remarks on *Diphascon alpinus* Murria, 1906, *D. chilenense* Plate, 1889 and *D. pingue* (Marcus, 1936) (Eutardigrada,Hypsibiidae) and description of a new species of the *pingue* group. Zool. Anzeiger 236: 181-185.
Rahm, G. 1931. Tardigrada of the South of America (esp. Chile) Revista Chilena de Historia Natural XXXV, pp. 118-141.
Rahm, G. 1937. A new Ordo of Tardigrades from the hot springs of Japan. Annot. Zool. Jap., 16.
Rahm, G. 1911. Südamerikanische Tardigraden. Zool. Anzeiger, vol 36, Leipzig.
Rahm, G. 1904. Vorläufiger Bericht über die Antarktische Moosfauna. Verhandl. Deutsche Zool. Gesellschaft.
Ramazzotti, G. 1964. Tardigradi del Cile – III, con descrizione delle nuove specie *Oreella minor* e *Pseudechiniscus lateromamillatus*. Atti. Soc. Ital. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat. Milano, 103: 347-355.
Usher, M.B. & H. Dastych. 1987. Tardigrada from the maritime Antarctic. British Antarctic Survey Bull. 77: 163-166.

HEXÁPODOS

¿Qué son los hexápodos?

Resulta poco frecuente referirse a los hexápodos como un grupo animal, pero es la forma de resolver la dicotomía que constituyen los animales que se caracterizan por presentar tres pares de patas, con una rama considerada más primitiva llamados Parainsecta, formada por los órdenes Collembola y Protura, y la otra más evolucionada, correspondiente a los Insecta y constituida por 31 órdenes. De ellos, 28 están presentes en Chile. Hacen excepción los Grylloblattodea, Zoraptera y Mantophasmatodea.

LOS PARAINSECTOS

Ariel Camousseight

Orden Collembola

Los colémbolos pueden dividirse de manera general, en dos grandes grupos, aquellos con cuerpo alargado y con segmentos corporales bien diferenciados —Arthropleona—



Collembola Arthropleona. Foto: Marcelo Guerrero.

y aquellos con cuerpo globoso y segmentos fusionados (no diferenciados), Symphypleona.

De talla pequeña a diminuta (1 a 3 mm de largo), pigmentados o blanquecinos; cabeza con ojos constituidos por grupos no superiores a ocho omatidios por cada lado, antenas de cuatro segmentos y armadura bucal alargada, alojada al interior de la cabeza. Tórax trisegmentado, patas con cuatro segmentos, ausencia de alas. Abdomen con seis segmentos, ventralmente con órgano (furca) adaptado para saltar.

Comen principalmente vegetales en descomposición, hongos y polen, con lo cual restituyen al suelo las materias orgánicas. Se les considera fabricantes de humus o tierra fértil la que además, remueven hacia la superficie.

Es posible señalar la presencia en Chile de 11 de las 20 familias en que se divide el orden (véase el cuadro 1). En estas 11 familias se distribuyen los 49 géneros conocidos del país y las 121 especies. Cuatro géneros y 56 especies son endémicos. De las restantes 65 especies, 11 se comparten sólo con Argentina, con lo que un total de 67 especies serían características del cono sur de América.

Dada la escasez de estudios taxonómicos acerca de la representación del orden Collembola en Chile, su conocimiento es sin duda fragmentario y la representación del grupo en colecciones es muy reducida.

Orden Protura

El segundo componente de los parainsectos es el orden Protura. Son animales delicados, pálidos, de talla no superior a 2 mm. Son sólo caminadores. Se recolectan únicamente por medio de procedimientos especiales de muestreos de suelo. Su presencia en Chile se reduce a una mención.

Insectos

Los insectos propiamente dichos se subdividen en Apterigotos sin alas y Pterigotos con alas.

Apterigota

Ariel Camousseight

Los insectos apterigotos en Chile se encuentran representados por los órdenes Diplura, Archaeognata y Thysanura.

Cuadro 1. **Taxa de Collembola en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Arthropleona		
Hypogastruridae	5	15
Odontellidae	1	2
Neanuridae	13	29
Onychiuridae	7	14
Isotomidae	10	31
Entomobryidae	6	18
Cyphoderidae	1	1
Oncopoduridae	1	1
Tomoceridae	1	2
Symphypleona		
Dicyrtomidae	1	1
Sminthuridae	3	7
Total	49	121

Cuadro 2. **Taxa de Diplura en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Parajapygidae	*Parajapyx*	*isabella*
Japygidae	*Nelsjapyx*	*soldadi*
		hichinsi
	Rossjapyx	*autralis*
		anodus
	Chiljapyx	*caltagironei*
	Penjapyx	*altus*
		castrii
	Teljapyx	*riestrae*
		megalocerus
		bidentatus
		larva
		talcae
		hirsutus
		costalus
Campodeidae	*Eutrichocampa*	*chilensis*
		breviseta
	Notocampa	*pacifica*
Total	8	18

Orden Diplura

Orden cosmopolita con cerca de 800 especies. Se encuentran principalmente en suelos húmedos, bajo troncos o piedras. Son considerados los insectos más primitivos.

Cabeza prolongada horizontalmente, ojos ausentes, antenas moniliformes. Tórax con segmentos bien nítidos, patas cortas. Abdomen con diez segmentos bien desarrollados, cercos varían desde las formas filiformes, muy segmentadas, semejantes a antenas hasta cortos y anillados o reducidos a un par de fuertes fórceps unisegmentados.

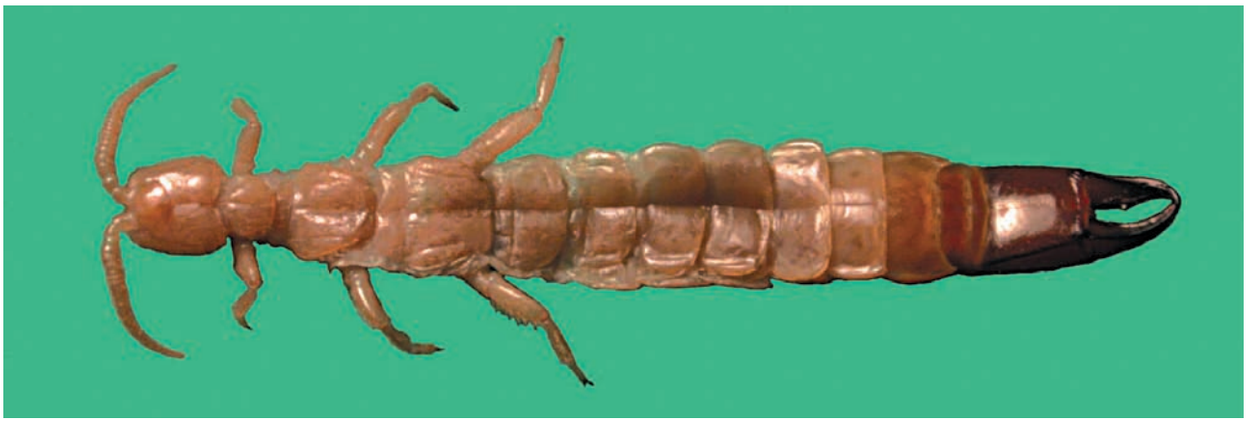
El orden se divide en nueve familias y en Chile (véase el cuadro 2) estarían representadas tres de ellas: Campodeidae, con tres especies; Parajapygidae con una y Japygidae con catorce.

Además existen cuatro especies de situación incierta.

Orden Archaeognata

Orden reducido, no supera las 400 especies conocidas en el ámbito mundial.

Insectos pequeños, con cabeza inclinada verticalmente, ojos compuestos y antenas multisegmentadas, largas. Tórax



Diplura Japygidae. Foto: Marcelo Guerrero.

con segmentos fuertemente arqueados y abdomen que se adelgaza hacia el extremo posterior, con su contorno continuo al del tórax, con largos cercos y filamento medio.

De vida libre y nocturna, viven bajo rocas, corteza y humus. Se alimentan de algas, líquenes y restos vegetales.

El orden se divide en dos familias y sólo Minerellidae estaría representada en Chile por tres géneros y tres especies: *Machiloides anceps* (Nicolet, 1849), *Machilis striata* (Nicolet, 1849) y *Kuschelochiles ochagaviae* (Wygodzinski, 1951). El conocimiento del grupo es escaso y, en muchos aspectos, nulo.

Orden Thysanura (pecesitos plateados)

Se considera el orden más evolucionado de los insectos apterigotos. Ampliamente repartido en el mundo entero, pero conocido por no más de unas 370 especies, las que se



Thysanura. Foto: Marcelo Guerrero.

agrupan en cuatro familias. En Chile están representadas tres de ellas (véase el cuadro 3).

***Cuadro 3*. Taxa de Thysanura en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Nicoletiidae	*Trinemophora*	*michaelseni*
		schaefferi
	Atelura	*bifida*
Lepismatidae	*Cetenolepisma*	*horrens*
	Isolepisma	*annectens*
Maindroniidae	*Maindronia*	*neotropicalis*
Total	5	6

Individuos con cabeza dirigida verticalmente, ojos compuestos pequeños y antenas filamentosas, más o menos alargadas. Tórax con segmentos definidos y no muy arqueados, patas aptas para correr. Abdomen ahusado, generalmente de ancho semejante al del tórax, cercos largos y presencia de filamento medio caudal. Aspecto general aplanado y escamoso.

Son de vida libre, muy ágiles, viven bajo corteza o humus. Pueden ser cavernícolas, asociarse a nidos de termitas y de hormigas e incluso a las viviendas humanas donde es frecuente encontrarlos en lugares húmedos.

Pterigota o Insectos alados

Este gran grupo reúne a todos aquellos insectos que en sus orígenes presentaron alas, a pesar que sus actuales representantes no las posean, como es el caso de las pulgas y los piojos, entre otros.

De acuerdo a la forma en que se desarrollan, pueden dividirse en dos grupos; los hemimetábolos, en los que a partir de un huevo nace un individuo semejante al adulto (ninfa) y que tras sucesivas mudas de su recubrimiento tegumentario o exoesqueleto crece y alcanza el estado reproductivo, proceso conocido como "metamorfosis incompleta"; y los holometábolos, en los que del huevo nace un individuo totalmente distinto al adulto (larva), que, tras mudar, aumenta de tamaño y se transforma en un segundo estado (pupa) inmóvil, habitualmente encerrada en un capullo, donde se desarrollan estructuras especializadas y desde allí dan origen a un adulto capaz de reproducirse, proceso llamado "metamorfosis completa".

En Chile el primer grupo reúne un total de 14 órdenes y el segundo, diez; en estos últimos se incluyen los insectos de mayor impacto en la diversidad biológica, dado el alto número de sus especies constitutivas, como es el caso de los escarabajos, moscas, mariposas, polillas, avispas, hormigas y abejas.

Hemimetábolos

Al interior de los hemimetábolos, es posible diferenciar a aquellos con alas de movilidad restringida o paleópteros, de los con un mejor y más evolucionado desarrollo alar, o neópteros.

Paleoptera

Ariel Camousseight

El grupo Paleoptera está constituido por los órdenes Ephemeroptera y Odonata.

Orden Ephemeroptera (efímeros, efemerópteros)

Los efemerópteros son muy conocidos en la pesca deportiva llamada "con mosca", que utiliza símiles de ninfas y adultos de este orden y no de moscas (Diptera). La confusión se plantea por la utilización de la traducción del nombre vulgar con que en inglés se identifica el orden Ephemeroptera "*mayflies*" (moscas de mayo).

Se considera el orden de insectos alados más primitivos. Las ninfas o juveniles de todas las especies son acuáticas y están presentes en aguas relativamente no contaminadas. Respiran a través de branquias pares, ubicadas a los costados de los segmentos abdominales. Es el único grupo que presenta un estadio subimaginal o preadulto, alado, que, luego de mudar, origina el adulto, también alado. Tanto adultos como subimagos son de corta vida, desde unas pocas horas hasta unos días; no se alimentan, presentan el aparato bucal atrofiado; los machos además, transforman el tracto intestinal en un órgano aerostático que les ayuda a mejorar el vuelo. Pueden constituir características sexuales accesorias de los machos de muchas de las especies el gran desarrollo de los ojos compuestos, que sobresalen como un turbante sobre la cabeza, su llamativa coloración roja y el mayor largo del primer par de patas.

El número de alas puede variar entre uno o dos pares, pero siempre el primer par estará presente y será de mucho mayor talla. En posición de reposo se disponen de manera perpendicular a la superficie del tórax.

Habitualmente, en el extremo del abdomen se presentan los cercos como dos largos filamentos, que pueden estar acompañados de un tercer filamento central (paracerco).

La emergencia de imagos puede sincronizarse en cortos períodos de primavera-verano, formándose llamativos enjambres, o extenderse por períodos mayores con lo que la enjambrazón será menos evidente.

Ninfas y adultos de efímeros son un importante alimento para peces de agua dulce.

Los efemerópteros de Chile (véase el cuadro 4) se reúnen en siete familias, de las que Leptophlebiidae tiene el más alto porcentaje de especies conocidas. Pero las particularidades y endemismos del grupo en esta región del mundo las representan las familias Oniscigastridae, Nesameletidae y Ameletopsidae con una clara distribución gondwánica, cuyos géneros constitutivos se distribuyen entre Australia, Nueva Zelanda, Chile y el sur de Argentina. En tanto Oligoneuriidae es la rareza del grupo, con un género endémico, monoespecífico.

Cuadro 4. **Taxa de Ephemeroptera en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Baetidae	4	9
Oniscigastridae	1	2
Nesameletidae	1	2
Ameletopsidae	2	4
Oligoneuriidae	1	1
Caenidae	1	3
Leptophlebiidae	15	36
Total	25	57

Orden Odonata (matapiojos y libélulas)

Forman un grupo muy característico y muy aislado de los otros insectos por los múltiples caracteres arcaicos y de especialización extraordinaria, como el aparato copulador del macho en el segundo segmento abdominal, separado de las gónadas ubicadas en el extremo del abdomen, desde donde deben trasladar los espermatozoides antes que se produzca la cópula; la armadura bucal de las ninfas, cuyo labio se transforma en una máscara proyectable y articulada con la que caza sus presas, así como las branquias rectales que le permiten respirar el oxígeno disuelto en el agua, medio en el que viven y se desarrollan hasta antes de transformarse en adultos voladores.

El orden se subdivide en los subórdenes Zygoptera y Anisoptera.

El primero conocido como libélulas, característicos por su apariencia delgada y frágil. Cabeza con desarrollo transversal en cuyos extremos se ubican los globosos ojos compuestos que les permiten una visión en 360 grados. Ambos pares de alas pecioladas, de forma semejante, no acopladas durante el vuelo, moviéndose independientemente, en reposo dispuestas hacia atrás paralelas al cuerpo. Las ninfas, también delgadas, presentan branquias externas, laminares, ubicadas en el extremo del abdomen.

Los Anisoptera se diferencian de los anteriores por presentar una cabeza redondeada, compacta, con grandes ojos compuestos no proyectados en los extremos de la cabeza, alas de diferentes anchos, las posteriores con una base mayor que las anteriores; en reposo se mantienen extendidas perpendiculares al cuerpo. Las ninfas son grandes, gruesas, habitualmente de colores oscuros, camufladas con el barro de los fondos de charcos y ríos, pasan inadvertidas cazando y escapando de depredadores; no presentan branquias laminares en el extremo del abdomen sino rectales al interior del intestino.

En Chile (véase el cuadro 5) el orden Zygoptera está representado por dos de las 19 familias, en tanto que los Anisoptera lo hacen con siete de las ocho familias constitutivas. Entre ellas hay que destacar la presencia de la familia Austropetaliidae, endémica de la región biogeográfica austral, con representantes en Tasmania, Australia y en el sudoeste de Sudamérica.

Cuadro 5. **Taxa de Odonata en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Zygoptera		
Lestidae	1	1
Coenagrionidae	5	10
Anisoptera		
Aeshnidae	2	11
Gomphidae	2	4
Neopetaliidae	1	1
Austropetaliidae	2	7
Petaluridae	1	2
Corduliidae	2	3
Libellulidae	7	10
Total	23	49

Neoptera

El grupo Neoptera reúne un conjunto de órdenes con alas de mayor movilidad y plegables.

Orden Plecoptera (perlarios y moscas de las piedras)

Alejandro Vera

El orden Plecoptera es considerado un pequeño grupo de insectos, presente en todos los continentes salvo en la Antártica y en las islas oceánicas. Se les encuentra desde el nivel del mar hasta los 5.600 metros en los Himalaya. Su morfología y tipo de desarrollo los ubica entre los órdenes más primitivos de los Neoptera.

En sus estados juveniles son ninfas acuáticas (dulceacuícolas): excepcionalmente algunas pueden desarrollarse en ambientes terrestres o semiterrestres bajo altas condiciones de humedad. Se caracterizan por presentar en el extremo del abdomen un par de cercos multisegmentados, con ausencia del filum terminal; en la mayoría de las especies, su respiración ocurre a través de branquias ubicadas en diversas partes de la cabeza, tórax y abdomen según sea el grupo taxonómico. Su rol ecológico es fundamental, por su condición de detritívoros, herbívoros o depredadores, además de ser alimento de otros taxa mayores. Los adultos son alados y en su mayoría torpes voladores. En algunas especies las alas pueden estar ausentes o ser diminutas, en otros casos el desarrollo de alas presenta variación al interior de una misma especie. El meso y metatórax está igualmente desarrollado, aun cuando el segundo par de alas es el de mayor talla; en algunas familias la armadura bucal está atrofiada.



Plecoptera Diamphipnoidae: *Diamphipnoa helga*e.
Foto: Alejandro Vera.

Sistemática: Se conocen alrededor de 2.000 especies distribuidas en 16 familias. Se dividen en dos grandes subórdenes relacionados con la fragmentación del supercontinente Pangea. ***Arctoperlaria:*** (véase cuadro 6) para elementos propios de las tierras del hemisferio norte, posee 12 familias; 10 de ellas se encuentran sólo en el hemisferio norte. Perlidae presenta unos pocos géneros que se proyectan en Sudamérica y Sudáfrica; Notonemouridae se presenta en Sudamérica, Sudáfrica, Madagascar, Australia y Nueva Zelanda, un agrupamiento dudoso que debe ser estudiado. ***Antarctoperlaria*****:** (véase cuadro 7) para elementos exclusivos del hemisferio sur. Posee dos superfamilias: Eustenoidea (Diamphipnoidae y Eustheniidae) y Leptoperloidea (Gripopterygidae y Austroperlidae).

Chile presenta 72 especies (67 + 5 de situación incierta) y 36 géneros (34 + 2 de situación incierta). En los cuadros 6 y 7 se muestra además la relación existente con otras áreas geográficas asociadas.

La familia Perlidae se presenta en todos los países de Sudamérica. En Chile está poco representada, sólo con 6 especies; sin embargo, concentra un 40 por ciento de la diversidad genérica sudamericana. *Nigroperla* es un género monoespecífico exclusivo de la cordillera de la Costa de Chile.

Todas las especies sudamericanas de las familias Eusteniidae, Austroperlidae y Notonemouridae están presentes en Chile. Se encuentran mayoritariamente asociadas a ambas vertientes de la cordillera de los Andes, compartiéndose con Argentina. Las dos subfamilias de Eusteniidae están representadas cada una con 1 especie.

Diamphipnoidae reúne a las especies de mayor talla del orden (12 cm de extensión alar), se encuentra muy poco diversificada (*Diamphipnoa* con 3 especies y *Diamphipnopsis* con 2 especies), pero es notable su condición de familia exclusiva de Chile y Argentina.

Sin duda, la mayor representación específica se encuentra en la familia Gripopterygidae; Gripopteriginae es exclusiva de Sudamérica, estando un 25 por ciento de las especies y un 72 por ciento de los géneros presentes en Chile. Todas las especies sudamericanas de Antarctoperlinae se encuentran en Chile, algunas de ellas compartidas con Argentina. Es notable la gran diferenciación lograda en la fauna chilena, dada por el gran número de géneros, respecto de tan poca diversidad específica.

Las colecciones de referencia son escasas, pero la del Museo Nacional de Historia Natural está creciendo. Pese a que es posible incrementar el número de especies para Chile, persisten problemas como el estatus de las 5 especies *incertae sedis* y el gran número de ninfas desconocidas o inciertas (60 por ciento), aun cuando se conoce el 91 por

Páginas siguientes: **Odonata Coenagrionidae: *Ischmura fluviatillis*.**
Foto: Nicolás Piwonka.





ciento de los géneros. La distribución geográfica se conoce casi exclusivamente por los lugares de hallazgo iniciales junto con la descripción de las especies, y no como un producto de estudios específicos de distribución.

***Cuadro 6*. Especies y géneros (en paréntesis) de Arctoperlaria presentes en Chile, respecto de su diversidad en otras regiones asociadas.**

	Australia	Nueva Zelanda	América del Sur	Chile
Perlidae	-	-	280 (10)	6(4)
Notonemouridae	29(6)	26(6)	17(4)	17(4)
Arctoperlaria	29(6)	26(6)	297(14)	23(8)

***Cuadro 7*. Riqueza taxonómica de especies y géneros (en paréntesis) para cada familia de Antarctoperlaria del mundo.**

	Australia	Nueva Zelanda	América del Sur	Chile	Mundial
Eustenoidea					
Diamphipnoidae	-	-	5(2)	5(2)	5(2)
Eustheniidae	16(3)	4(1)	2(2)	2(2)	22(6)
Leptoperloidea					
Austroperlidae	9(11)	1(1)	4(3)	4(3)	15(9)
Gripopterygidae	140(12)	68(12)	75(24)	33(19)	283(48)
Antarctoperlinae	-	32(2)	14(8)	14(8)	46(10)
Gripopteryginae	-	-	51(11)	13(8)	51(11)
Zelandoperlinae	-	36 (10)	1(1)	1(1)	37(11)
Leptoperlinae	69(4)	-	5(2)	5(2)	74(6)
Dinotoperlinae	67(5)	-	-	-	67(5)
Insertae sedis	4(3)	-	4(2)	-	8(5)
Antarctoperlaria	152(18)	60(8)	47(29)	44(26)	325(65)

Orden Blattodea (baratas, cucarachas)

Ariel Camousseight

Este es un antiguo grupo de insectos conocido del carbonífero inferior, hace aproximadamente unos 300 millones de años. Se reparte principalmente en las zonas tropicales. El orden se subdivide en los subórdenes Blattoidea, con una familia, Blattidae y Blaberoidea, con cinco: Polyphagidae, Anaplectidae, Pseudophyllodromiidae, Blaberidae y Blattellidae. En Chile continental e insular, se han indicado con certeza 23 especies y cuatro dudosas (véase el cuadro 8). De este total de 23 especies, 12 serían sólo del país, en tanto que las 11 restantes presentan amplias reparticiones geográficas e incluso algunas de ellas son consideradas cosmopolitas.

Su forma general es casi siempre aplanada, sin setas o cerdas, sólo espinas en las patas. Son de colores amarillentos oscuros a negro. Cabeza triangular con la boca dirigida hacia abajo, escondida bajo la primera porción del tórax (protórax), el cual corresponde a una amplia zona dorsalmente muy notoria. Largas antenas filiformes. Primer par de alas, cuando están presentes, duras, en reposo colocadas planas sobre el cuerpo; el segundo par membranoso, aptas para el vuelo, plegadas bajo las anteriores. Patas corredoras.

Las baratas exigen un cierto grado de humedad y prefieren los lugares protegidos. De hábitos nocturnos, huyen de la luz. Su régimen alimentario es omnívoro, aunque prefieren los productos de origen vegetal.

***Cuadro 8*. Taxa de Blattodea en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Blattoidea		
Blattidae	*Periplaneta*	*americana*
		australasiae
		brunnea
	Blatta	*orientalis*
	Eurycotis	*brevipes*
	Melanozosteria	*soror*
Blaberoidea		
Pseudophyllodromiidae	*Lupparia*	*notulata*
	Phidon	*bullocki*
		reticularis
		araucanus
		dubius
Blaberidae	*Blaberus*	*atropos*
	Diploptera	*punctata*
	Epilampra	*hualpensis*
	Pycnoscelis	*surinamensis*
	Parasphaeria	*ovata*
Blattellidae	*Blatella*	*germanica*
	Ischnoptera	*brattstroemi*
	Moluchia	*strigata*
		nana
		castanea
		brevipennis
		dahli
Total	14	23

Además de cuatro especies de situación incierta.

Orden Isoptera
(termitas, trintraros, chalilos, vacas peladas)

Ariel Camousseight

Se trata del grupo de insectos más primitivo organizado socialmente. La formación de tales sociedades, compuestas por machos y hembras, implica superposición de generaciones y repartición de roles, los que a su vez determinan especializaciones morfológicas, que en algunos casos pueden llegar a ser deformantes e irreversibles.

Respecto de su alimentación, son considerados xilófagos; se alimentan de madera, pero en realidad lo hacen exclusivamente de celulosa, no importando si es en estado natural, como madera, o elaborada, como papel, cartón o telas de origen vegetal.

A partir de un huevo nace un individuo, hembra o macho, que después de la tercera muda puede seguir a lo menos tres líneas de desarrollo, según los requerimientos de la sociedad: 1) individuos alados, con ojos y capacidad reproductiva

al estado adulto, denominados reproductores primarios; 2) individuos siempre juveniles, ciegos, sin alas e incapaces de reproducirse, denominados obreros; 3) individuos siempre juveniles, ciegos, sin alas, incapaces de reproducirse y con cabezas y mandíbulas muy duras e hipertrofiadas, llamados soldados. Existe la posibilidad que individuos de las dos primeras líneas de desarrollo se transformen en reproductores secundarios, que sin perder su aspecto juvenil, sean capaces de reproducirse, incluso partinogenéticamente, conocidos como neoténicos.

Por sus hábitos alimentarios, constituyen importantes degradadores de la materia vegetal muerta.

En Chile originalmente sólo se encontraban tres especies de termitas: *Neotermes chilensis* (Kalotermitidae) distribuida entre la IV y la VI Región; *Porotermes quadricollis* (Termopsidae) distribuida entre la Región Metropolitana y la X Región y *Kalotermes gracilignathus* (Kalotermitidae) endémica del archipiélago Juan Fernández. A éstas se han agregado primero *Cryptotermes brevis* (Kalotermitidae), introducida en la I y II Región, y en los últimos 20 años *Reticulitermes flavipes* (Rhinotermitidae) la "termita subterránea o americana", introducida en la Región Metropolitana y V Región.

Orden Mantodea (mantis religiosa)

Ariel Camousseight

Pequeño grupo representado en Chile por dos especies, una de la I Región (Valle de Azapa), no identificada, y la segunda, ampliamente repartida en la zona centro-sur del país, *Coptopteryx gayi* (Mantidae), característica por su largo "cuello", desarrollo extremo de la primera porción del tórax o protórax y la transformación del primer par de patas en órganos raptores, utilizado para cazar. Los machos son más pequeños que las hembras, de color verde, con el primer par de alas transformado en estuches del segundo par, aptas para el vuelo. Las hembras generalmente de colores oscuros y con reducido desarrollo alar, no aptas para el vuelo.

Por sus hábitos depredadores, carnívoros, resultan muy apropiados para la disminución de zancudos.

Orden Dermaptera (tijeretas)

Ariel Camousseight

Insectos capaces de vivir en los lugares más inhóspitos, exceptuando las regiones polares.

De forma alargada y aplanados, muy móviles, con el abdomen que termina en un par de fórceps, de allí su nombre de tijeretas. La talla puede variar entre 7 y 50 mm. Prefieren la humedad, espacios reducidos y la noche.

Cuando presentan alas, las anteriores están endurecidas y son pequeñas, en tanto que las posteriores son anchas, redondeadas y membranosas.

Se alimentan de una gran variedad de plantas vivas o muertas e incluso materia animal; en general son considerados omnívoros, a pesar de que pueden haber especies con alimentación diferenciada.

El conocimiento del grupo en el país es escaso o nulo. Su representación estaría restringida al suborden Forficulina, con cuatro de sus ocho familias constitutivas (véase el cuadro 9).

Cuadro 9. **Taxa de Dermaptera en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Forficulina		
Pygidicranidae	1	7
Anisolabidae	3	4
Labiduridae	1	1
Forficulidae	1	1
Total	6	13

Orden Orthoptera (grillos, langostas y saltamontes)

Alejandro Vera

El orden Orthoptera es un grupo de insectos presentes en todos los continentes y en las islas oceánicas, salvo en la Antártica. Son capaces de habitar los más diversos medios, desde el litoral hasta las cumbres cordilleranas, las sabanas, selvas tropicales, estepas magallánicas, desiertos, etc.; los hay cavícolas, epigeos y epifitos; su largo varía entre los 5 y los 22 cm. En su morfología es característica la presencia de patas saltadoras con grandes fémures ensanchados; el primer par de alas está endurecido y se denomina "tegmen", este protege al segundo par, que se encuentra plegado, semejante a un abanico, y permite el vuelo. Existen también especies sin alas o de alas muy reducidas, pudiendo estar ausente el segundo par. Sus hábitos son diurnos, nocturnos o crepusculares; su dieta es en la mayoría de los casos herbívora, generalmente fitófaga; sin embargo, existe frecuentemente omnivoría e incluso algunas especies pueden ser depredadoras. Los imagos están restringidos a cierta época del año, fenómeno habitualmente asociado al desarrollo de su fuente de alimento. El huevo puede perdurar en diapausa por varios meses. La forma y coloración es notable, destacándose como sistema de defensa el camuflaje, el mimetismo, los colores y sonidos de advertencia, excepcionalmente defensas químicas, urticantes y malolientes.

En cuanto a la reproducción, estos insectos han desarrollado un complejo sistema de comunicación, en la gran mayoría de los casos ocurre mediante producción y recepción de sonidos (audibles o no por el ser humano). Existiendo estructuras especializadas en la producción de sonidos (estridulación), mediante el roce de regiones adyacentes del exoesqueleto, dos mecanismos son los más frecuentes: frotar los fémures posteriores contra el borde anterior del tegmen respectivo (Caelifera), o frotar entre sí el primer par de alas (Ensifera). La ovipostura ocurre en múltiples medios: suelo, raíces, troncos, hojas, tallos, flores, agallas, musgos, líquenes, etc., existiendo igualmente múltiples adaptaciones en su ovipositor. Las posturas pueden reunir los huevos en una ooteca (Caelifera) o bien ser puestos individualmente agrupados o aislados (Ensifera). Muchas especies son de importancia económica, ya que depredan cultivos o grano. La dispersión, asociada al ser humano, ha transformado en cosmopolitas a algunas de estas especies.

Sistemática: Se conocen alrededor de 20.000 especies de este orden, distribuidas en más de 33 familias. La sistemática del orden es compleja, presentando múltiples subgrupos. En general es aceptado que existen dos subórdenes: Caelifera y Ensifera.



Caelifera: Característicos por presentar ovipositor de cuatro valvas robustas en forma de pinzas, antenas cortas y robustas, espiráculo auditivo en el primer tergo abdominal. Se divide en dos infraórdenes actuales: Acrididea (que incluye a los típicos saltamontes y a casi la totalidad de las especies del infraorden) y Tridactylidea.

Ensifera: Caracterizados por presentar ovipositor desarrollado en forma de cuchillo, largas antenas multisegmentadas, espiráculos auditivos en el protórax y tímpanos en las tibias anteriores. Se divide en dos infraórdenes actuales: Gryllidea (que incluye a los típicos grillos de los hogares, de cuerpo ligeramente aplanado, ovipositor de cuatro valvas, cercos multisegmentados anteniformes) y Tettigoniidea (de cuerpo cilíndrico a comprimido lateralmente, ovipositor de seis valvas, cercos en su mayoría monómeros).

En el cuadro 10 se resume la diversidad presente en Chile. Se reconocen 149 especies distribuidas en 69 géneros y 13 familias, el endemismo alcanza un 56 por ciento de los géneros y 75 por ciento de las especies; los restantes géneros no endémicos, en su mayoría son compartidos con Argentina, especialmente en la región austral a partir de la X Región. Existen taxa supragenéricos endémicos para Chile como las tribus Aphractini (Pseudophylinae) con 7 especies y Elasmoderini (Tristiridae) con 5 especies además de las subfamilias Hybusinae (Proscopidae) con 6 especies y Romaleinae (Romaleidae) con 1 especie. Destaca la gran diversificación lograda por algunos taxa como las familias Tettigoniidae, Acridiidae y Proscopiidae, esta última distribuida a lo largo de todo Chile, desde las planicies litorales hasta la cordillera, salvo en las islas oceánicas; el género *Platydecticus* (Tettigoninae) con 15 especies, siendo 14 de ellas endémicas. El origen de esta fauna tiene varias fuentes, existiendo elementos neotropicales, panamericanos, cosmopolitas y australes. Entre estos últimos destaca la tribu Coniungopterini (Conocephalinae), que presenta sólo tres géneros asociados a bosques de *Nothofagus*, dos de ellos en Australia, y el tercero en Chile (*Coniungoptera nothofagi*).

La colección del Museo Nacional de Historia Natural es la mejor representada del país, pero persiste la necesidad de estudiar gran parte de los taxa, siendo evidentes las falencias en Gryllidea y Proscopiidae.



***Agathemera maculafulgens*.** Foto: Ariel Camousseight.

***Página izquierda:* Mantodea Mantidae: *Coptopteryx gayi*.** Foto: Ricardo Carrasco.

***Cuadro 10*. Riqueza taxonómica de géneros y especies de Orthoptera para Chile.**

Sub e infraórdenes	Familia	Especies y géneros	Endemismo
Ensifera		73(34)	58(16)
Tettigoniidea			
	Anostomatidae	8(3)	8(3)
	Insertae sedis	1(1)	
	Rhaphidophoridae	10(2)	8
	Tettigoniidae	42(20)	35(11)
Gryllidea			
	Gryllidae	5(3)	1(1)
	Trigoniidiidae	1(1)	1
	Phalangopsidae	2(1)	1
	Mogoplistidae	4(3)	4(1)
Caelifera		76(35)	54(23)
Acrididea			
	Proscopiidae	24(8)	17(3)
	Tristiridae	17(11)	12(7)
	Ommexechidae	11(4)	10(2)
	Romaleidae	1(1)	1(1)
	Acrididae	20(8)	10(1)
	Tetrigidae	1(1)	1
Tridactylidea			
	Tridactyloidae	1(1)	
Total	13 [31]	149(69) [20.000]	112(39)

Orden Phasmatodea (palotes, chinchemollos o tabolangos)
Ariel Camousseight

En este orden se encuentran los insectos de mayor talla. Son llamativos por sus formas y camuflajes con que intentan ocultarse, imitando las plantas sobre las que viven y se alimentan. Es racionalmente inexplicable el temor que representan los palotes en el país, considerados erróneamente peligrosos "picadores y chupadores de sangre" a pesar de su exclusiva alimentación fitófaga y sus mecanismos defensivos pasivos como la imitación de las formas y colores del medio, además de una inmovilidad total provocada a nivel de comunicación de los centros nerviosos, que los ayuda a mejor imitar el comportamiento de ramas movidas sólo por el viento.

Presentan una característica armadura bucal masticadora, en sus abdómenes no tienen ningún aguijón u otro órgano que pudiera asociarse con hábitos agresivos. Si bien en Chile todos los fásmidos no presentan alas, existen muchas especies que sí las tienen.

La taxonomía del grupo es bastante confusa y existen serias discrepancias a este respecto. Los géneros presentes en el país los agruparemos en la familia Pseudofasmatidae: *Agathemera* con 6 especies, *Xeropsis* con 1 especie, *Prisopus* con 1 especie y *Bacunculus* con no menos de 4 especies.



Orthoptera Tettigoniidae: *Xyrdectes fuscescens*.
Foto: Alejandro Vera.

Orden Embioptera

Ariel Camousseight

Orden pequeño y casi desconocido. Especialmente de trópicos, pero pueden encontrarse en climas templados. Viven en galerías que tapizan en seda, la que tejen con sus globosos tarsos anteriores. Son vegetarianos. Sólo los machos son alados. En Chile se conoce una especie de Isla de Pascua, *Oligotoma vosseleri* (Krauss); la especie está presente además en Java, Ceylán y Sumatra.

Orden Psocoptera (piojos de los libros, de las cortezas)

Ariel Camousseight

De cuerpo blando y pequeño, los taxa chilenos presentan individuos de menos de 5 mm de largo. Son de cabeza ancha, móvil, ojos compuestos generalmente grandes, antenas filiformes, alas membranosas, siendo las anteriores más grandes que las posteriores, a veces ambas reducidas o ausentes. Su abdomen es blando.

La mayoría de los Psocoptera se asocian a vegetación, donde obtienen su alimentacion forrajeando microflora epifítica. Hay especies consideradas domésticas, *Liposcelis* por ejemplo, son conocidos por contaminar productos almacenados como harina y granos, alimentándose de los hongos que sobre ellos se desarrollan.

La mayor parte de las especies presentan ambos sexos y su reproducción es ovípara, pero unos pocos son vivíparos. Algunas especies pueden reproducirse partenogenéticamente.

El orden Psocoptera se divide en tres subórdenes: Trogiomorpha, Troctomorpha y Psocomorpha (véase el cuadro 11), todos presentes en Chile.



Orthoptera Ommexechidae: *Aucacris eumera*. Foto: Alejandro Vera.

Cuadro 11. **Taxa de Psocoptera en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Trogiomorpha		
Lepidopsocidae	3	4
Trogiidae	3	6
Psyllipsocidae	1	1
Troctomorpha		
Liposcelidae	1	22
Pachytroctidae	1	1
Sphaeropsocidae	2	9
Amphientomidae	1	1
Manicapsocidae	1	1
Psocomorpha		
Caeciliidae	1	5
Amphipsocidae	2	2
Lachesillidae	2	5
Ectopsocidae	1	4
Peripsocidae	1	1
Trichopsocidae	1	1
Elipsocidae	4	14
Philotarsidae	2	3
Mesopsocidae	1	1
Psocidae	5	7
Total	33	88

Orden Phthiraptera (piojos, liendres)

Daniel González-Acuña

Los Phthiraptera (Artropoda: Insecta), conocidos comúnmente como piojos, son ectoparásitos permanentes de aves y mamíferos euterios, los cuales presentan grandes variaciones de tamaño (1 a 12 mm) y silueta corporal, según el microhábitat que ocupen.

Los piojos adquieren importancia sanitaria por ser vectores de diversos agentes patógenos como *Pasteurella* spp., Rickettsias, Salmonellas, Cólera, Virus de la Encefalomielitis Equina y otros. Está bien documentado además su papel de hospedador intermediario de filarias como *Filaria cypseli* y *Pelecitus fulicatrae*, que pueden afectar a diversos animales.

Los Phthiraptera están especializados totalmente para su vida ectoparásita, alimentándose de sangre, pelos, piel o plumas. Son insectos hemimetábolos, ápteros. Poseen un cuerpo deprimido, patas adaptadas para sostenerse sobre el hospedero, la cabeza es sésil en el protórax y dirigida hacia delante; ojos reducidos o ausentes; antenas de 3-5 segmentos. Poseen tres períodos ninfales (diferenciándose de los adultos por la ausencia de genitalia) y en el lapso de aproximadamente veinte días surgen los individuos adultos.

Los piojos se dividen en cuatro Subórdenes: Amblycera, Ischnocera, Rhynchophthirina (conocidos como piojos masticadores o Mallophaga) y Anoplura (llamados los piojos chupadores). Los Amblycera parasitan mamíferos y aves, los Ischnocera parasitan preferentemente aves, los Rhynchoptirina se restringen a parasitar elefantes y cerdos africanos, y los Anoplura —representados por 670 especies—, son parásitos específicos de los mamíferos.

Debido a que los piojos desarrollan todo su ciclo biológico sobre el hospedador, y en muchos casos existe una alta especificidad, son considerados los ectoparásitos más estrechamente ligados a sus hospedadores; por ello son utilizados para realizar estudios de coevolución, de la comunidad ecológica, de las poblaciones genéticas y, además, ayudan a elucidar relaciones filogenéticas entre miembros de la clase aves y mamíferos. A través de ellos, se pueden comprender los fenómenos de diversificación ocurridos en la historia, conductas de los hospedadores, lo cual debería considerarse en iniciativas de biodiversidad y conservación.

En el mundo, se han descrito poco más de 5.000 especies de piojos (4.400 piojos masticadores y 670 chupadores). En Chile, estudios taxonómicos recientes han incrementado considerablemente la biodiversidad phthiraptológica, sumando actualmente 259 especies de piojos incluidos en 99 géneros y en 15 familias. Las aves hospedadoras de Phthiraptera se agrupan en 21 órdenes, 44 familias, 110 géneros y 158 especies. En mamíferos, los hospedadores de piojos están representados por 33 especies, 26 géneros, 14 familias y 6 órdenes.

La gran mayoría de los piojos presentes en Chile han sido también descritos en territorio argentino en hospedadores comunes, y por lo mismo, los casos de endemismo se presentan esencialmente en piojos que parasitan especies endémicas de mamíferos y aves, casos que suman hasta la fecha 8 especies de piojos, cifra que seguramente se verá incrementada, en la medida que se realicen mayores estudios.



Phthiraptera, Philopteridae: *Pectinopigus grubeni* Timmermann. Ectoparásito de guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*). Se aprecia en el abdomen, el genital masculino y un carácter clásico de los machos que es poseer un mayor desarrollo de las antenas. Foto: Daniel González-Acuña.



Phthiraptera, Philopteridae: *Saemunssonia lari* (Fabricius). Piojo frecuente en distintos tipos de gaviotas (gaviota dominicana, gaviota de franklin, gaviota andina, gaviota cáhuil, gaviota garuma). Se localiza preferentemente en la zona de la cabeza de las aves. Foto: Daniel González-Acuña.

Cuadro 11.1. **Suborden, familia, número de géneros y especies de Phthiraptera registrados en Chile.**

Suborden Familia	Géneros	Especies
ANOPLURA (7)	**12**	**29**
Poliplacidae	2	4
Linognatidae	2	6
Hoplopleuridae	3	8
Microthoracidae	1	2
Phthiridae	1	1
Haemotopinidae	2	7
Pediculidae	1	1
ISCHNOCERA (2)	**57**	**148**
Philopteridae	51	135
Trichodectidae	6	13
AMBLYCERA (6)	**30**	**82**
Menoponidae	23	71
Boopidae	1	1
Laemobothriidae	1	1
Ricinidae	1	1
Trimenopinidae	1	1
Gyropidae	3	7
TOTAL (15)	**99**	**259**

Fuente: Daniel González-Acuña

Bibliografía

Cicchino, A. C. y D. Castro. 1998. Amblycera. pp: 34-103 e Ichnocera pp: 104-137 En: J. J. Morrone y S. Coscarón (ed.). Biodiversidad de artrópodos Argentinos. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.

Guimarães, J.H., E.G. Tucci., D.M. Barros-Battesti. 2001. Ectoparásitos de Importancia Veterinaria. Plêiade. Sao Paulo, Brasil.

Linardi, P. 1999. Entomología Médica e Veterinária. Capítulo 10. Piolhos (Sugadores e Mastigadores). Editorial Atheneu. Sao Paulo, Brasil.

Price, R.D., R.A. Hellenthal, R.L. Palma, K.P. Johnson, and D.H. Clayton. 2003. The chewing lice: world checklist and biological overview Illiois Natural History Survey. USA.

Mey, E. 1999. Phylogenetic relationships of the Megapodiidae as indicated by their ischnoceran, in particular goniodid, chewing lice (Insecta: Phthiraptera). Museum of Natural History of the Thuringian State. Rudolstadt, Germany.

Orden Hemiptera
(chinches, pulgones, conchuelas, chicharras)

Mario Elgueta

Este orden, junto con los órdenes Phthiraptera, Psocoptera y Thysanoptera, conforma una unidad biológica, agrupación a la cual se le conoce como "ensamble hemipteroide" en el sistema jerárquico de clasificación de los seres vivos; en ellos se produjo una notable modificación del aparato bucal, dándose una conformación con piezas aguzadas y ensambladas entre sí, unido a un gran desarrollo de musculatura asociada en la cabeza, lo que les permitió la succión de sustancias alimenticias líquidas. Algunos de sus representantes actuales han perdido la condición ancestral, prevaleciendo un tipo de alimentación de tipo roedor.

Hemiptera es el quinto orden de insectos más diverso en el mundo y se conocen cerca de 85.000 especies; en Chile también ocupa este lugar, después de Coleoptera (con más de 4.000 especies), Diptera (con cerca de 3.000), Hymenoptera (con aproximadamente 1.400) y Lepidoptera (con un número superior a las 1.350 especies) (véase el cuadro 12). Tal como en el caso de Phthiraptera, en Hemiptera se presentan también algunas especies succionadoras de sangre directamente relacionadas con el hombre, como la conocida "chinche de cama" *Cimex lectularius* (Linnaeus) y la vinchuca, nombre común dado a *Triatoma infestans* (Klug), transmisora esta última del mal de Chagas.

El nombre Hemiptera hace alusión al hecho de que en muchas de sus especies la primera mitad del ala anterior tiene una conformación más gruesa y endurecida, mientras que la porción distal es de una textura diferente, más delgada y semitransparente. Aunque la mayoría de los hemípteros poseen alas aptas para el vuelo, en algunos casos se ha producido, en el curso de su historia evolutiva, reducción de alas e incluso hay representantes que las han perdido; en el caso de Chile, la reducción del tamaño de alas es especialmente notoria, en algunas de las especies que habitan en las islas de Juan Fernández.

Aparte de la peculiar conformación del ala anterior, otra condición que le es propia a los integrantes de este orden es el hecho de que las mandíbulas y maxilas están modificadas a manera de estiletes, acoplados entre sí y conteniendo el canal alimentario y el salival; este último les es necesario



Hemiptera Membracidae: *Alchisme rubrocostata* (Blanchard). Foto: Marcelo Guerrero.

Cuadro 12. **Detalle de familias, número de géneros y de especies del orden Hemiptera, con registro en Chile.***

Superfamilia o Suborden Familia	Géneros	Especies
PSYLLOIDEA		
Psyllidae	17	59 (29 endémicas, 6 introducidas)
Calophyidae	1	12 (4 endémicas)
Triozidae	4	29 (15 endémicas, 2 introducidas)
ALEYRODOIDEA		
Aleyrodidae	9	15 (5 introducidas)
PHYLLOXEROIDEA		
Adelgidae	2	2 (introducidas)
Phylloxeridae	2	3
APHIDOIDEA		
Aphididae	63	136
COCCOIDEA		
Margarodidae	2	4 (2 introducidas)
Ortheziidae	2	3 (2 introducidas)
Pseudococcidae	10	21 (6 endémicas)
Eriococcidae	6	14 (13 endémicas)
Dactylopidae	1	1 **(1)**
Asterolecaniidae	1	1 (introducida)
Cerococcidae	1	1 (introducida)
Lecanodiaspididae	1	1 (introducida)
Coccidae	5	10 (9 introducidas)
Phoenicoccidae	1	1 (introducida)
Conchaspididae	1	1
Diaspididae	30	45 (29 introducidas)
COCCOIDEA		
Cicadidae	3	20
CERCOPOIDEA		
Cercopidae	1	1
MEMBRACOIDEA		
Myerslopiidae **(2)**	2	4
Cicadellidae	68	160
Melizoderidae	2	8
Aetalionidae	1	3 (requieren confirmación)
Membracidae	3	3
FULGOROIDEA		
Delphacidae	9	18 (17 endémicas)
Cixiidae	4	16 (endémicas)
Achilidae	3	3 (endémicas)
Derbidae	1	1
Dictyopharidae	4	7 (endémicas)
Issidae	5	9 (8 endémicas, 1 introducida)
Flatidae	1	1
COLEORRHYNCHA		
Peloridiidae	4	6 (5 endémicas)
HETEROPTERA		
Enicocephalidae	2	2
Macroveliidae	1	1
Hydrometridae	1	1
Veliidae	1	1
Gerridae	2	3
Belostomatidae	1	2
Gelastocoridae	2	5
Corixiidae	2	11
Notonectidae	2	7
Leptopodidae	1	1 (introducida)
Saldidae	3	12
Anthocoridae	8	13
Cimicidae	3	4
Nabidae	2	4
Miridae	43	101
Tingidae	5	7
Reduviidae	13	20 **(3)**
Aradidae	6	6
Idiostolidae	1	1
Piesmatidae	1	1
Berytidae	2	2
Lygaeidae	22	37 **(4)**
Pyrrhocoridae	1	1 (presencia a confirmar)
Coreidae	9	15
Rhopalidae	5	15
Cydnidae	4	7 **(5)**
Acanthosomatidae	12	19
Scutelleridae	1	1
Pentatomidae	14	26
Total	440	945

* La denotación de endémica se aplica aquí a especies cuya distribución geográfica es exclusiva a territorio nacional.

(1) Corresponde a *Dactylopius coccus* Costa, introducida en 1989 a Chile, para crianza y obtención del pigmento natural carmín.

(2) Pequeña familia que incluye especies de Madagascar, Nueva Caledonia, Australia, Nueva Zelanda, islas de Juan Fernández y América del Sur (Chile).

(3) Incluye a *Pseudametapterus argentinus* Berg, de acuerdo a material identificado en la Colección Nacional de Insectos del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile).

(4) Incluye a *Neortholomus gibbifer* (Boheman), de acuerdo a material identificado en la Colección Nacional de Insectos del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile).

(5) Incluye a Thyreocorinae, grupo que ha sido considerado en algunas ocasiones como de nivel familia.

Páginas siguientes: **Coleopera Geotrupidae: *Taurocerastes patagonicus* (Philippi).** Foto: Nicolás Piwonka.





para, a través de inoculación de sustancias, evitar coagulación, en el caso de hemípteros que se alimentan de sangre, o bien controlar el espesamiento de los líquidos que ingieren, de tal manera de evitar la obstrucción del conducto alimentario.

En suma, en el orden Hemiptera se incluyen insectos que, mayoritariamente, poseen la capacidad de introducir su aparato bucal en el tejido de plantas o animales, para así succionar desde estos las sustancias alimenticias que les son necesarias para su propia supervivencia. La gran mayoría de sus especies viven a expensas de vegetales, por lo que revisten importancia por su acción sobre plantas cultivadas por el hombre.

Los hemípteros a su vez sirven de alimento a otros insectos, tales como endoparásitos (especies del orden Strepsiptera) y ectoparasitoides (ejemplares de la familia Dryinidae, del orden Hymenoptera, que causan la muerte de su hospedero), llamados así para diferenciarlos de los verdaderos ectoparásitos, los cuales no provocan la muerte del organismo a cuya costa se nutren.

Desde el punto de vista de los endemismos de los hemípteros, es decir, de aquellos elementos que son exclusivos de alguna zona geográfica del país, reviste especial importancia el caso de las islas de Juan Fernández; en efecto, en este grupo insular se han reportado 13 especies exclusivas de Cicadellidae, 11 especies de Delphacidae, seis de Lygaeidae, tres de Reduviidae, dos de Miridae y una de Anthocoridae. Kuschel (1963) mencionaba un endemismo específico cercano al 67 por ciento, de un total de 48 especies reportadas a esa fecha para las citadas islas.

Pero no sólo existen especies endémicas de Hemiptera en el archipiélago Juan Fernández. También se presentan géneros propios de esas islas, tales como *Evansiola* China, género de la familia Myerslopiidae, que agrupa a tres especies; *Agalita* Evans y *Kuscheliola* Evans (Cicadellidae); *Kuscheliana* Carvalho (Miridae); *Micrymenus* Bergroth, *Rugomenus* Kormilev y *Robinsonocoris* Kormilev (Lygaeidae). Myerslopiidae es una categoría taxonómica de nivel familia, de reciente creación y que agrupa a especies exclusivas del hemisferio sur, las cuales antes se consideraban como extraños integrantes de Cicadellidae.

Cabe destacar que los representantes de *Evansiola* China conforman una tribu especial de Myerslopiidae, Evansiolini, la cual no tiene otros integrantes en el resto del mundo. El otro género de esta familia en Chile es *Myerslopia* Evans, con *M. chilensis* Nielson que fue descrita recientemente y cuya distribución abarca desde Concepción hasta Chiloé. Este último género tiene también especies en Nueva Zelanda. Myerslopiidae es un típico ejemplo de agrupaciones de distribución austral, que evidencian la relación faunística entre masas de tierra ahora lejanas, pero que en un pasado geológico estuvieron más cercanas o tuvieron alguna conexión entre sí.

Las especies chilenas de Myerslopiidae poseen además un bajo poder de dispersión, ya que presentan reducción del primer y/o segundo par de alas, condición que se manifiesta también en otros representantes de la tribu Myerslopiini distribuidos en Nueva Zelanda. Tanto en especies de *Evansiola* como en el caso de *Myerslopia chilensis*, el tegumento de los ejemplares se encuentra con partículas de tierra adherida, evidenciando un ciclo de vida ligado al suelo, posiblemente en hojarasca en ambientes muy húmedos o bien en suelos de esa misma condición y con alto contenido orgánico.

Otros ejemplos de reducción del tamaño en el primer y/o segundo par de alas, ya sea en uno o en ambos sexos, se da también en *Agalita minuta* Evans y *A. brachyptera* Evans (Cicadellidae); especies del género *Nesosydne* Kirkaldy (Delphacidae), endémicas de islas de Juan Fernández; algunas especies de las familias Dictyopharidae e Issidae; *Ischnodemus gayi* (Spinola), *Erlacda arhaphaeoides* Signoret, *E. signoreti* Porter, *Bergidia polychroma* (Spinola), *Micrymenus kuscheli* Kormilev, *Astemnoplitus gayi* Spinola y *Plinthisus* sp (Lygaeidae); en especies de *Tuxenella* Carvalho y en *Kuscheliana masatierrensis* Carvalho (Miridae); el caso de *Nabis faminei* Stal (Nabidae).

En cuanto a conservación, en el caso especial del archipiélago Juan Fernández, es de importancia el cuidado de la vegetación de las islas, la cual es la que sustenta una variada y exclusiva fauna de hemípteros. Respecto de otras regiones del país, las especies de Hemiptera en general presentan una distribución latitudinal relativamente amplia. No obstante lo anterior, la zona central de Chile resulta ser un reservorio de especies únicas y por esto también es de vital importancia asegurar la conservación de los vegetales que les son propios y que sustentan a esa exclusiva diversidad de insectos.

Una fracción importante de los hemípteros presentes en Chile se han establecido como consecuencia de introducciones accidentales, en especial de especies asociadas a vegetales cultivados, ya sea agrícolas, forestales u ornamentales; en este aspecto han contribuido de manera importante los pulgones (especialmente Aphididae), las mosquitas blancas (Aleyrodidae) y representantes de la superfamilia Coccoidea, que agrupa a aquellos insectos conocidos como escamas (Asterolecaniidae, Diaspididae), conchuelas (Coccidae) y chanchitos blancos (Pseudococcidae).

Aun cuando Prado (1995) señala un endemismo para especies cercano al 92 por ciento en el caso de la agrupación de Hemiptera conocida como Heteroptera, se debe hacer notar que posteriores estudios han evidenciado distribuciones geográficas mucho más amplias, para un conjunto significativo de sus especies. Teniendo en consideración el aporte porcentual de las introducidas, una estimación del endemismo de especies de Hemiptera en Chile podría aún así llegar a una cifra alta, del orden del 60 por ciento e inclusive superarla, ya que el conocimiento de la diversidad específica en muchas familias dista mucho de ser completo; por otra parte, es altamente probable que estudios dirigidos a conocer con mayor exactitud nuestra fauna de hemípteros lleguen a evidenciar la presencia en el país de especies pertenecientes a familias que aún no han sido registradas aquí.

En las áreas limítrofes, y como es natural, parte de la fauna de hemípteros es compartida con los países vecinos. En el extremo norte existe una similitud con Perú, tanto en la zona costera como en ambientes precordilleranos, y también con Perú y Bolivia en la parte altiplánica; en la zona de la cordillera de los Andes, áreas de bosques de *Nothofagus* y de estepa patagónica, se comparten hemípteros con Argentina.

Muchas de las especies que se encuentran en esas regiones no se presentan en otros países, por lo que se pueden catalogar también como elementos endémicos.

Considerando la información contenida en la literatura disponible a este momento, se encuentran registrados para el territorio nacional 62 familias, con 440 géneros que agrupan a 945 especies de Hemiptera.

Biibliografía

Kuschel, G. 1963. "Composition and relationship of the terrestrial faunas of Easter, Juan Fernández, Desventuradas and Galapagos Islands". Occasional Papers of the California Academy of Sciences, (44): 79-95.

Prado, E. 1995. "Hemiptera – Heteroptera". En J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.), *Diversidad biológica de Chile*, pp. 241-245. CONICYT, Santiago. xii + 364 pp.

Orden Thysanoptera (trips)

Ariel Camousseight

Insectos pequeños, delgados y dorsoventralmente comprimidos. Con aparato bucal asimétrico, picador y succionador. Alas estrechas y orladas de largas cerdas o cilios, de las cuales el orden deriva su nombre. Se alimentan de hongos, detritus vegetal y jugos de plantas; por esto último están considerados algunos de ellos como plagas o vectores de microorganismos que perjudican los cultivos.

Se subdividen en dos subórdenes: Terebrantia, con cinco familias, y Tubulifera, con una (véase el cuadro 13). Ambos están presentes en el país.

Cuadro 13. **Taxa de Thysanoptera en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Terebrantia		
Heterothripidae	1	1
Aeolothripidae	2	2
Thripidae	14	27
Tubulifera		
Phaleothripidae	3	5
Total	20	35

Bibliografía

Camousseight, A. 2001. Ephemeroptera (Insecta) de Chile. Su conocimiento actual. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile, 50: 121-137.

Camousseight, A. y T.R. New 1994. Introducción a los insectos del Orden Psocoptera en Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural Chile, 49: 5-26

Elgueta, M., A. Camousseight y C.S. Carbonel. 1999. Catálogo de Orthoptera (Insecta) de chile. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 54:5-60-

Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.), 1995. Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. xii + 364 pp.

Steinmann, H. 1997. World Catalogue of Odonata. Volumen II Anisoptera. Ed. Walter de Gruytes. Beerlin.

Zwick, P. 1973. Insecta: Plecoptera Phylogenetisches. System und Katalog das Tierreich 94: XXXII+465

Zwick, P. 2000. Phylogenetic system and Zoogeography of the Plecoptera. Annual Review of Entomology, 45: 709-746.



Hemiptera Miridae: *Stenoparedra fallax* (Signoret). Foto: Marcelo Guerrero.

Holometábolos

Orden Coleoptera

Mario Elgueta

Coleoptera es el orden más diversificado entre los insectos, con más de 300.000 especies conocidas en el mundo y en Chile también ocupa el primer lugar en cantidad. Los coleópteros, junto con los representantes de otros diez órdenes, conforma una agrupación natural conocida como Endopterygota u Holometabola.

El nombre Holometabola refleja un carácter único de esta agrupación y es que sus integrantes presentan una metamorfosis completa. En este tipo de metamorfosis se distingue claramente un estado de larva (activa), otro de pupa (prácticamente inmóvil) y uno final como adulto (activo); por este tipo de desarrollo, la agrupación es conocida también como Holometabola, estando incluidos en ella los cuatro órdenes con mayor número de especies.

La denominación de Endopterygota hace referencia al hecho de que en las etapas tempranas del desarrollo de estos insectos, los muñones de alas no son visibles externamente y sólo se observan por primera vez en el estado de pupa; en otros grupos de insectos, tales como chinches (orden Hemiptera) y demás integrantes de Hemimetabola, los rudimentos de alas son evidentes en etapas iniciales del desarrollo.

En cuanto al nombre Coleoptera, evidencia el carácter único del ala anterior en estos insectos, la que es endurecida y rígida, conformando una especie de coraza que cubre el abdomen y que se conoce con el nombre de élitro; de esta forma, de los dos pares de alas originalmente aptos para el vuelo, en las especies de este orden sólo el segundo cumple esa función y ellas son más largas que los élitros.

Tal como en el resto de los grupos con desplazamiento mediante vuelo, en los coleópteros también se producen modificaciones y es posible encontrar casos en que las alas posteriores están reducidas en mayor o menor grado, desde una simple disminución de longitud hasta apenas presentarse vestigios de ellas, o bien pueden faltar por completo; del mismo modo, los élitros pueden presentarse bastante reducidos en tamaño, dejando parte del abdomen expuesto.

La reducción de alas y por tanto de la posibilidad de desplazamiento mediante el vuelo, se da especialmente en coleópteros propios de zonas áridas; en el caso de Chile esto es notorio en representantes de las familias Tenebrionidae y Curculionidae, principalmente en aquellos que se distribuyen en las regiones desérticas del norte, áreas altoandinas y regiones en que se presenta el ambiente de estepa patagónica, en el sur del país. Como ejemplos se pueden citar a las conocidas vaquitas del desierto, especies del género *Gyriosomus* (familia Tenebrionidae) que se presentan en gran número en años lluviosos en las regiones de Atacama y Coquimbo, además de las especies de los géneros *Listroderes* y *Cylydrorhinus* en la familia Curculionidae (de zonas áridas y de ambientes andinos y patagónicos) y las especies de *Nyctelia* (Tenebrionidae) en la zona de estepa patagónica.

Tal disminución del poder de dispersión también es notorio en coleópteros con estrecha asociación al suelo, como es el caso de ciertos integrantes de la familia Staphylinidae. Es notable en los miembros de esta familia el reducido tamaño de élitros, lo cual les otorga un carácter notoriamente distintivo, sin que esta característica necesariamente implique una disminución en sus posibilidades de desplazamiento.

Coleópteros se pueden encontrar prácticamente en todos los ambientes terrestres y acuáticos. Para habitar este último ambiente se presentan modificaciones corporales diversas, entre las cuales se tiene la presencia de branquias en las etapas de larva y desarrollo de ciertas estructuras en el adulto (pelos y escamas con características especiales); en el caso de estos últimos, esas modificaciones estructurales les permiten mantener adosada a su cuerpo una película de aire, pudiendo permanecer al interior del agua por largo tiempo.

La gran diversidad de los coleópteros se refleja también en el amplio rango de conducta alimentaria que exhibe el grupo, encontrándose especies con desarrollo ligado a hongos, líquenes, botones florales, tubérculos, frutos y semillas, aparte del alto número de especies que utilizan otras partes vegetales diversas, ya sean vivas o muertas; fuera de estos, una significativa proporción de los coleópteros es de actividad depredadora; también hay representantes que son carroñeros, consumidores de diversos tejidos de origen animal e inclusive existe una pequeña proporción de coleópteros que son parásitos.

En el orden Coleoptera se incluyen organismos que en gran proporción dependen de los vegetales para subsistir; esta dependencia se puede dar de manera más o menos estricta entre especies de coleópteros y partes verdes de algunos vegetales o bien de manera más general, asociándose ellos a partes muertas, sin importar el tipo de vegetal. Como ejemplos de asociación entre coleópteros y partes vivas de vegetales, se puede mencionar a las especies de los géneros *Procalus* (Chrysomelidae) y *Apocnemidophorus* (Curculionidae), respecto del follaje de diversas especies de *Anacardiaceae*, especialmente litre, molle y huingán.

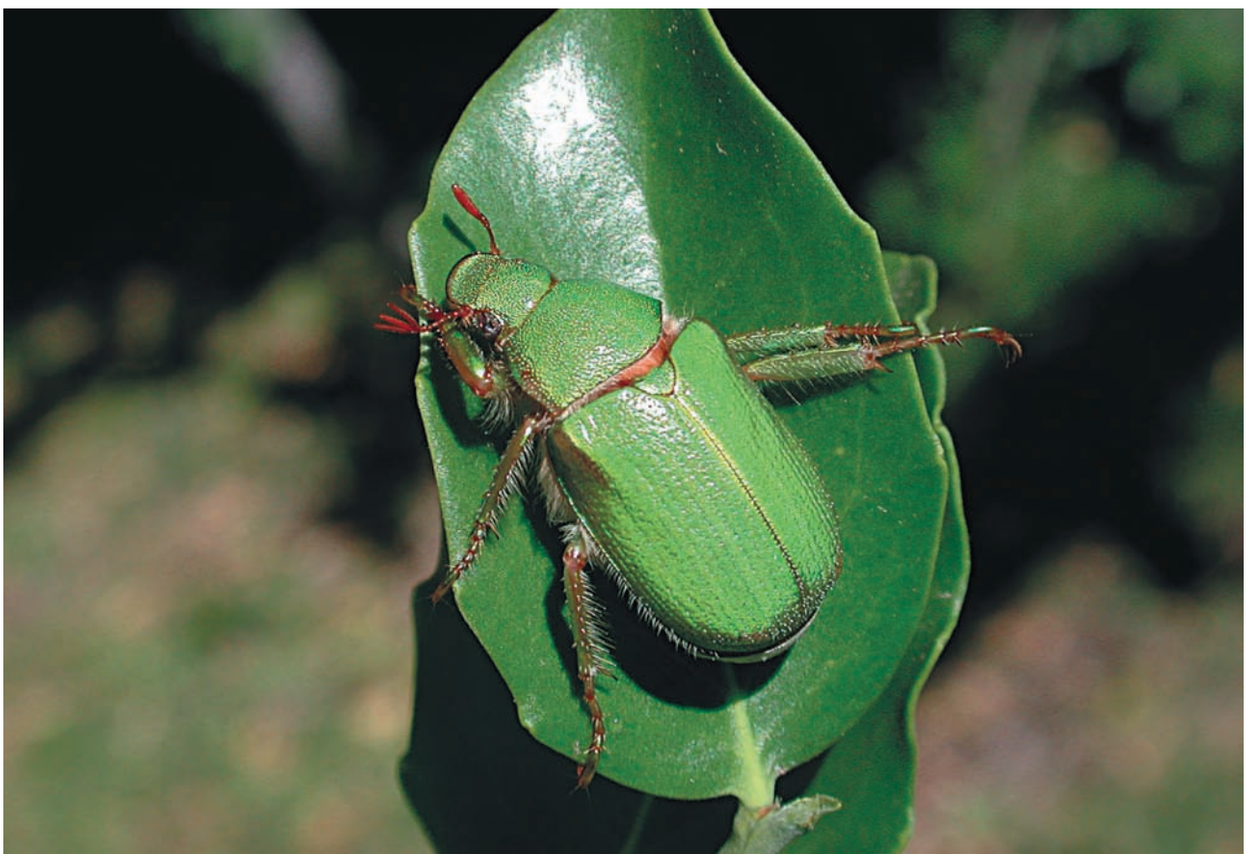
Entre los que se alimentan de otros organismos animales vivos, un ejemplo característico lo constituye la familia Coccinellidae, que incluye a nuestras conocidas chinitas y cuyas especies se alimentan exclusivamente de pulgones, escamas y chanchitos blancos (orden Hemiptera). El parasitismo en coleópteros se ha dado en algunas familias, como en el caso de Staphylinidae; esta conducta alimentaria corresponde en realidad a un ectoparasitismo.

En los coleópteros de Chile se presenta un gran número de agrupaciones con distribución austral, y la mayoría de sus especies son exclusivas del país. Entre estas agrupaciones de especies se puede citar a:

- Subfamilia Migadopinae (familia Carabidae), que agrupa a géneros de Australia, Nueva Zelanda, sur de Chile y de Argentina;
- Subfamilia Glypholomatinae (Staphylinidae), con el único género *Glypholoma* cuyas especies habitan zonas de bosque húmedo de Australia y sur de América (Chile y Argentina);
- Subfamilia Lampriminae, de la familia Lucanidae, con géneros en Nueva Zelanda, Nueva Guinea y uno en Argentina y Chile (*Streptocerus* con sólo una especie propia de bosques de fagáceas);



Coleoptera Buprestidae: *Conognatha azarae fisheri* (Hoscheck). Foto: Marcelo Guerrero.



Coleoptera Scarabaeidae: *Hylamorpha elegans* (Burmeister). Foto: Marcelo Guerrero.



Coleoptera Cerambycidae: *Acalodegma vidali* (Elgueta). Foto: Marcelo Guerrero.



Coleoptera Curculionidae: *Aegorhinus superciliosus* (Guérin-Méneville). Foto: Marcelo Guerrero.

- *Sphaerothorax*, género de la familia Eucinetidae con especies en Australia, Nueva Zelanda y Chile;
- Rentoniinae y Egoliinae, subfamilias de Trogossitidae, con representantes en Australia, Nueva Zelanda y Chile;
- Protocucujidae, familia que sólo incluye al género *Ericmodes* con especies en Australia, Chile y Argentina;
- Subfamilia Hymaeinae (familia Phloeostichidae) con dos géneros en Australia y de estos, *Rhopalobrachium* también representado en Chile, en áreas de bosques de fagáceas, con dos especies, una de las cuales se encuentra también en Argentina;
- Familia Hobartiidae, con dos géneros en Australia y uno de ellos, *Hobartius*, con una especie en Chile;
- Familia Cavognathidae con géneros en Australia, Nueva Zelanda y Chile; sus especies se asocian a nidos de aves;
- Familia Ulodidae, con varios géneros en Australia, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda y dos en el sur de Chile (*Pteroderes* y *Trachyderas*), los que se encuentran asociados a suelo de bosques húmedos;
- Pilipalpinae (Pyrochroidae), subfamilia con géneros en Australia, Nueva Zelanda, Madagascar, y otros dos en el sur de Chile (*Cycloderus* y *Pilipalpus*) y de Argentina;
- Lagrioidinae, subfamilia de Anthicidae que sólo incluye al género *Lagrioida*; este género tiene especies en Australia, Nueva Zelanda y en Chile (dos especies) se presentan en ambientes costeros entre la III y la VII Región;
- Familia Caridae con dos géneros en Australia y otros dos en el sur de Chile y de Argentina.

Los grupos de especies exclusivas a Chile también son numerosos. A modo de ejemplo es posible mencionar los casos de:

- Neophoninae, subfamilia de Staphylinidae que incluye sólo al género *Neophonus*, con una especie distribuida en bosques de fagáceas del sur de Chile y de Argentina;
- Solieriinae (Staphylinidae), también con sólo un género (*Solierius*);
- *Systolosoma* (Trachypachidae) con dos especies en Chile, una de ellas también en el sur de Argentina en bosques de fagáceas;
- Protosphindinae, subfamilia de Sphindidae, con sólo dos especies de la zona sur de Chile, del género único *Protosphindus*;
- Trachelostenidae, con sólo el género chileno *Trachelostenus* que agrupa a dos especies del centro-sur de Chile;
- Copobaeninae, subfamilia de Anthicidae que incluye sólo al género *Copobaenus* con especies en el sur de Chile y de Argentina, en ambientes de bosques de fagáceas;
- Subfamilia Oxypeltinae (Cerambycidae) con los géneros *Oxypeltus* (una especie) y *Cheloderus* (dos especies) asociados a los bosques de fagáceas del centro-sur de Chile y Argentina.

En cuanto a conservación, en este grupo resulta de vital importancia la preservación de los ambientes en que los coleópteros se encuentran; son de especial interés las zonas desérticas y semidesérticas señaladas previamente, en las cuales se distribuye un gran número de especies cuyo poder de dispersión es muy limitado. Tal como ya se indicó, son importantes en este aspecto las áreas del norte del país sometidas a precipitaciones invernales ocasionales, las que determinan la ocurrencia del fenómeno conocido como "desierto florido". Adicionalmente a ellas se mencionan los ambientes de dunas costeras. Tanto estos ambientes como las planicies interiores en que se produce el "desierto florido" se ven amenazadas por actividades de turismo (desarrollo de infraestructura para esparcimiento en playas) y también deportivas, especialmente competencias de vehículos.

Para ambientes más húmedos, también se tiene el caso de zonas especialmente diversas, en cuanto al número de especies de coleópteros que albergan; entre estas sin duda la más importante corresponde a la de bosques de fagáceas de la región centro-sur de Chile, área internacionalmente reconocida como reservorio de una alta diversidad biológica. Muchos de los grupos antes detallados, citados como ejemplos de distribución austral o como casos de endemismos, se distribuyen justamente en esos ambientes.

Con anterioridad se ha señalado (Elgueta, 2000) la importancia en cuanto a diversidad de coleópteros, de la Selva Valdiviana, del Norte Chico, también de la zona altoandina entre los 27 y 40ºS, como asimismo de áreas litorales y de planicies interiores de las regiones de Atacama y Coquimbo; de manera adicional y al igual que en el caso de Hemiptera, las islas de Juan Fernández resultan ser de gran importancia en cuanto a endemismos de Coleoptera.

Previamente se ha señalado la presencia en Chile de 3.730 especies (Elgueta y Arriagada, 1989; Elgueta, 1995) y con posterioridad esa cifra fue aumentada a 3.947 especies (Elgueta, 2000); actualmente el número de especies citadas para el país supera las 4.200, pertenecientes a 97 familias (véase el cuadro 15), lo cual muestra un incremento constante a través del tiempo. El aumento en el número de especies ha sido especialmente evidente en el caso de la familia Staphylinidae, agrupación para la cual y como fruto de investigaciones específicamente dirigidas a mejorar su conocimiento, el número de especies registradas se ha visto incrementado en cerca de un 30 por ciento.

La variación experimentada en el conocimiento de los componentes de la familia Staphylinidae, sugiere que es muy probable que actividades de investigación en otros grupos de coleópteros, mediante muestreos sistemáticos dirigidos especialmente a la obtención de muestras representativas y estudio de las mismas, podrían incrementar de manera fundamental la cantidad de especies de coleópteros conocidas para Chile. Lo cierto es que para muchas agrupaciones de especies, el conocimiento que de ellas se dispone en la actualidad es muy deficiente; de esta forma es altamente probable que las cifras indicadas en el cuadro 14 resulten muy inferiores a las reales.

Bibliografía

Elgueta, M. 1995. Coleoptera. En J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.), Diversidad biológica de Chile, pp. 246-252. CONICYT, Santiago.

Cuadro 14. **Taxa de Coleoptera en Chile.**

Agrupación	Nº de géneros	Nº de especies	Notas
ARCHOSTEMATA			
Cupedidae	1	1	
ADEPHAGA			
Gyrinidae	2	4	
Haliplidae	1	3	
Trachypachidae	1	2	
Dytiscidae	11	33	
Carabidae	86	357	incluye Paussinae, Cicindelinae
POLYPHAGA			
STAPHYLINIFORMIA			
Hydrophiloidea			
Hydrophilidae	16	26	incluye Hydrochinae, Georyssinae
Histeridae	15	26	
Staphylinoidea			
Hydraenidae	3	13	
Ptiliidae	4	7	
Leiodidae	25	57	
Scydmaenidae	3	79	
Silphidae	2	4	
Staphylinidae	227	925	incluye Pselaphinae
SCARABAEIFORMIA			
Scarabaeoidea			
Lucanidae	6	37	
Trogidae	3	13	
Geotrupidae	3	9	incluye Bolboceratinae
Ceratocanthidae	2	4	
Hybosoridae **(?)**	1	1	
Glaphyridae	2	11	
Scarabaeidae	52	169	
ELATERIFORMIA			
Scirtoidea			
Eucinetidae	1	2	
Clambidae	2	3	
Scirtidae	4	32	
Dascilloidea			
Dascillidae	2	2	incluye Karumiinae
Rhipiceridae	1	1	
Buprestoidea			
Buprestidae	24	87	
Byrrhoidea			
Byrrhidae	2	2	
Elmidae	6	14	
Dryopidae	2	2	
Limnichidae	1	1	
Heteroceridae	3	3	
Psephenidae	3	3	
Elateroidea			
Eucnemidae	4	6	
Throscidae	1	2	

Cuadro 14. **Taxa de Coleoptera en Chile (continuación).**

Agrupación	Nº de géneros	Nº de especies	Notas
Elateridae	47	118	incluye Cebrioninae
Phengodidae	4	16	
Lampyridae	4	18	
Cantharidae	12	65	
BOSTRICHIFORMIA			
Derodontoidea			
Derodontidae	1	3	
Bostrichoidea			
Dermestidae	5	15	
Bostrichidae	11	17	
Anobiidae	25	95	incluye Ptininae
CUCUJIFORMIA			
Lymexyloidea			
Lymexylidae	1	1	
Cleroidea			
Trogossitidae	8	22	incluye Peltinae
Cleridae	18	60	
Melyridae	8	57	
Cucujoidea			
Protocucujidae	1	4	
Sphindidae	1	2	
Nitidulidae	19	43	
Monotomidae	2	4	incluye Rhizophaginae
Phloeostichidae	1	2	
Silvanidae	7	8	
Passandridae	1	1	
Laemophloeidae	1	3	
Hobartiidae	1	1	
Cavognathidae	1	1	
Cryptophagidae	13	25	
Languriidae	5	15	
Erotylidae	5	14	
Biphyllidae	1	3	
Cerylonidae	2	2	
Endomychidae	2	6	
Coccinellidae	39	95	
Corylophidae	4	4	
Latridiidae	16	51	
Tenebrionoidea			
Mycetophagidae	3	3	
Archeocrypticidae	2	3	
Ciidae	1	6	
Tetratomidae	1	1	
Melandryidae	6	18	
Mordellidae	5	32	
Rhipiphoridae	2	3	
Zopheridae	14	18	incluye Colydiinae
Ulodidae	2	2	
Perimylopidae	3	10	

***Cuadro 14*. Taxa de Coleoptera en Chile (continuación).**

Agrupación	Nº de géneros	Nº de especies	Notas
Chalcodryidae	1	1	
Trachelostenidae	1	2	
Tenebrionidae	88	480	
Oedemeridae	11	17	
Meloidae	11	33	
Mycteridae	4	9	
Pyrochroidae	2	7	incluye Pedilinae, Pilipalpinae
Salpingidae	5	9	incluye Agleninae
Anthicidae	10	22	incluye Lagrioidinae y Copobaeninae
Aderidae	1	1	
Scraptiidae	3	11	
Chrysomeloidea			
Cerambycidae	80	179	
Megalopodidae	1	1	
Chrysomelidae	66	145	incluye Bruchinae
Curculionoidea			
Nemonychidae	4	15	
Anthribidae	7	14	
Belidae	5	10	incluye Oxycoryninae
Attelabidae	1	4	
Brentidae	8	13	incluye Apioninae
Caridae	2	2	
Curculionidae	149	443	incluye Scolytinae y Platypodinae
Total	1.287	4.226	

(?) Presencia por confirmar.

Elgueta, M. 2000. "Coleoptera de Chile". En F. Martín-Piera, J.J. Morrone & A. Melic (eds.), Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000. Monografías Tercer Milenio, m3m SEA, 1: 145-154.

Elgueta D., M. & G. Arriagada S. 1989. "Estado actual del conocimiento de los coleópteros de Chile". Revista Chilena de Entomología, 17: 5-60.

Orden Strepsiptera

Mario Elgueta

Este orden conjuntamente con los órdenes Coleoptera (escarabajos), Diptera (moscas), Siphonaptera (pulgas), Lepidoptera (mariposas y polillas) e Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas), entre varios otros, forman parte de la agrupación conocida como Endopterygota, organismos en los cuales se presenta evidencia externa de alas sólo en el estado previo al de adulto. Todos estos insectos poseen desarrollo completo, es decir del huevo emerge una pequeña larva, por completo distinta al adulto y que sufre varios cambios de piel (mudas), para posteriormente pasar a un estado de movimiento limitado y conocido como pupa, período en el cual ocurre la transformación en adulto.

Los estrepsípteros en ocasiones se han asociado con los coleópteros, pero las exactas relaciones de parentesco con otros grupos de insectos permanecen aún desconocidas; así, se los ha postulado como grupo hermano de todos los Endopterygota, como integrante de Coleoptera e inclusive como grupo hermano de este orden, o bien como grupo hermano del orden Diptera. Actualmente se desarrollan investigaciones que intentan resolver sobre la exacta posición de Strepsiptera, entre las restantes agrupaciones de insectos.

Strepsiptera incluye pequeños insectos vivíparos, con dimorfismo sexual extremo ya que los machos adultos son alados, de vida libre y viven la mayor parte de su vida como endoparásito en otros insectos; este modo de vida transcurre desde la salida del huevo hasta el momento de emerger de la pupa. El macho adulto posee alas anteriores reducidas y las posteriores con un extraordinario desarrollo, antenas de aspecto ramificado y ojos compuestos con sus componentes claramente separados entre sí; el único propósito de los machos adultos es el de encontrar y fertilizar a una hembra.

Las hembras adultas retienen características del estado de desarrollo juvenil, no poseen alas y viven exclusivamente como endoparásitos obligados, ya sea en sus etapas anteriores al estado adulto o bien durante toda su vida; las modificaciones que se llegan a presentar en ellas pueden llegar a ser tan extremas, que muchas no poseen ojos, antenas, patas ni estructuras externas comúnmente asociadas a su aparato reproductor. Aparte de los machos adultos y de algunas hembras adultas, el otro estado que presenta vida libre es el

Cuadro 15 **Detalle por familia de especies de Strepsiptera conocidas para Chile, con distribución geográfica conocida y registro de sus insectos hospederos.**

Familia	Especies	Hospedador
HALICTOPHAGIDAE	*Halictophagus chilensis* Hofmann Descripción basada en hembra, con algunos caracteres del macho. Distribución geográfica: Chile, Región del Bíobío, Provincia Ñuble (Portezuelo, Cucha Cox).	*Deltocephalus glaucus* (Hemiptera: Cicadellidae)
STYLOPIDAE	*Xenos boharti* Hofmann Descripción basada en hembra. Distribución geográfica: Chile, Región de Arica-Parinacota, Provincia de Arica (Quebrada de Chaca).	*Polistes versicolor peruvianus* (Hymenoptera: Vespidae)
	Pseudoxenos prolificum Tesón & de Remes Lenicov Descripción basada en macho, hembra y larva. Distribución geográfica: Argentina (Salta). Chile: Región de Valparaíso, Provincia Los Andes (Guardia Vieja); Región Metropolitana, Provincias Santiago (Apoquindo, Las Condes, Macul) y Cordillera (La Obra, El Canelo, El Alfalfal, Río Colorado); Región del Maule, Provincias Curicó (Los Queñes, Estero La Jaula) y Talca (El Radal)	*Hypodynerus vespiformis*, *H. labiatus*, *H. coarctatus* y *Monobia cingulata* (Hymenoptera: Vespidae)
ELENCHIDAE	*Elenchus delicatus* De Santis & de Sureda Descripción basada en machos. Distribución geográfica: Chile, Región de Arica-Parinacota, Provincia de Arica (Arica).	Desconocido

primer estadio de larva, en un período en que se produce la búsqueda del hospedero que le proveerá alimento.

Se conocen cerca de 600 especies de Strepsiptera, con presencia en todas las regiones del mundo, excepto en las áreas extremadamente frías; la diversidad de insectos que son atacados por estrepsípteros es tan amplia que incluye a representantes de 35 familias pertenecientes a ocho órdenes; Thysanura, Blattodea, Mantodea, Orthoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera y también han sido encontrados atacando a Trichoptera.

Los primeros registros de ejemplares de este orden en Chile corresponden a hallazgos de hembras como endoparásitos de diversas especies de avispas, de las familias Vespidae y Sphecidae (orden Hymenoptera); actualmente se encuentran citadas para el territorio nacional cuatro especies, las que representan a tres familias (véase el cuadro 15).

Orden Mecoptera (moscas escorpión)

Alejandro Vera

El orden Mecoptera es un pequeño grupo de insectos distribuidos en todos los continentes. Se trata de un grupo relictual, con muchos elementos fósiles. En la gran mayoría el rostro está prolongado con la armadura bucal en el extremo, presentan dos pares de alas de semejante morfología, con abundante nervadura; los genitales masculinos están orientados dorsalmente, en muchas especies los segmentos posteriores del abdomen están adelgazados, en el caso de los machos sus genitales forman una masa terminal, lo que les ha dado el nombre común de moscas escorpión.

Sistemática: Estudios recientes demuestran que Mecoptera abarca dos grupos principales; uno contiene a las típicas



Mecoptera Nannochorisiidae: ***Nannochorista andina*****.**
Foto: Alejandro Vera.

moscas escorpión, el otro reúne a Nannochoristidae, Boreidae e incluye además a todos los miembros del orden Siphonaptera. Las especies (fósiles y actuales) se distribuyen en nueve familias de las cuales tres están presentes en Chile (véase el cuadro 16). Nanochoristidae presenta el rostro poco proyectado, sus estados larvales se desarrollan en el agua, se compone de dos géneros y ocho especies distribuidas en el hemisferio sur: Chile, Argentina, Australia y Nueva Zelanda (género monoespecífico). Bittacidae es una de las familias más ampliamente distribuida (cosmopolita) y con mayor número de especies y géneros; ambas especies presentes en Chile son endémicas; el género *Anabittacus* es de carácter monoespecífico. Eomeropidae posee sólo una especie actual, *Notiothauma reedi* MacLachlan endémica de Chile, es considerada un fósil viviente; actualmente habita en la zona de La Araucanía; presenta nervadura alar extremadamente abundante y numerosas cerdas espinosas.

Cuadro 16. **Familias, géneros y especies de Mecoptera presentes en Chile y su distribución.**

Familia	Géneros y especies	Distribución
Nannochorisiidae		NZ - Aus - Chile - Arg
	Nannochorista	Aus - Chile - Arg.
	andina Byers 1989	Chile - Arg.
	edwardsi Kimmins 1929	Chile - Arg.
	neotropica Navás 1928	Chile - Arg.
Bittacidae		Cosmopolita
	Anabittacus	Chile
	iridipennis Kimmins 1929	Chile
	Bittacus	Cosmopolita
	chilensis Klug 1838	Chile
Eomeropidae		Chile
	Notiothauma	Chile
	reedi McLachlan 1877	Chile

Orden Diptera (moscas, zancudos, jerjeles, tábanos y moscos)

Christian R. González

El orden Diptera, que incluye a moscas, zancudos, jerjeles, tábanos y moscos, es uno de los más ricos en número de especies. Actualmente, se estima en alrededor de 150.000 las especies de Diptera que han sido descritas y agrupadas en alrededor de 10.000 géneros, los que se reúnen en al menos 150 familias, 22-32 superfamilias, 8-10 infraórdenes y 2 subórdenes (Yeates y Wiegmann, 1999), además de 3.100 especies fósiles descritas. Los dípteros son considerados como miembros del grupo Mecopterida, el cual también incluye los órdenes Trichoptera (tricópteros), Lepidoptera (mariposas), Siphonaptera (pulgas), Mecoptera (moscas escorpión) y probablemente Strepsiptera (strepsípteros). Mecopterida se subdivide en Amphiesmenoptera (Lepidoptera + Trichoptera) y Antliophora (Diptera, Mecoptera, Siphonaptera y probablemente Strepsiptera).

Los dípteros han sido asociados tradicionalmente con los órdenes de Antliophora, es decir estarían relacionados, a partir de algunos caracteres morfológicos, con las moscas escorpión, las pulgas y los strepsípteros, aunque distintas hipótesis se han levantado en este sentido. Recientes estudios apoyan la relación de los dípteros como grupo hermano de los Mecoptera (moscas escorpión), pero todavía faltan trabajos morfológicos y moleculares para dilucidar completamente la posición del Orden. También la evidencia sugiere que Diptera sería el grupo hermano de Strepsiptera (strepsípteros, un extraño grupo de pequeños insectos parásitos) formando el grupo Halteria, el cual a su vez constituiría el grupo hermano de todo el complejo formado por Mecoptera (Whiting, 2006). Es, por consiguiente, uno de los grupos de organismos más rico en número de especies, variación anatómica e innovación ecológica (Yeates y Wiegmann, 1999). La mayoría de los dípteros se alimentan de néctar y polen y sus estados inmaduros (larvas) son detritívoros, en ambientes terrestres y acuáticos. Otras especies son herbívoras y parásitas, y causan serios daños a plantas y cultivos o animales.

Los dípteros reúnen el mayor número de especies hematófagas que son potencialmente peligrosas, debido a su acción vectora, que consiste en transmitir mecánica o biológicamente diversos patógenos al hombre y animales domésticos. Las especies de hábitos hematófagos presentan receptores bien desarrollados que responden a estímulos emanados de los propios hospederos, y aparatos bucales completamente desarrollados y equipados con, por ejemplo, aserradas mandíbulas capaces de cortar la piel de la presa (González y Sanhueza, 2003).

Los dípteros son insectos holometábolos, con estados separados de huevo, larva, pupa y adulto (imago). Generalmente, la mayor cantidad de nutrientes la ingieren durante la fase larval, ya que el adulto está usualmente especializado para reproducción y dispersión. Sin embargo, algunos grupos de Diptera, especialmente aquellos hematófagos, se alimentan vorazmente como imagos, requiriendo suplementos de alimentación, de distintos tipos, para la maduración de los huevos o sus actividades diarias.

Los dípteros son un grupo monofilético bien establecido y caracterizado por sinapomorfías (características derivadas de un carácter compartidas por un grupo de organismos) como la reducción del segundo par de alas, la transformación de éstas en halterios y el desarrollo de piezas bucales adaptadas para succionar líquidos (Yeates y Wiegmann, 1999); al igual que todos los insectos, presentan su cuerpo dividido en tres tagmas o regiones corporales especializadas, cabeza, tórax y abdomen; cada una de ellas con apéndices modificados para distintas funciones o bien exhibiendo caracteres morfológicos distintivos que son de importancia en la sistemática del Orden; particularmente interesante es la morfología de las antenas y las piezas bucales, que en algunos casos exhiben

dimorfismo sexual. Los estados inmaduros de Diptera son variables respecto de su morfología externa; presentan como carácter más distintivo la ausencia de patas torácicas, aunque este rasgo también puede presentarse en otros órdenes de insectos. Los hábitat que ocupan para su desarrollo abarcan desde los acuáticos (Tipulidae, Blephariceridae, Culicidae), semiacuáticos (Tabanidae, algunos Ephydridae), terrestres (Bibionidae, Anisopodidae, Xylophagidae, Asilidae); tejidos vegetales (Cecidomyiidae, Tephritidae) o bien son endoparásitas en distintos grupos (Acroceridae, Tachinidae).

Los dípteros se distribuyen en todos los continentes, presentando una alta abundancia, especialmente en zonas donde otros grupos de Insecta se hacen escasos, como en los ecosistemas andinos (Arroyo et al. 1983).

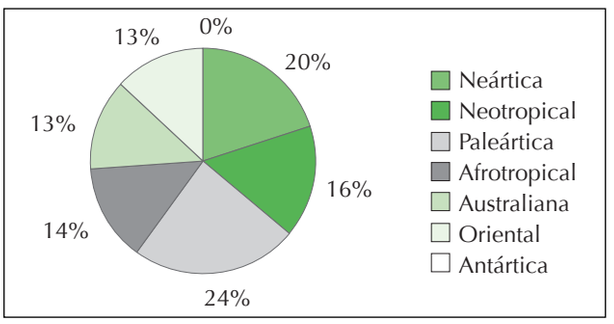
Ahora bien, los dípteros y en general la entomofauna de insectos del país presenta características particulares que le entregan un valor científico incalculable. Entre ellas podemos señalar: origen (Gondwánico y Neotropical), alto grado de endemismo, escaso nivel de diversificación a nivel genérico y primitividad (Solervicens, 1995). Por estas especiales características, la entomofauna chilena es particularmente sensible a la transformación del paisaje, como por ejemplo, la destrucción o contaminación de ecosistemas lacustres y terrestres, la deforestación o reemplazo de la flora nativa por especies más rentables introducidas comercialmente.

Se entrega en este capítulo la información disponible sobre la dipterofauna presente en Chile enfocada desde distintas vertientes del conocimiento, pero centrada en lo relativo a la biodiversidad del grupo.

Historia de la taxonomía de los dípteros en Chile

Reconocidos naturalistas europeos, como C. Linneaus, J. C. Fabricius y el gran dipterólogo alemán J. W. Meigen, describen los primeros dípteros citados actualmente para el país; algunos de ellos son especies cosmopolitas que, producto del comercio, llegaron a Chile. Pero los primeros dípteros colectados en el país, producto de las expediciones que recorrieron el continente en el siglo XIX, son descritos en 1828 por C. R. W. Wiedemann, un médico alemán discípulo de J. W. Meigen, quien estudio material colectado por J. F. von Eschscholtz en la zona de Concepción y estaba depositado en museos alemanes. Unos años después, en 1837, el inglés F. Walker describe dípteros colectados preferentemente en la zona del estrecho de Magallanes por la expedición del capitán P. P. King. Un año después en 1838, P. J. M. Macquart, un gran dipterólogo francés, describe varias especies de dípteros

***Figura 1*. Especies de díptera en las distintas zonas biogeográficas.**





***Nubiloides nigripennis* (Philippi), un tábano (Tabanidae) hematófago de la zona centro-sur del país.** Foto: Dr. Stephen A. Marshall.

chilenos colectados por C. Gay, en sus primeras exploraciones en la zona de San Fernando. En 1852 debe mencionarse el trabajo de C. E. Blanchard quien, a partir de material colectado por Gay en Chile y depositado en el Museo de París, publicó en el volumen 7 de la obra de aquél *Historia física y política de Chile*, el capítulo de dípteros donde se mencionan 208 especies, aunque el autor omitió las especies descritas por distintos entomólogos extranjeros y colectadas en el país por expediciones europeas.

Sin embargo, el trabajo que marca un hito en la dipterología nacional corresponde al de R. A. Philippi, quien en 1865 publicó el *Aufzählung der chilenischen Dipteren*, en Viena, utilizando material colectado principalmente en el área de Santiago y Valdivia. En este trabajo, Philippi describió 30 géneros y 431 especies, muchas de las cuales son válidas y reconocidas hasta hoy en 13 familias (por ejemplo *Podonomus* en Chironomidae, *Sterphus* en Syrphidae, *Ceratomerus* en Empididae).

Edwyn C. Reed publicó en 1888, en los *Anales de la Universidad de Chile*, el primer "Catálogo de los Insectos Dípteros de Chile", en donde mencionó 718 especies y que corresponden a más de tres veces de las mencionadas por Blanchard 36 años antes. Debe consignarse en este breve relato el aporte de F. W. Edwards y R. C. Shannon. A partir de 1926, ellos recorrieron la Patagonia argentina y el sur de Chile colectando especímenes y, a partir de este material, publicaron, en una serie de partes y fascículos —en donde colaboraron destacados dipterólogos de la época, como J. R. Malloch, O. Kröber y M. C. Van Duzee—, la obra *Diptera of Patagonia and South Chile*, con material depositado en el Museo Británico de Historia Natural y publicado bajo su sello.

Desde esa fecha, y denominándolo como un primer período, son especialistas nacionales como Carlos E. Porter, G. A. Fraga, F. Ruiz y C. Silva, quienes abordan el estudio de familias como Phoridae, Asilidae (moscas predadoras), Syrphidae (moscas de las flores) y Tabanidae (tábanos), describiendo especies o aportando antecedentes distribucionales. También en este período inicial, C. Stuardo, en 1946, publica el segundo *Catálogo de los Dípteros de Chile*, citando para el país 2.143 especies agrupados en 595 géneros y distribuidos en 68 familias, prácticamente el triple de las



***Incamyia chilensis* Aldrich, un taquínido (Tachinidae) endoparásito de larvas de lepidópteros, distribuido a lo largo de todo el país.** Foto: Dr. Stephen A. Marshall.

especies mencionadas por Reed 58 años antes. Puede definirse entonces está época como floreciente en el estudio de la dipterofauna y que, claramente, sentó las bases de posteriores estudios en el ámbito taxonómico.

En un segundo período de estudios del Orden, aparece la obra de R. Cortés, renombrado especialista en Tachinidae (moscas parásitas) y considerado como el padre de la entomología moderna en el país, quien describe numerosos taxones de Chile y Argentina; también importante y destacado es el aporte de J. N. Artigas en Asilidae y Mydidae, D. Frías en Tephritidae (moscas de la fruta), D. Brncic en Drosophilidae y C. R. González en Tabanidae (tábanos).

En 1967 se comienza con la edición y publicación, en una serie de más de cien fascículos, del *A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States* editado por P. E. Vanzolini y N. Papavero; en él citan para Chile casi 2.500 especies nativas y exóticas agrupadas en 752 géneros y 86 familias, es decir algo más de 400 especies de las mencionadas en el catálogo de Stuardo. Es muy factible que este número sea muy inferior al real y pueda verse aumentado, al existir fascículos, para algunas familias, (por ejemplo Chironomidae, Sciaridae, Therevidae, Acroceridae, Phoridae) no publicados, y por la ya señalada ausencia de estudios taxonómicos en el Orden (González, 1995).

Como se ha señalado, el estudio taxonómico de las distintas familias de Diptera en el país es exiguo y está dirigido a un reducido grupo de taxones particularmente centrados en Brachycera, por lo que prácticamente todos los Nematocera se mantienen sin ser considerados (González, 1995). También debe considerarse que gran parte de nuestra dipterofauna ha sido estudiada por especialistas extranjeros. Dentro de los aportes más destacados pueden mencionarse los trabajos en Tipulidae (zancudos patones) de C. P. Alexander, en Simuliidae (jerjeles) de P. Wygodszinky y S. Coscarón, en Tabanidae (tábanos) de S. Coscarón, en Athericidae (viuditas) de S. Coscarón y M. C. Coscarón, en Asilidae (moscas pre-

***Tabla 1*. Principales agrupaciones de Diptera, su representación genérica y específica y número de especialistas en el país, según catálogo de Vanzolini y Papavero (1967). Las citas para Chile incluyen especies y géneros exóticos.**

Infraorden	N° Familias	N° especies conocidas en el mundo	N° Géneros citados para Chile	N° especies citadas para Chile	N° taxónomos chilenos en la Familia
Ptychopteromorpha	2	103	2	2	0
Culicomorpha	8	15.242	4	58 (sin información disponible para Chironomidae)	1 (Culicidae)
Blephariceromorpha	3	321	2	9	0
Bibionomorpha	6	9.284	60	263 (sin información disponible para Chironomidae)	0
Tipulomorpha	2	14.110	31	401	0
Psychodomorpha	5	3.060	12	41	0
Xylophagomorpha	1	111	4	16	0
Tabanomorpha	5	3.690	21	151	1 (Tabanidae)
Stratiomyomorpha	3	2.627	22	30	0
Muscomorpha	94	82.390	441	1.489	6 (Apioceridae, Mydidae, Asilidae, Nemestrinidae, Ulidiidae, Tephritidae, Drosophilidae, Calliphoridae, Tachinidae)
Total	129	124.508	596	2.460	8

dadoras) de N. Papavero (en colaboración con J. N. Artigas), en Bombyliidae de J. C. Hall, en Pipunculidae de J. A. Rafael, en Ulidiidae de G. C. Steyskal, en Sarcophagidae de H. S. Lopes.

De las 86 familias citadas para el país, sólo catorce han tenido algún grado de avance en su conocimiento quedando prácticamente el 84 por ciento de ellas sin estudio. Esto, a pesar de las especiales características de nuestra dipterofauna que permite, en áreas históricamente bien muestreadas, encontrar nuevos taxones de rango superior para la ciencia, como lo demuestra la nueva familia de dípteros descrita de material colectado en el Parque Nacional La Campana (Yeates et al. 2003).

Diversidad taxonómica

Para la Región Neotropical se encuentran descritas alrededor de 20.000 especies de dípteros (Brown, 2001), una cifra que seguramente es muy inferior a la real magnitud de la biodiversidad del grupo, dada la amplia diversidad del orden y de los ecosistemas presentes en la región; una situación que también se aplica a nuestro país y que tiene como causa adicional a las anteriores, la ausencia de taxónomos especialistas en dípteros.

En Chile, según el último catálogo publicado, se conocen alrededor de 2.500 especies entre nativas y exóticas (González, 1995) (tabla 1). Debe agregarse a estos factores de estancamiento del conocimiento de la dipterofauna, el hecho que muchas regiones del país (extremo norte, Región de Atacama, cordillera costera de Concepción al sur, por ejemplo) se encuentran escasa o nulamente colectadas y, dadas las especiales características de los ecosistemas que allí se encuentran, bien pudieran albergar una importante entomofauna e interesantes taxones de dípteros nuevos para la ciencia.

Dentro de los escasos y disgregados antecedentes taxonómicos que se conocen para algunas familias, podemos mencionar que distintas familias de dípteros presentan un alto número de especies endémicas; por ejemplo, en los ecosistemas de la cordillera de la Costa, especialmente en zonas de las cordilleras de Nahuelbuta, Pelada y Piuchué, las cuales habrían actuado como posibles refugios de la vegetación, y también de la entomofauna asociada a estos recursos, durante el período glacial, y en este caso en particular de la dipterofauna. Un patrón similar ha sido documentado para otros grupos de Insecta, como los coleópteros (Ashworth y Hoganson, 1987). Otras especies de dípteros abarcan en su distribución la cordillera de la Costa, la depresión intermedia y la cordillera de los Andes. González y Coscarón (2005) mencionan para la zona costera desde los 35 grados sur, una riqueza estimada en 395 especies agrupadas en 190 géneros y 43 familias; de este número de especies, 231 están exclusivamente distribuidas en el área costera, y prácticamente el 50 por ciento de las familias conocidas de Chile se distribuyen en los ecosistemas representados en el rango costero. En estos hábitat las familias dominantes y más diversificadas son Tipulidae (zancudos patones) y Mycetophilidae (moscas de los hongos) debido a que los requerimientos de sus estados inmaduros se cumplen idealmente en estos hábitat ya que la mayoría de estas especies incluye formas fitófagas, saprófagas o micófagas. Es reconocida en esta zona la presencia de especies que se distribuyen exclusivamente en la cordillera de la Costa, como es el caso, por ejemplo de *Sciogriphoneura nigriventris* Malloch (Dryomyzidae), *Teratoptera chilensis* Malloch y *T. latipennis* Malloch (Teratomyzidae).

Es también destacable el aporte y estudio de la zona de la alta montaña del valle del Elqui y en especial en los ecosistemas de humedales andinos (Cepeda et al. 2006), respecto de la diversidad y abundancia de dípteros en una zona que, hasta ese estudio, presentaba un reducido conocimiento. En este trabajo se capturaron alrededor de 30 mil individuos agrupados en 27 familias obtenidas mediante la utilización de trampas Barber y Malaise. Destaca en este estudio, en los distintos humedales muestreados, la dominancia de Muscidae (moscas), Sphaeroceridae, Heleomyzidae, Empididae y Chironomidae. Se detectaron también ocho familias raras, con escasa abundancia o sólo representadas en una vega o en un mes de muestreo (Bibionidae, Tipulidae, Psychodidae, Culicidae (zancudos), Mycetophilidae, Dolichopodidae, Agromyzidae (moscas minadoras) y Calliphoridae (moscos); otras familias presentan abundancias intermedias y bien pudieran, dada la alta perturbación antrópica o la desaparición de estos ecosistemas, al corto plazo considerarse como raras o únicas en estos ecosistemas.

Dípteros particulares de Chile

La dipterofauna distribuida en la subregión Subantártica de Chile, en el sentido de Morrone (2001), presenta adicionalmente a su valor intrínseco una interesante y marcada relación biogeográfica con la Región Australiana (Crisci et al. 1991), por sobre otras regiones que también aportan algunos taxa. En este sentido, podemos mencionar, a modo de ejemplo, géneros de dípteros que presentan una distribución disyunta entre Sudamérica y la Región Australiana (Colles y McAlpine, 1991), lo cual los hace particularmente interesante (tabla 2).

Una situación muy particular ocurre con las especies de la familia Mydidae. De las 13 especies conocidas del país, 12 de ellas son endémicas, las cuales se distribuyen entre la zona de Mejillones y Valdivia. En Tabanidae (tábanos), varios taxones de rango superior (géneros y subgéneros como *Mycteromyia*, *Promycteromyia*, *Palassomyia*, *Astomyia*) tienen

***Tabla 2*. Ejemplos de géneros con distribución disyunta entre la subregión Subantártica de Chile y la Región Australiana.**

Familia	Géneros	N° especies Chile	N° especies Región Australiana
Limoniidae	*Molophilus*	26	356
Blephariceridae	*Edwardsina*	8	22
Pelecorhynchidae	*Pelecorhynchus*	7	34
Tabanidae	*Scaptia*	19	70
	Dasybasis	33	50
Nemestrinidae	*Trichophthalma*	17	44

especies endémicas a lo largo del país y de las 116 especies citadas, 50 son endémicas. En Athericidae (viuditas), el género *Dasyomma* Macquart posee 20 especies conocidas en la Región Neotropical, 11 de ellas son propias de Chile. Para Asilidae (moscas predadoras) un alto número de las especies conocidas (prácticamente el 90 por ciento) son endémicas, como más de la mitad de los géneros de este taxón. En Tachinidae (moscas parásitas) alrededor del 20 por ciento de los taxones específicos (un poco menos de 50 especies) son endémicos y, al tratarse de una familia de especies parasitoides, se desprende que, en términos generales, también ataca fauna propia del país; claramente se demuestran las particulares características que exhibe nuestra dipterofauna y su alto endemismo. Seguramente esta situación pudiera repetirse para otras especies en distintas familias.

Es también particular lo que ocurre con las especies de dípteros del archipiélago Juan Fernández. En Sphaeroceridae (moscas del estiércol), de las 18 especies citadas (principalmente del grupo *venosa* del género *Phthitia* Enderlein), 10 son endémicas, presentado además, 9 de ellas, una fuerte reducción de las alas como rasgo de adaptación morfológica. En Syrphidae con 6 especies citadas para las islas, dos de ellas son endémicas (*Allograpta robinsoniana* Enderlein y *Melanostoma (C.) lundbladi* Enderlein); en Ephydridae están registradas 18 especies endémicas principalmente adscritas al género *Scatella* Robineau-Desvoidy.

Dentro de nuestra dipterofauna, existen llamativas y particulares especies que han llamado la atención por su morfología, colores o comportamiento. La extraña modificación de la morfología torácica que presenta el acrocérido *Megalybus crassus* Philippi es digna de atención. Destacan también por su gran tamaño corporal (casi 3 centímetros) y coloración, el asílido *Obelophorus landbecki* (Philippi) y el sírfido *Flukea vockerothi* Etcheverry. En la zona central podemos observar el vuelo sostenido, sobre un punto, del nemestrínido *Hirmoneura brevirostrata* Bigot que, con su coloración negra y abdomen bandeado crema, resulta muy llamativo; también podemos mencionar al bombílido *Hyperalonia morio* (Fabricius) que destaca por sus manchas alares negras y su detención sobre distintas flores en donde busca néctar para alimentarse. En el centro-sur encontramos a *Scaptia (S.) lata* (Guérin-Menéville) (colihuacho) un tábano que, con llamativa coloración naranja y negra, perturba a los visitantes de la zona lacustre con sus zumbidos y extraordinaria abundancia en la época estival tratando de picar y obtener las hembras sangre para desarrollar su oogénesis. En el extremo sur del país, en la zona de Magallanes, el taquínido (mosca parásita) *Pelycops darwini* Aldrich asombra con su coloración cobriza y rápido vuelo.



***Caenopangonia hirtipalpis* (Bigot), un tábano (Tabanidae) no hematófago de la zona centro-sur del país.** Foto Dr. Stephen A. Marshall.

Evaluación del conocimiento

Como se ha señalado, el avance taxonómico en el conocimiento del Orden es escaso y el número de taxónomos muy por debajo de lo necesario, si lo comparamos con la diversidad esperada del Orden en el país.

Ahora bien, si en el grupo los estudios taxonómicos son escasos, la situación empeora al considerar, por ejemplo, estudios geográficos, ecológicos o biogeográficos. Prácticamente nada se ha hecho en estas disciplinas con la dipterofauna presente en el país, una tarea pendiente para la comunidad entomológica nacional. Sin embargo, se pueden mencionar algunos aportes para conocer la biología de ciertos grupos, como es el caso de Nemestrinidae con los trabajos de C. Stuardo en especies del género *Hirmoneura* Meigen, donde se entregan antecedentes de flores visitadas o especies de Orthoptera parasitados; o bien los estudios de comportamiento en el parasitoide *Incamyia chilensis* Aldrich en Tachinidae.

También son destacados los avances en el conocimiento de los estados inmaduros de Tabanidae y Tephritidae, en donde se describen y caracterizan especialmente las larvas de distintos especies de los géneros *Protodasyapha* Enderlein, Scaptia Walker y *Dasybasis* Macquart en Tabanidae y *Rhagoletis* Loew en Tephritidae.

Existe cierto grado de avance en el conocimiento del Orden, respecto de algunas especies de dípteros que presentan importancia cuarentenaria, para las exportaciones del país y también en el ámbito de la salud pública. Destacan en este sentido, los estudios realizados con las denominadas moscas de la fruta y, en particular, con *Ceratitis capitata* Wiedemann (Tephritidae); y con *Phaenicia sericata* (Meigen) (Calliphoridae) (moscos), estudiadas con fines terapéuticos en el tratamiento de heridas en pacientes con dificultades en su cicatrización. Otro aspecto que ha sido considerado en los estudios del Orden, es lo relativo a su genética, particularmente con especies de Tephritidae.

Bibliografía

Arroyo M.T.K., J. Armesto y R. Primack. 1983. Tendencias altitudinales y latitudinales en mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. Rev. Chilena Hist. Nat. 56:159-180

Ashworth, A.C. & J.W. Hoganson. 1987. Coleoptera bioassociations along an elevational gradient in the Lake Region of southern Chile, and comments of the postglacial development of the fauna. Ann Entomol Soc Am 80(6): 865-895.

Brown, B.V. 2001. Flies, gnats, and mosquitoes pp 815-826. In Encyclopedia of Biodiversity S.A. Levin et al. (ed.) vol. 2 Academic Press.
Cepeda, J., M. Pola, C. Zuleta y C.R. González. 2006. Relaciones de abundancia y diversidad de la entomofauna de vegas altoandinas del desierto transicional del norte de Chile pp. 475-521. En Geoecología de los Andes desérticos. La alta montaña del valle del Elqui J Cepeda (ed.). Ediciones de la Universidad de La Serena.
Colles, D.H. & D.K. Mcalpine. 1991. Diptera pp: 717-786. In CSIRO (eds.) The Insects of Australia A textbook for students and research workers (2ª ed.) Melbourne University Press.
Crisci, J.V., M.M. Cigliano, J.J. Morrone & S. Roig Juñent.1991. Historical Biogeography of Southern South America. Syst Zool 40(2): 152-171.
González, C.R. 1995. Diptera pp. 256-265. En Diversidad Biológica de Chile, J.A. Simonetti et al. (eds.) Conicyt. Artegrama.
González, C.R. y S. Coscarón 2005. Diversidad de dípteros en la cordillera de la Costa pp. 352-368. En Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. C. Smith-Ramírez, J. Armesto & C. Valdovinos (eds.). Editorial Universitaria.
González C.R. y Y. Sanhueza. 2003. Estudio comparativo de la armadura bucal en hembras de 8 especies de *Scaptia (Pseudoscione)* Macquart de distribución chilena (Diptera: Tabanidae). Acta Entomológica Chilena 27: 7-24.
Mcalpine, J.F., B.V. Peterson, Ge Shewell, H.J. Teskey & J.R. Vockeroth (eds.) (1981) Manual of nearctic diptera, vol. 1 Ottawa Canada, Res Branch Agric Can.
Morrone, J.J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe M. y T. Manuales & Tesis SEA (Sociedad Entomológica Aragonesa), 3, Zaragoza, España.
Solervicens, J. 1995. Consideraciones generales sobre los insectos. El estado de su conocimiento y las colecciones pp: 198-210. En Diversidad Biológica de Chile, J.A. Simonetti et al. (eds.) Conicyt. Artegrama.
Vanzolini, P.E. & N. Papavero (eds.). 1967. A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, Sao Paulo.
Yeates, D.K. & B.M. Wiegmann. 1999. Congruence and controversy: toward a higher-level Phylogeny of Diptera. Annu Rev. Entomol. 44: 397-428.
Yeates, D.K., M.E. Irwin & B.M. Wiegmann. 2003. Ocoidae, a new family of asiloid flies (Diptera: Brachycera: Asiloidea), based on Ocoa chilensis gen. and sp.n. from Chile, South America. Systematic Entomology 28: 417-431.
Whiting, M.F. 2006. Phylogenetics position of diptera: review of the evidence pp. 3-13. En The evolutionary biology of Flies, DK Yeates & BM Wiegmann (eds.) Columbia University Press.



Siphonaptera Pilicidae: *Pulex irritans.* Foto: Alejandro Vera.

Orden Siphonaptera (pulgas)

Alejandro Vera

Sin duda la principal motivación histórica para el estudio del orden Siphonaptera ha sido su rol de vectores para enfermedades, dado por su exclusiva vida parásita sobre mamíferos y aves, donde el hombre no hace excepción. Grandes epidemias como la peste negra o el tifus morino han tenido como protagonista a ciertas especies de pulgas como *Xenopsylla cheopis*, que es una especie cosmopolita que se ha dispersado junto con las ratas en los barcos y que es la principal transmisora de la peste —peste negra o bubónica, causante *Pasteurella pestis*— desde la rata al ser humano. También puede transmitir tifus murino y cestodos. *Pulex irritans*, está presente fundamentalmente en el hombre; también se le puede encontrar en animales domésticos; fundamentalmente incomoda por los picotones, ocasionalmente puede transmitir cestodos y rara vez la peste. *Ctenocephalides canis y C. felis* son dos especies muy frecuentes en animales domésticos (perros y gatos indistintamente), transfiriéndose ocasionalmente al ser humano; son un vector ocasional de cestodos, nematodos y otros microorganismos.

Sin embargo, este mismo interés ha provocado un importante sesgo en su estudio taxonómico, de modo que aquellas especies asociadas a organismos nativos o menos relacionados con los seres humanos han sido igualmente poco abordados.

Dos efectos se deducen de esta situación para el conocimiento de la diversidad en Chile: el desconocimiento de la diversidad asociada a cierto tipo de hospederos (quirópteros, carnívoros, edentados y aves) y la ausencia de registros continuos para determinar su distribución, existiendo zonas poco exploradas (regiones II, III y IV; Chile insular; extremo sur del bosque andino patagónico).

En su mayoría las especies no presentan hospederos exclusivos y pueden parasitar un conjunto de ellos, lo que facilita su rol como vectores; la abundancia de una determinada especie de Siphonaptera depende entonces de la profusión del hospedero y su repartición espacial.

Sistemática: Actualmente el orden cuenta con alrededor de 2.380 especies y subespecies, distribuidas en tres superfamilias y 16 familias. En Chile se han registrado 91 especies en siete familias que representan a las tres superfamilias. El detalle de la riqueza se muestra en el cuadro 17.

Respecto a su distribución, se encuentra en relación a la presencia de sus hospederos, distinguiéndose elementos de tres regiones: zona norte (Arica), zona central (Santiago, Valparaíso y Talca) y zona sur (Concepción, Temuco y Chiloé). Veintisiete especies son exclusivas del territorio nacional.

***Cuadro 17*. Riqueza taxonómica de especies, géneros y familias de Chile, para el orden Siphonaptera.**

Superfamilia	Familia	Especies	Géneros	Nº de familias -Chile	Nº de familias -mundial
Ceratophylloidea				5	12
	Hystrichopsyllidae	4	1		
	Ctenophthalmidae	5(3)	3		
	Stephanocircidae	18(1)	6		
	Ischonopsyllinae	3	3		
	Ceratophyliidae	4	3		
Malacopsylloidea				1	2
	Rhopalopsyllidae	37(3)	7		
Pulicoidea				2	2
	Pulicidae	11	6		
	Tungidae	2	1		
Total		91	32	8	16

Orden Trichoptera

Fresia E. Rojas

Los tricópteros son un orden de insectos holometábolos que presentan pilosidad muy desarrollada en las alas y en el cuerpo, acompañada en algunos casos por manchas de escamas. En sus estados juveniles (huevo, larva y pupa) habitan en agua dulce de arroyos, ríos, lagunas y lagos. La mayoría de los adultos tienen hábitos crepusculares o nocturnos y son atraídos por la luz, lo que les ha valido el nombre de polillas de agua. La presencia de larvas de algunas familias de tricópteros señala que el agua está poco contaminada, pero las condiciones de aguas corrientes y frías son los ambientes que presentan mayor diversidad de especies. La característica más destacada de estas larvas es que todas presentan glándulas productoras de seda para fabricarse algún tipo de tejido, sea para construir un albergue, añadiéndole materiales reforzantes como granos de arena, arenisca o trocitos vegetales, o excepcionalmente usando la tela como filtro para interceptar en la corriente detritus alimenticio (Hydropsichidae). La forma del albergue y diversidad de materiales adicionados a la seda son variables según las especies, pero las funciones que cumple son más generalizadas y corresponden a cada familia. Hay familias en las que la construcción se usa para pasar todo el período larvario, pero utilizándola sólo como refugio esporádico, y otras que viven de manera continua en una cápsula portátil tuneliforme que oculta principalmente las partes blandas de su cuerpo.

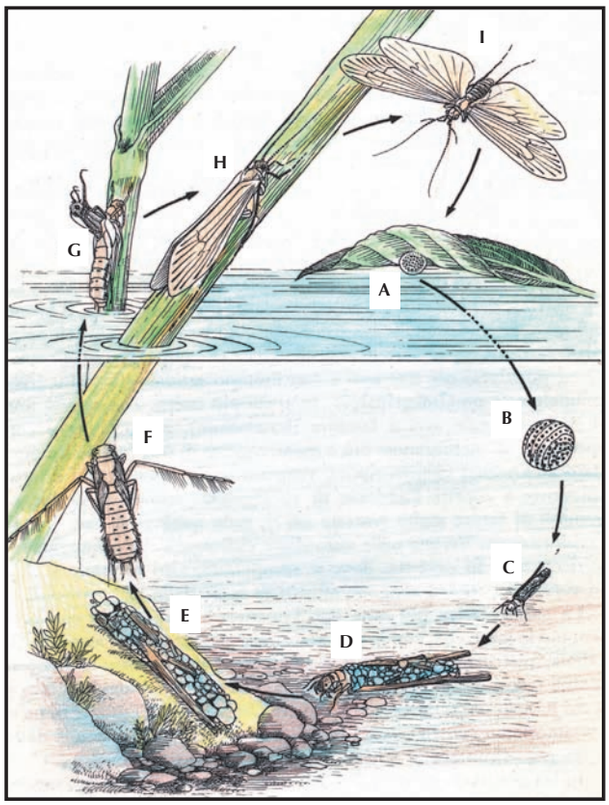
Aunque también hay tricópteros con larvas de vida libre que no construyen refugio, en todas las familias, sin excepción, la larva madura construye o refuerza un refugio para pupar; esa construcción pupal queda fijada y parcialmente cerrada, situándola en lo posible de manera que intercepte la corriente de agua para asegurar oxígeno a la respiración de la pupa. Del pupario emergerá un farato, forma similar a la pupa madura pero que es activa y capaz de nadar hasta la superficie del agua para encontrar un objeto sobresaliente en el aire (plantas o piedras), que le permita rasgar el pupario y desplegarse como adulto emergente. El estado adulto conquista el medio aéreo volando en las orillas de las aguas para encontrar pareja y copular, pero la necesidad de postura de huevos hace regresar a las hembras adultas cíclicamente a la superficie del agua, descargándolos en masas gelatinosas que sobrenadan, o pegados en vegetales o rocas hundidas.

Los insectos tricópteros de Chile se caracterizan por un alto grado de endemismo. La visión actualizada de Trichoptera de Chile al año 2005 se registra en el cuadro 18.

El grupo se encuentra actualmente representado por 18 familias, 34 géneros y 219 especies; sin embargo, todavía son pocas las especies que tienen sus formas acuáticas suficientemente reconocidas. Entre las familias destaca Hydrobiosidae por presentar mayor diversidad de géneros y de especies junto con tener el mayor porcentaje de especies endémicas; sin embargo, *Limnephilidae* sobresale por su abundancia y por el mayor tamaño de los especímenes, resultando ser los tricópteros más frecuentes en las aguas dulces de los bosques subantárticos de fagáceas (árboles parientes del roble) de la Patagonia, correspondientes a los representantes adultos de las familias registradas en nuestro territorio.

***Cuadro 18.* Cuadro sinóptico del orden Trichoptera en Chile.**

Familia	Nº de géneros	Nº de especies
Hydropsychidae	1	15
Polycentropodidae	1	7
Ecnomidae	2	13
Stenopsychidae	1	3
Philopotamidae	1	20
Hydrobiosidae	22	48
Glossosomatidae	3	9
Hydroptilidae	6	14
Kokiriidae	1	2
Tasimiidae	2	2
Limnephilidae	5	27
Anomalopsychidae	2	2
Sericostomatidae	4	15
Helicophidae	5	18
Philorheithridae	2	5
Helicopsychidae	1	2
Calamoceratidae	1	1
Leptoceridae	4	16
Total 18 familias	64	219



Ciclo vital de tricópteros: como huevo, larva y pupa se desarrollan en el agua, los adultos son voladores y se posan en vegetales de las orillas de los cuerpos de agua dulce.



***Smicridea chilensis*. Adulto de tricóptero chileno, muy frecuente cerca de las corrientes de agua de arroyos, esteros y ríos de Chile central.** Foto: Oscar León.





***Izquierda: Oxyethira* sp. Larva de tricóptero enano del río Loa.** Foto: Oscar León. ***Derecha:* Cápsulas de arenisca construidas por limnephilidos, recolectadas en cuerpos de agua dulce de la provincia de Aisén.** Foto: Marcelo Guerrero.

Orden Lepidóptera (mariposas)

Luis E. Parra & Romina Villagrán-Mella

Los lepidópteros son insectos que se caracterizan por poseer cuatro alas cubiertas de escamas sobrepuestas. Incluyen a los Rhopalocera, conocidos comúnmente como mariposas diurnas, y a los Heterocera, conocidos como polillas o mariposas nocturnas. El orden Lepidoptera corresponde al cuarto grupo más rico en especies dentro de los insectos. Se han descrito 150.000 especies en el mundo y se estima que pueden alcanzar las 200 mil. Se encuentran en diversos tipos de hábitat, cumpliendo roles importantes en el mantenimiento de la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, como polinizadores, herbívoros y presas de numerosas especies. Han sido considerados buenos indicadores de la perturbación del hábitat. En su estado larval, algunas especies pueden ser pestes agrícolas de gran importancia económica.

Breve historia del estudio de lepidópteros presentes en Chile

Las primeras descripciones de lepidópteros chilenos son realizadas a mediados del siglo XIX por naturalistas extranjeros como Blanchard, Butler y Mabille. En 1886, Bartlett-Calvert publica el primer catálogo de lepidópteros Rhophalocera y Heterocera de Chile. En la misma época, naturalistas chilenos, como Philippi y Reed, realizan importantes contribuciones al describir nuevas especies y nuevos registros para el país.

En la primera mitad del siglo XX, investigadores extranjeros, como Dognin, Warren y Prout, incluyen nuevas especies para Chile en sus revisiones de heteróceros de la Región Neotropical. En 1934, Ureta comienza sus estudios sobre lepidópteros diurnos, publicando en 1964 un nuevo catálogo de los Rhopalocera de Chile. Este mismo autor, lleva a cabo revisiones de las familias de Sphingidae, Lasiocampidae y Cossidae. En este período, Herrera publica las primeras revisiones de Pyrginae (Hesperiidae) y Nymphalidae; y Fletcher, Orfila y Schajovskoy describen nuevas especies para la familia Geometridae.

En el campo de los microlepidópteros, destacan los aportes de Obraztsov, Clarke y Gielis, por sus revisiones de las familias Tortricidae, Oecophoridae y Pterophoridae, y los estudios de Davis, Kristensen y Nielsen sobre zoogeografía y filogenia de las familias Neopseustidae, Palaephatidae, Opostegidae, Micropterigidae, Incurvariidae y Hepialidae. A fines del siglo XX, Nielsen realiza el primer estudio sobre diversidad de lepidópteros primitivos asociados a los Andes, abordando aspectos de distribución, biología y relaciones filogenéticas entre especies.

En el grupo de los macrolepidópteros nocturnos, Noctuidae y Geometridae constituyen las familias más estudiadas en Chile, destacando los trabajos taxonómicos de Rindge (1971), Angulo (1971-2006) y Parra (1991-2006). Los dos

***Páginas siguientes: Eroessa chilensis*. Mariposas copulando en el bosque costero de Chaitén, Camino Austral, X Región de Los Lagos.** Foto: Nicolás Piwonka.





últimos autores, junto a sus colaboradores, han producido la mayor parte de las publicaciones de lepidópteros chilenos de los últimos 15 años. Para la familia Noctuidae, destacan los estudios sobre descripciones de nuevos taxones, revisiones de familias y géneros, y biología de especies de importancia económica. El estudio de los Geometridae, abarca la revisión y filogenia de géneros, descripción de nuevas especies, y algunos trabajos sobre aspectos biológicos. Otros estudios recientes sobre lepidópteros nocturnos, incluyen revisiones de las familias Arctiidae y Cossidae, un catálogo de la familia Saturniidae y aspectos biológicos en especies de las familias Oecophoridae, Yponomeutidae, Pyralidae y Tortricidae.

Escasos son los estudios sobre la diversidad de lepidópteros asociados a determinados ecosistemas naturales. Destacan los de Bocaz, Mundaca y Villagrán-Mella sobre Heterocera de los bosques de Hualpén, Isla Mocha y Fray Jorge, respectivamente. Dentro de los Rhopalocera, el libro *Las Mariposas de Chile* de Peña y Ugarte (1997), en el cual se entrega una breve descripción y datos sobre hábitat y distribución geográfica de las especies, y el reciente trabajo de Concha en mariposas de la Senda Darwin en la isla de Chiloé.

Diversidad taxonómica

Basándose en información publicada y datos entregados por especialistas, se puede sostener que en Chile existen aproximadamente 1.200 especies de lepidópteros, distribuidas en 543 géneros y 39 familias. Es importante considerar que este número puede aumentar, dada la gran cantidad de grupos que no poseen revisiones recientes y la falta de prospecciones en ciertas áreas del país. A la fecha, se han descrito 169 especies de Rhopalocera, en 65 géneros y 5 familias. Los Heterocera estarían representados por al menos 1.100 especies, en 478 géneros y 34 familias. Dentro de las mariposas, Lycaenidae y Nimphalidae constituyen las familias más diversificadas. En el grupo de las polillas, Geometridae corresponde a la familia más rica en especies (cuadro 19).

Diversidad geográfica

En Chile la distribución de los Rhopalocera es bien conocida, sin embargo en los Heterocera existe un gran número de familias donde no existen registros de distribución para las especies. Por otra parte, numerosas regiones del país aún no han sido prospectadas y amplias áreas naturales han desaparecido en las últimas décadas, lo cual podría cambiar los rangos de distribución actualmente conocidos.

Basándose en la revisión de información publicada, la mayor concentración de lepidópteros presentes en Chile se encuentra en la zona centro-sur del país, entre los 30 y 44 grados de latitud sur y entre los 800 y 2.000 metros de altura, en las zonas de la precordillera de la Costa y cordillera de los Andes. Del total de especies con registros de distribución, un 76 por ciento está presente en la zona central (30º-37º S), un 56 por ciento en la zona sur (38º-44º S) y sólo un 13 por ciento en las zonas norte (18º-29º S) y austral (45º-56º S) del país. Las especies endémicas muestran un patrón de distribución semejante, concentrándose principalmente entre los 33 y 41 grados de latitud, coincidente con la zona central de Chile.

Cuadro 19. **Diversidad taxonómica de lepidópetros presentes en Chile (e= nº estimado).**

Familias	Número de géneros	Número de especies	Número de especies endémicas	Número de especies introducidas
Heterocera				
Adelidae	1	6e	3e	0
Agonoxenidae	1	2	2	0
Arctiidae	10	14	12	0
Blastobasidae	1	1	0	1
Castniidae	1	1	1	0
Cossidae	10	24	14	0
Gelechiidae	10	15	1	6
Geometridae	109	288	252	0
Glyphipterygidae	4	?	?	?
Gracillariidae	1	1	0	1
Hepialidae	7	25	25	0
Heterobathmiidae	1	2	0	0
Incurvariidae	2	3	3	0
Lasiocampidae	2	13	11	0
Limantriidae	1	1	0	1
Lyonetidae	1	1	0	0
Micropterigidae	1	1	1	0
Momphidae	1	1	1	0
Neopseustidae	2	4	2	0
Noctuidae	200e	380e	45e	140e
Oecophoridae	35	65	64	1
Opostegidae	1	1	1	0
Palaephatidae	5	27	6	0
Prodoxidae	1	1	1	0
Psychidae	6e	10e	5e	0e
Pterophoridae	8	32	14	0
Pyralidae	13	16	1	10
Saturnidae	7	19	11	0
Sesiidae	2	4	3	1
Sphingidae	10	15	1	0
Syntomidae	1	1	1	0
Tineidae	12e	60e	45e	3e
Tortricidae	7	18	9	1
Yponomeutidae	4	5	1	1
Rhopalocera				
Hesperiidae	12	35	7	1
Pieridae	13	29	0	1
Papilionidae	1	1	1	0
Lycaenidae	19	59	21	0
Nymphalidae	20	45	0	0
Total	**543**	**1226**	**565**	**168**

El rango de distribución de las familias es amplio, abarcando varias regiones del país; sin embargo la extensión varía considerablemente entre especies, con casi el 50 por ciento de ellas restringidas a 1-3 grados de latitud.



La especie Vanessa carye (*Nymphalidae*) es una de las mariposas más comunes en Chile. Se encuentra a lo largo de todo el país desde el nivel del mar hasta los 4.300 metros de altitud. Entre sus hospederos se encuentran especies de la familia Malvacea, tales como *Althaea officinalis* y *Althaea rosea*. Foto: Yamil Husseim.

Diversidad ecológica

Los lepidópteros pueden encontrarse en diversos tipos de hábitat, en ecosistemas de pradera, bosque, matorral e incluso en sistemas acuáticos y en variadas condiciones geográficas y climáticas. Estos cumplen roles importantes en el mantenimiento de la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas como herbívoros, presas y polinizadores de numerosas especies. Poseen una gran diversidad de formas, colores y comportamiento, lo cual puede variar incluso entre individuos de la misma especie, dependiendo por ejemplo del lugar geográfico, hábitat, hospedero, estación o sexo.

Durante su ciclo de vida pasan por los estadios de huevo, larva (oruga o cuncuna), pupa (crisálida) y adulto (imago). Las hembras suelen poner los huevos en sitios donde las larvas posteriormente se alimenten. Las larvas, en su mayoría herbívoras, pueden consumir hojas, flores, frutos, semillas, ramas, brotes y yemas de diversas especies vegetales. Hay algunas que se alimentan de madera o productos animales derivados. Para defenderse de sus depredadores (p.ej. aves, pequeños mamíferos y otros insectívoros), las larvas utilizan diversas estrategias, como armas químicas y adaptaciones morfológicas para intimidar o confundirse con su hábitat. Para pupar, las larvas de los Rhopalocera suelen tejer un capullo de seda entre hojas de árboles o bajo corteza y piedra, mientras los Heterocera generalmente se cuelgan de ramas u hojas sin hacer estos capullos. Es común que en esta etapa, los lepidópteros retarden la eclosión del adulto (p.ej. diapausa, quinescencia) si las condiciones ambientales no son favorables. Si bien los requerimientos ecológicos varían considerablemente entre especies, los adultos de Rhopalocera se encuentran activos preferentemete en zonas abiertas y asoleadas, mientras los Heterocera en áreas cerradas del crepúsculo y la noche. Como adultos, los lepidópteros cumplen un rol importante en la polinización de numerosas especies de plantas. En la mayoría de las especies, las piezas bucales están adaptadas para chupar (probóscide), lo que les permite alimentarse principalmente de jugos de flores, frutos y rocío. Sin embargo, en otras especies, la proboscidae está completamente reducida y los adultos no consumen alimento. El tiempo de vida de los adultos varía considerablemente entre especies y está destinado principalmente a la reproducción.

En Chile, el conocimiento de la historia natural de los lepidópteros es escasa. Se desconoce el ciclo de vida, hospederos, predadores y parásitos de gran parte de las especies, aunque existe mayor información para las mariposas diurnas (Peña y Ugarte, 1997) y las que son plagas de cultivos. Los pocos estudios sobre lepidópteros que no constituyen plagas, en su mayoría tratan sobre la relación planta-hospedero. Por ejemplo, en el bosque esclerófilo de Hualpén se ha estudiado la variación morfológica de las larvas de la especie *Syncirsodes primata* (Geometridae) en relación a las plantas hospederas de las cuales se alimentan. Otro ejemplo es el estudio del ciclo de vida de la especie *Ithutomus formosus* (Yponomeutidae) en relación a su único hospedero, *Drimys winteri* var. *andina* (canelo enano). Respecto de las mariposas diurnas existe mucha información sobre distribución y hábitat de las especies (Peña y Ugarte, 1997), pero son muy pocos los estudios sobre sus funciones ecosistémicas. Un ejemplo es la especie *Argopteron aureipennis*, habitante de los bosques de Fagaceas del Sur de Chile y posible poliniza-



En la foto, la larva de *Battus archidamas* sobre su hospedero *Aristolochia pearsei* (oreja de zorro). Esta especie de mariposa es el único Papilionidae presente en Chile y es endémica para el país. Se distribuye entre la Región de Atacama y la del Bío Bío. Foto: Yamil Husseim.



La polilla *Polythysana cinerascens* es una de las especies más llamativas de la familia Saturniidae. Sus hembras tienen hábitos nocturnos y los machos diurnos. Dentro de sus hospederos se encuentran *Maytenus boaria* (maitén), *Aristotelia chilensis* (maqui), *Nothofagus obliqua* (roble), *N. dombeyi* (coigüe), *N. alpina* (raulí) y *Pinus radiata* (pino insigne). En Chile se distribuye entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Foto: Yamil Husseim.

dor de las especies *Fuchsia magellanica* (chilco) y *Taraxacum officinale* (diente de león). Falta mayor información sobre especies que cumplan roles importantes como polinizadores en los bosques templados de Chile.

Singularidades en Chile

Los lepidópteros de Chile constituyen un grupo reducido en especies (1.300 spp) en comparación con otros países de la Región Neotropical donde su número puede llegar a 5 mil. Esto se debe principalmente a la falta de zonas tropicales húmedas, hábitat en donde se encuentra la mayor diversidad de especies de Rhopalocera conocidas. A pesar de su baja diversidad, la fauna lepidopterológica chilena destaca por su alto porcentaje de endemismo. Chile se encuentra aislado del resto del continente americano por la cordillera de los Andes, el Océano Pacífico y el desierto de Atacama, manteniendo una fauna común sólo con países limítrofes; a través del desierto costero (p.ej. Hesperiidae), la estepa patagónica (p.ej. Pieridae), y los bosques de Fagáceas y araucarias que traspasan la cordillera de los Andes. Se estima que a nivel de especies, el endemismo puede alcanzar cerca del 50 por ciento (cuadro 19), con un gran número de especies restringidas principalmente a la zona central del país e islas oceánicas (archipiélago Juan Fernández). Dentro de los grupos presentes en Chile, destaca la familia Geometridae, con el mayor número de especies endémicas (cuadro 19). Además, un gran número de familias está representado por una única especie endémica para Chile. Este es el caso de Castniidae, Micropterigidae, Momphidae, Opostegidae, Prodoxidae, Syntomidae y Papilionidae (cuadro 19). Esto contrasta fuertemente con el resto de la Región Neotropical, donde se han descrito, por ejemplo, 140 especies de papiliónidos.

Necesidades de investigación

A pesar de que la mayoría de los estudios de lepidópteros presentes en Chile tratan sobre taxonomía y sistemática, faltan trabajos recientes en gran parte de los grupos (p.ej. Sphingidae, Adelidae). Actualmente, existen solamente dos especialistas en el país (Dr. Andrés Angulo y Dr. Luis Parra), siendo urgente la formación de nuevos taxonómos. Sus investigaciones han estado basadas principalmente en caracteres morfológicos, faltando estudios moleculares que complementes sus trabajos. Es de gran importancia que se lleven a cabo este tipo de estudios, con el fin de resolver los problemas taxonómicos actuales y aclarar las relaciones de parentesco y evolución de los grupos.

Considerando el alto endemismo de los lepidópteros presentes en Chile, es crucial realizar catastros en regiones del país que no han sido prospectadas o donde los ecosistemas naturales estén en acelerado deterioro. Esto permitiría actualizar los rangos de distribución de las especies y establecer patrones biogeográficos dentro de los grupos.

Por otra parte, los efectos de la pérdida, fragmentación y alteración del hábitat sobre la riqueza, abundancia y distribución de las especies de lepidópteros chilenos no han sido considerados. Esta información es fundamental para establecer planes de manejo y prevenir la pérdida de su biodiversidad; sin embargo, sólo recientemente se encuentran en curso estudios sobre lepidópteros asociados a ecosistemas fragmentados.

El conocimiento de la historia natural de los lepidópteros chilenos es escaso y su estudio ha estado dirigido principalmente a especies con implicancia económica. Poco se sabe sobre sus relaciones ecológicas con otras especies y se desconocen los estados inmaduros y ciclos de vida de gran parte de los grupos presentes en Chile.

Bibliografía

Angulo, A.O. 1998. Revisión, filogenia y clasificación de los géneros Noctuinae australes (andino-patagónicos) sudamericanos (Lepidoptera: Glossata: Noctuidae: Noctuinae). Gayana Zoológica, 62(1): 97-99.

Angulo, A.O., T.S. Olivares y G.Th. Weigert. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros nóctuidos de importancia económica agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Universidad de Concepción. CONAF, 154 pp.

Davis, D.R. 1986. A new family of monotrysian moths from austral South America (Lepidoptera: Palaephatidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 434: 1-202.

Gielis, C. 1991. A taxonomic review of the Pterophoridae (Lepidoptera) from Argentina y Chile. Zoologische Verhandelingen 269: 1-164.

Kristensen, N.P. & E.S. Nielsen. 1979. A new subfamily of micropterigids moths from South America. A contribution to the morphology and phylogeny of the Micropterigidae, with a generic catalogue of the family (Lepidoptera: Zeugloptera). Streenstrupia 5(7): 69-147.

Nielsen, E.S. 1986. Primitive (non-ditrysian) Lepidoptera of the Andes: diversity, distribution, biology and phylogenetic relationships. Journal Research Lepidoptera 1: 1-16.

Nielsen, E.S. & G.S. Robinson. 1983. Ghost Moths of southern South America (Lepidoptera: Hepialidae). Entomograph 4: 1-192.

Parra, L.E. 1995. Lepidoptera. En: Simonetti J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada. Diversidad biológica de Chile: 269-279. CONICYT.

Parra, L.E. 1997. Revisión de los Lithinini y Trichopterygini (Lepidoptera: Geometridae) de Chile y de la Región andina argentina adyacente. Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Biología, 469 pp.

Peña, L.E. y A.J. Ugarte. 1997. Las Mariposas de Chile. Editorial Universitaria, 359 pp.

Rindge, F.H. 1971. A Revision of the Nacophorini from cool and cold temperate southern south America (Lepidoptera, Geometridae). Bulletin of the American Museum of Natural History. 145 (4): 312-388.

Rindge, F. 1983. A generic revision of the new world Nacophorini (Lepidoptera, Geometridae). Bulletin of Natural History 175(2): 147-262.

Ureta, E. 1964. Catálogo de los lepidópteros Rhopalocera de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 28(2): 53-149.

Orden Hymenoptera

Fresia E. Rojas

El orden Hymenoptera se considera como uno de los más evolucionados dentro de la clase Insecta.

¿Cómo determinar que un grupo de insectos es más evolucionado que otro?

El grado de adaptación a las condiciones actuales de vida del planeta confirma el éxito del modelo de vida de un grupo de insectos que comparten un sistema corporal y de costumbres, reflejado en su mayor dispersión geográfica, mayor diversidad de especies (riqueza) y abundancia de especímenes actualmente existentes. En Chile, Hymenoptera ostenta el tercer lugar en cuanto a número de especies diferentes. Además, estudios paleontológicos sitúan los hallazgos de himenópteros más antiguos en fechas geológicamente más recientes que aquellas de los insectos considerados primitivos.

¿Quiénes son los Hymenoptera? Son insectos de metamorfosis completa. El nombre del orden alude a las alas membranosas: dos pares, con las posteriores más pequeñas, la venación moderadamente reducida y con el borde anterior del ala posterior provisto de una corrida de ganchos (hamuli), lo que les permite acoplarse y desarrollar buena velocidad de vuelo. Pero existen también himenópteros desprovistos de alas. Para reconocerlos hay que acudir a otra de las características más generalizadas, a saber, un aparato bucal con mandíbulas bien desarrolladas (aptas para múltiples funciones, además de atraer el alimento), junto con un complejo labiomaxilar chupador. En las hembras se advierte la presencia de un ovipositor diversamente desarrollado, desde un simple conducto o un taladro siempre expuesto hasta un aguijón inyector de veneno que además es retráctil al interior del abdomen. Este último carácter parece tener gran incidencia en la variedad de comportamientos respecto al cuidado de la descendencia y a la aparición de conductas sociales.

Los subórdenes Symphita y Apocrita. Para distinguir de todos los demás al grupo de himenópteros más antiguo se



***Oxyethira* sp. Adulto de tricóptero enano del río Loa.** Foto: Ariel Camousseight.



***Bombus dahlbomii*. Abejorro chileno de la familia de la abeja de miel; anida en forma conjunta, pero no presenta el estado de sociabilidad total.** Foto: Elizabeth Arias.

ha establecido el suborden Symphita compuesto por las avispas más primitivas, más lentas y mayoritariamente fitófagas, temibles como plagas forestales, cuyas larvas recuerdan más bien a una oruga, y cuyos adultos son avispas de cintura ancha. Las restantes avispas acinturadas, hormigas y abejas son consideradas dentro de Apocrita. En todos ellos el primer segmento del abdomen se presenta unido al tórax y los restantes separados por una constricción más o menos acinturada. Aquí se encuentran las dinámicas avispas acinturadas (Vespoidea y Sphecoidea) de laboriosos y complejos hábitos constructores de nidos, cazadoras de otros insectos (larvas o adultos) a los que paralizan para almacenarlos como alimento para sus larvas, pero también otras avispas que excepcionalmente crían a sus larvas almacenando polen y néctar que transportan al nido en sus buches (Sphecoidea). También figuran las hormigas (Formicidae incluidas en Vespoidea), prodigiosas trabajadoras omnívoras con crianzas en vastos nidos comunitarios y excelente sistema de comunicación por intercambio alimentario. Por su parte, las abejas (Apoidea) estrictamente fitófagas —se nutren de néctar de flores— alimentan a su descendencia con la mezcla de polen recolectado con los pelos plumosos de sus patas posteriores o del lado ventral del abdomen, mezclado con miel elaborada por ellas mismas y esmeradamente almacenada en una amplia gama de nidos característicos de las especies, desde simples galerías socavadas en el suelo hasta arquitecturas de compleja elaboración individual o comunitaria como en el caso del panal. Es así como Hymenoptera destaca porque estos últimos grupos proyectan los comportamientos de crianza desde el trabajo aislado de una hembra solitaria hasta la constitución de complejas sociedades de miles de individuos.

El último recuento sobre los hymenópteros en Chile se realizó en el año 2000 (véase el cuadro 20).

***Cuadro 20.* Especies de hymenópteros presentes en Chile.**

Superfamilias en Chile	Número de géneros	Número de especies
Suborden Symphyta		
Siricoidea	6	12
Tenthredinoidea	17	26
Suborden Apocrita		
Megalyroidea	2	2
Ceraphronoidea	2	4
Evanioidea	5	9
Ichneumonoidea	124	286
Proctotrupoidea	9	13
Platygasteroidea	16	26
Cynipoidea	6	6
Chalcidoidea	113	249
Chrysidoidea	26	46
Vespoidea	76	248
Sphecoidea	37	111
Apoidea	67	373
Superfamilias: 14	506	1411

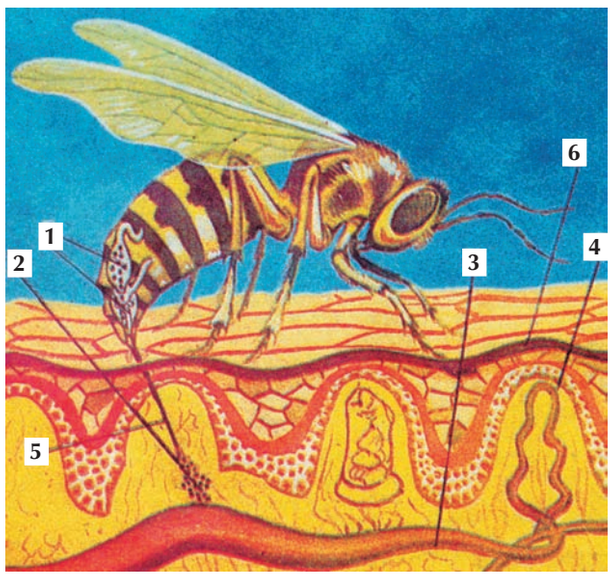
En el primer lugar en cuanto a diversidad de especies (373), destaca Apoidea que reúne a las abejas silvestres de Chile, las cuales, incluyendo al abejorro originario (*Bombus dahlbomii*), tienen diversas maneras de anidación transicionales entre la vida solitaria y la sociabilidad completa, representada por la colmena de la abeja de miel europea (*Apis mellifera*), especie esta última importada a nuestro país inicialmente para explotación comercial de sus productos (miel, cera, propóleo), pero que ha pasado posteriormente a utilizarse también para fines de polinización de cultivos.

La segunda mayoría en cuanto a biodiversidad de especies (286) la presentan las avispas Ichneumonoideas, muy frecuentes en cañaverales y quilas de los ambientes silvestres donde llaman la atención las hembras por sus ovipositores, a menudo más largos que su cuerpo, con fino taladro siempre expuesto y agujas acompañantes flexiblemente enroscadas en la punta. Ellas parasitan a las larvas minadoras de otros insectos fitófagos, perforando los escondrijos donde estas se ocultan, para inyectarle sus huevos y asegurar a su larvas descendientes un alimento adecuado.

El tercer lugar en términos de biodiversidad de especies lo comparten Calcidoidea y Vespoidea con 249 y 248 especies censadas respectivamente. Se trata de dos grandes grupos igualmente exitosos en el resto del mundo, pero que por sus dimensiones tienen acceso a ámbitos ecológicamente muy diferentes. Calcidoidea es un grupo de los microhymenópteros de los más variados en Chile y en el mundo, con cuerpo diminuto, a menudo con brillo metálico, ápteros o alados con venación muy reducida incluso en el ala anterior. Son parásitos de numerosos órdenes de insectos, de arañas e incluso de ciertos gusanos (nematodos), en tanto que Vespoidea corresponde a un grupo de avispas acinturadas, cuyas hembras presentan aguijón retráctil al interior del abdomen asociado a un perfeccionamiento en su capacidad para mejorar los grados de paralización de las presas, y que además presentan variada gama de formas de construcción de nidos. No se debe olvidar en este recuento que Vespoidea incluye también la familia de las hormigas, que se benefician de capacidades de alimentación variada y ventajosas costumbres sociales.



***Elaphroptera scoliaeformis*. Avispas chilenas en cópula; la hembra áptera es paseada por el macho en vuelo antes de separarse.**
Foto: Deneb Camousseight.



Esquema de aguijón produciendo una picadura en la piel humana.



Nido de *Hypodynerus,* especie de avispa alfarera de Chile.
Foto: Oscar León.

Bibliografía

Alarcón, M.E. 2000. Estado actual del conocimiento de los Siphonapteros presentes en Chile (Insecta: Siphonaptera). Gayana 64(1): 1-17.

Byers, G.W. 1989. The Nannochoristidae of South America (Mecoptera). The University of Kansas Science Bulletin, 54(2): 25-34.

Byers, G.W. 1991. Mecoptera. In: Waterhouse D.F., P.B. Carne, I.D. Naumann (eds.). The Insect of Australia (CSIRO), 2° ed. vol. II, 2ª ed. Cornell University Press, Ithaca, N.Y. pp. 696-704.

Elgueta, M. y F. Rojas 2000. "Hymenoptera de Chile". En F. Martín-Piera, J.J. Morrone y A. Melic (eds.), Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000. Monografías Tercer Milenio, m3m SEA, 1: 245-251.

Rojas, F. 1995. Trichoptera. En J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.), Diversidad biológica de Chile, pp. 264-268. Conycit, Santiago.

Arachnida

Walter Sielfeld

La clase reúne artrópodos con cuatro pares de patas conocidos comúnmente como arañas, ácaros, escorpiones y seudoescorpiones, los que se clasifican en diez órdenes actuales: Scorpionida, Pseudoscorpionida, Solifuga, Palpigradi, Uropygi, Amblypygi, Araneae, Ricinulei, Opilionida y Acari. En el territorio chileno sólo habitan los siguientes siete: Solifugae, Araneae, Palpigradi, Scorpionida, Pseudoscorpionida, Opilionida, Acari.

Orden Palpigradi, palpígrados

Este grupo de arácnidos ha sido escasamente estudiado en Chile, destacando los trabajos de Condé (1974, 1977) y Cekalovic (1984). Las especies chilenas frecuentan hojarasca de *Puya, Trichocereus* y *Nothofagus*. Cekalovic señala tres especies chilenas, pertenecientes a dos géneros y una familia (véase el siguiente cuadro).

Palpígrados en Chile.

Familia	Especies	Distribución
Eukoeniidae	*Eukoenemia miriabilis* Grassi, 1886	Madagascar, Europa Chile: San Bernando
	Eukoenemia grassi Hansen, 1901	Paraguay, Fray Jorge, Cerro El Roble
	Prokoenenia chilensis (Hansen, 1901)	Valparaíso, Viña del Mar

Bibliografía

Cekalovic, T. 1984. "Catálogo de los Pseudoscorpiones y Palpigradi de Chile (Chelicerata)". Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 55: 7-35.

Condé, B. 1974. "Palpigrades du Chili". Rev. Ecol. Biol. Sol. 11(3): 449-455.

Condé, B. 1977. "Nouveaux Palpigrades du Musée de Genève". Rev. Suisse Zool. 84(3): 665-674.

Orden Opiliones, opiliones

Los opiliones constituyen un grupo zoológico relativamente diversificado tanto en su forma como en su hábitat. Están ampliamente distribuidos en Chile, especialmente desde la región central al sur, donde viven bajo piedras, troncos, hojarasca, en ambientes húmedos. Se reconocen tres subórdenes: Palpatores, Laniatores y Cyphophthalmes.

El suborden Cyphophthalmes ha sido poco estudiado en el territorio nacional. Destacan 2 especies de la familia Sironidae: *Chileogovea oedipus* Roewer, 1961 de Chiloé: Chepu y *Chileogovea jocasta* Shear, 1993 de Malleco: Contulmo.

El suborden Laniatores es de distribución fundamentalmente tropical; es especialmente abundante en los países calurosos y húmedos, alcanzando marginalmente Europa y Norteamérica; es abundante en América Central y América del Sur, sur de África, Nueva Guinea, Indochina, Malaca, Filipinas y Australia. Incluye tal vez 500 géneros y alrededor de 1.500 especies.

El suborden Palpatores presenta en Chile dos familias (Neopilionidae y Acropsopilionidae) con 8 especies distribuidas entre Santiago y el cabo de Hornos, más 3 especies conocidas sólo para su localidad tipo en el extremo norte de Chile: *Prionostema auropictum* Roewer, 1953, *Prionostema chilense* Roewer, 1953, *Prionostema taeniatum* Roewer, 1953 y *Prionostema umbrosum* Roewer, 1953, todas de Tarapacá, Iquique.

Las especies chilenas han sido tratadas por Cokendolpher y Lanfranco (1985), Maury (1987a y b, 1991, l993a y b, Soares y Soares (1949 y 1954) y Soerensen (1902). En el siguiente cuadro se resume el estado de conocimiento del orden en Chile.

Opiliones en Chile.

Suborden	Familia	Géneros	Especies
Cyphophthalmes	1	1	2
Laniatores	2	36	79
Palpatores	2	5	11
Total	5	42	92

Bibliografía

Cokendolpher, J.C. & D. Lanfranco. 1985. Opiliones fron the Cape Horn Archipelago: new southern records for harvestmen. Journal of Arachnology 13(3): 311-319.

Maury, E.A. 1987. Triaenonychidae sudamericanos. IV. El género *Triaenonychoides* H. Soares, 1986 (Opiliones, Laniatores). Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 58: 95-106.

Maury, E.A. 1991. Gonyleptidae (Opiluiones) del bosque subantártico chileno-argentino I. El género *Acanthoprocta* Loman, 1899. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 62: 107-117.

Maury, E.A. 1987. Triaenonochidae Sudamericanos. II. El género *Diasia* Sörensen, 1902 (Opiliones, Laniatores). Physis, Sec. C., 45 (109): 74-84. Buenos Aires.

Maury, E.A. 1993. Gonyleptidae (Opiliones) del bosque subantártico chileno-argentino III. Descripción de Osorenogyndes, nuevo género. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 64: 99-104.

Maury, E.A. 1993. Triaenonychidae sudamericanos. VII. Redescripción de *Araucanobunus juberthiei* Cuevas, 1973 (Opiliones, Laniatores). Bol. Soc.Biol. Concepción, Chile, 64: 105-111.

Shear, W.A. 1993. The genus *Chileogovea* (Opiliones, Cyclophthalmi, Petallidae). Journal of Arachnology 21(1): 73-78.

Soares, B. & H. Soares. 1949. Monografía dos géneros de opiliones Neotrópicos II Arq. Zool. Est. Sao Paulo 7(32): 149-239.

Soares, B. & H. Soares. 1954. Monografía dos géneros de opilioes Neotrópicos III. Arq. Zool. Est. Sao Paulo 8(9): 225-302.

Sörensen, W. 1902. Gonyleptidae (Opiliones, Laniatores), on: Ergebnisse der Hamburger Magalhaenische Sammelreise 1892/93. Band II, Artropoden: 1-326.

Orden Solifugae

Los solpugidos son arácnidos depredadores, fundamentalmente diurnos y habitantes de zonas áridas. El orden presenta alrededor de 100 especies, agrupadas en 10 familias y distribuidas fundamentalmente en África y Sudamérica. En Chile sólo habitan las fámilias Amacataidae y Ammotrechidae, con 12 especies distribuidas desde el extremo norte del país hasta la región esteparia de Magallanes. Las espe-

cies chilenas han sido tratadas y estudiadas por Mello Leitao (1942), Kraus (1966), Muma (1971) y Cekalovic (1975). En el siguiente cuadro se resume la situación del grupo en Chile.

Solifugae en Chile.

Familia	Géneros	Especies
Amacataidae	1	1
Ammotrechidae	7	11
Total	8	12

Bibliografía

Cekalovic, T. 1975. Catálogo sistemático de los Solifugae de Chile (Arachnida). Bol. Soc. Biol. Concepción XLIX: 131-137.

Kraus, O. 1966. Solifugen aus Chile. Senck. Biol. 47(3): 181-184.

Mello Leitao, C. 1942. Novos Solifugos do Chile e do Mexico. Ann. Acad. Brasileira Cienc. 14(4): 305-314.

Muma, M. 1971. The Solpugids of Chile, with descriptions of a new Family, new Genera and New Species. Amer. Mus. Novitates 2.476: 1-23.

Orden Scorpionida

El orden incluye escorpiones y alacranes, grupo conocido por sus fósiles a partir del período silúrico, y que comprende aproximadamente 500 especies recientes, repartidas en todos los continentes. De sus seis familias tres están presentes en territorio chileno: Luridae, desde el extremo norte hasta Constitución, Buthidae, desde Arica hasta Malleco e Isla de Pascua, y Bothriuridae, desde el extremo norte hasta Magallanes. En el siguiente cuadro se resume la situación del orden en Chile.

Escorpiones y alacranes en Chile.

Familia	Subfamilia	Géneros	Especies
Bothriuridae	Bothriurinae	6	25
	Brachiosterninae	1	10
Buthidae		2	2
Iuridae		2	2
Total	2	11	39

Bibliografía

Acosta, L.E. 1998. *Urophonius transandinus* sp. nov. (Bothriuridae), a Scorpion from Central Chile. Stud. Neotrop. Fauna & Environm. 33: 157-164.

Acosta, L.E. 1988. Contribución al conocimiento taxonómico del género *Urophonius* Pococck, 1893 (Sxcorpiones, Botriuridae). J. Arachnol. 16: 23-33.

Mattoni, C.M. 2002. *Bothriurus picuncne* sp. nov., a New Scorpion from Chile (Bothriuridae). Studies on Neotropical Fauna and Environment, vol. 37, n. 2, pp. 169-174.

Mattoni, C.I. 2002. *Bothriurus pichicuy, nuevo escorpión chileno del grupo vittatus* (Scorpiones, Bothriuridae). Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 92(4): 81-87.

Orden Pseudoscorpionida

Los representantes de este orden son arácnidos pequeños conocidos bajo el nombre de seudoescorpiones por la presencia de pinzas, pero ausencia de una cola con aguijón terminal. La distribución del orden es fundamentalmente tropical neotropical e incluye alrededor de 1.000 especies. Los representantes chilenos han sido estudiados fundamentalmente por Beier (1930, 1931, 1932, 1933, 1954, 1955, 1957, 1959 y 1964), Cekalovic (1984), Chamberlin (1923), Ellingson (1904, 1905) y Vitali di Castri (1962, 1963, 1965, 1969, 1970, 1973, 1974 y 1975) y corresponden a los siguientes tres subórdenes: Heterophyronida, Cheliferinea y Neobisiinea.

En el siguiente cuadro se resume su situación en Chile.

Pseudoescorpiones en Chile.

Suborden	Familia	Géneros	Especies
Heterophyronida	1	7	14
Neobisiinea	6	19	41
Cheliferinea	2	14	35
Total	9	40	90

Bibliografía

Beier, M. 1930. Alcuni Pseudoscorpioni raccolti del Prof. F. Silvestri. Bol. Lab. Zool. Portici, 23: 197-209.

Beier, M. 1931. Neue Pseudoscorpione der U.O. Neobisiinae. Mitt. Zool. Mus. Berlin, 17(2): 229-318.

Beier, M. 1932a. Pseudoscorpionidea I. Subord. Chtoniidea et Neobisiinea. Das Tierreich 57, XX, 258 pp.

Beier, M. 1932b. Pseudoscorpionidea II Subord. Cheliferinea. Das Tierreich 58, XXI, 294 pp.

Beier, M. 1932c. Zur Kenntnis der Lamprochernetidae (Pseudoscorpionidea). Zool. Anz. 97: 258-267.

Beier, M. 1933. Revisión del Chernetidae (Pseudoscorpionidea). Zool. Jahrb. Jena 64: 509-548.

Beier, M. 1954. Pseudoscorpionidea. In Titschak Beitr. Fauna Perus, 4: 1-12.

Beier, M. 1955. Pseudoscorpione von den Juan Fernández Inseln (Arachnida, Pseudoscorpionida). Rev. Chil. Hist. Nat. 4: 204-220.

Beier, M. 1957. Die Pseudoscorpioniden – Fauna der Juan Fernández Inseln (Arachnida, Pseudoscorpionida). Rev. Chil. Ent. 5: 451-464.

Beier, M. 1959. Zur Kenntnis der Pseudoskorpioniden des Andengebietes. Neotrop. Fauna 1(3): 185-228.

Beier, M. 1964a. Pseudoskorpione von Insel San Ambrosio. Ann. Naturhistor. Mus. Wien 67: 303-306.

Beier, M. 1964b. Die Pseudoskorpioniden – Fauna Chilesw. Ann. Naturhistor. Mus. Wien 67: 307-375.

Cekalovic, T. 1984. Catálogo de los Pseudoscorpiones y Palpigradi de Chile (Chelicerata). Bol. Soc. Biol. Concepción. Chile 55: 7-35.

Chamberlin, J.C. 1923. On two species of Pseudoscorpion from Chile with a note on one from Sumatra. Rev. Chil. Hist. Nat. 27: 185-192.

Ellingsen, E. 1904. On some Pseudoscorpions from Patagonia collected by Dr. Filippo Silvestri. Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Torino 19(480): 1-7.

Ellingsen, E. 1905. On some Pseudoscorpions from South America in the Collection of Prof. Silvestri. Zool. Anz. 29: 325-328.

Simon, E. 1896. Arachnides recueillis a la Terre de Feu. Anal. Mus. Nac. Buenos Aires 5: 167-172.

Simon, E. 1902. Arachnoiden excl. Acariden und Gonyleptiden. Hamb. Magalh. Sammelreise 6(4): 1-47.

Vitali di Castri, V. 1962. La familia Cheridiidae (Pseudoscorpionida) en Chile. Inv. Zool. Chilenas 8: 119-142.

Vitali di Castri, V. 1963. La familia Vachoniidae (=Gymnobisiidae) en Chile (Arachnida, Pseudoscorpionida). Inv. Zool. Chilenas 10: 27-82.

Vitali di Castri, V. 1965. *Cheiridium danconai* n. sp. (Pseudoscorpio-

nida) con consideracioes sobre su desarrollo postembrionario. Inv. Zool. Chilenas, 12: 67-92.
Vitali di Castri, V. 1969a. Tercera nota sobre los Cheridiidae de Chile (Pseudoscorpionida) con descripción de *Apocheiridium (Chiliocheiridium) serenense* n. subgen. n. sp. Bol. Soc. Biol. Concepción, 41: 265-280.
Vitali di Castri, V. 1969b. Remarques sur la Familie des Menthidae (Arachnida, Pseudoscorpionida) a propos de la presence au Chili d'une nouvelle espece, Oligomenthus chilensis. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. 41(2): 498-506.
Vitali di Castri, V. 1970. Revisión de la sistemática y distribución de los Gymnobisiinae (Pseudoscorpionida, Vachoniidae) Bol. Soc. Biol. Concepción, 42: 123-135.
Vitali di Castri, V. 1973. El género sudamericano *Gigantochernes* (Pseudoscorpionida, Chernetidae) con descripción de dos nuevas especies. Physis, 30(80): 1-9.
Vitali di Castri, V. 1974. Presencia en América del Sur del género *Sathrochthonius* (Pseudoscorpionida) con descripción de una nueva especie. Physis, 31(82): 23-38.
Vitali di Castri, V. 1975a. Deux nouveaux genres de Chthoniidae du Chili: *Chiliochthonius* et *Francochthonius* (Arachnida, Pseudoscorpionida) Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. (3º), 324(236): 1.277-1.291.
Vitali di Castri, V. 1975b. Nuevos *Austrochthonius* sudamericanos (Pseudoscorpionida, Chthoniidae). Physis C. 34(89): 117-127.

Orden Acarina (ácaros, garrapatas)

Los ácaros están representados por seis subórdenes: Parasitiformes, Trombidiformes, Sarcoptiformes, Tetrapodili, Notostigmata y Holothyroidea (André, 1968), de los cuales los dos últimos no han sido citados a la fecha para Chile.

El orden es sumamente numeroso en géneros y especies, estimándose en alrededor de 10.000 especies las descritas, que sólo constituirían una parte de la gran diversidad del grupo.

En el caso chileno, los conocimientos son escasos respecto a las formas de vida silvestre, siendo los trabajos existentes en general puntuales y con muchas lagunas, principalmente en lo que respecta a zonas extremas y limítrofes. Es por lo tanto difícil realizar una estimación preliminar sobre el número de especies presentes en el país. Especialistas chilenos son María E. Casanueva (Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile), Rodrigo. I. Martínez (Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile) y René Covarrubias (Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación).

Destacan las revisiones de Neger (1900), Porter (1926), Wilson (1968) y Peredo y Casanueva (1993) sobre ácaros productores de agallas; Tragardh (1944) Uropodina, Donoso-Barros (1953), Tagle (1971), Cameron y Campos (1986), González-Acuña y Guglielmone (2005) sobre garrapatas; Besch (1962, 1963, 1964), Cook (1988), Nordenskjold (1904), Riboga (1902), Truessart (1889), Viets (1950, 1955) sobre ácaros acuáticos y marinos; Hirst (1919), sobre ácaros de folículos pilosos; González (1968), Peredo y Casanueva (1994) sobre ácaros plantícolas; Casanueva y Artigas (1985) sobre ácaros del polvo; Balogh (1972), Balogh y Balogh (1988, 1990, 1992), sobre oribátidos del mundo; Casanueva, Torres y Martínez (1998), Covarrubias (1986), Martínez y Casanueva (1993, 1995), sobre oribátidos de Chile.

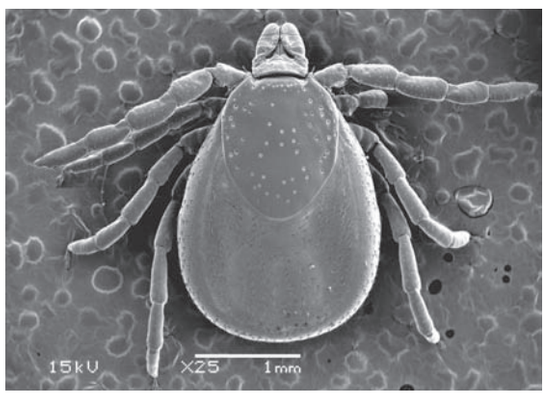
Garrapatas (Acari: Ixodoidea) en Chile

Daniel González-Acuña

Las garrapatas duras (Acari: Ixodoidea) son ectoparásitos hematófagos obligados de vertebrados que, en muchos casos, pueden ser vectores de agentes que causan enfermedades en los hospedadores. Poseen la capacidad de producir dermatosis debido a las picaduras, intoxicación causada por su saliva, anemia, lesión en pabellón auricular (otoacariasis), inocular toxinas que producen parálisis en el hospedador u otras afecciones que en algunos casos pueden provocar la muerte.

La clasificación de las garrapatas se basa en la ausencia o presencia de orificios respiratorios (espiráculos) y su ubicación en el cuerpo. Se caracterizan por la presencia de un aparato bucal dentado llamado hipostoma y además, algo único en el grupo, un complejo órgano setal en el tarso llamado órgano de Haller's, cuya función es sensorial. Cuando están repletas de sangre pueden llegar a medir hasta 30 milímetros de largo e incluso más. Poseen tres pares de patas en estado larval y cuatro cuando ninfas y adultos.

En la actualidad se han descrito en el mundo poco más de 860 especies de garrapatas, las cuales se dividen en tres familias: Argasidae, Ixodidae y Nutallidae, siendo esta última familia sin importancia en la región Neotropical, ya que está representada por una especie (*Nuttalliella namaqua*) confinada al sur de África.



Ixodoidea, Ixodidae: *Ixodes neuquenensis* Ringuelet. Hembra adulta de garrapata dura. Parásito del amenazado marsupial monito del monte (*Dromiciops gliroides*) recientemente descrito en Chile. Foto: José Venzal.



***Argas neghmei* Kolhs & Hoogstraal.** Larva de garrapata blanda conocida comúnmente como "palta". Parásito hematófago de aves y mamíferos, entre los cuales se encuentran los humanos. Foto: Daniel González-Acuña.

Las garrapatas blandas (Argasidae) son un tipo más primitivo que los Ixodidae. Sus larvas se alimentan durante unos pocos días, luego se desprenden y dan origen a las ninfas las cuales se fijan nuevamente varias veces por breve tiempo, originando nuevas ninfas para, finalmente, mudar a individuos sexuados. Estos, después de alimentarse, se desprenden, copulan y oviponen en lugares oscuros, para lo cual utilizan hendiduras naturales o enterrándose en la capa superficial del suelo. Una vez que oviponen, pueden seguir copulando, alimentándose y oviponiendo por varios períodos.

En las garrapatas de la familia Ixodidae (garrapatas duras), las larvas, ninfas y adultos se llenan de sangre sólo una vez en cada estadio y por períodos largos succionan sangre. La hembra muere después de la oviposición. Durante su ciclo biológico se alimentan en uno, dos o tres hospedadores diferentes, según sea la especie de garrapata.

En la región zoogeográfica Neotropical se han descrito poco más de 188 especies de garrapatas. En Chile, han sido descritas con certeza 20 especies (ver cuadro) y tres (*Argas miniatus* Koch 1844, *Ixodes abrocomae* Lahille 1916, *Ixodes parariccinus* Keirans & Clifford 1985) son consideradas probablemente presentes. Sin embargo, debido a la escasez de estudios y pesquisas, ellas no han sido aún diagnosticadas con total certeza.

En relación a los hospedadores de garrapatas en Chile, se han registrado hasta la fecha 5 reptiles, 19 aves y 24 mamíferos, cifras que probablemente se verán incrementadas en la medida que los estudios se intensifiquen.

El estado del conocimiento del orden en Chile es el que se indica en el cuadro siguiente.

Ácaros en Chile.

Suborden	Cohorte	Familia	Géneros	Especies
Tetrapondili		1	3	12
Parasitiformes	Mesostigmata	7	12	14
	Ixodoidea *	2	6	20
Trombidiformes	Tarsonemini	2	3	3
	Prostigmata	21	37	69
Sarcoptiformes	Acaridiae	11	>21	>22
	Oribatei	32	?	?

* Actualizados los datos por Daniel González-Acuña para esta segunda edición

Bibliografía

Tetrapondili

Peredo y Casanueva. 1993. Boletín Sociedad de Biología de Concepción, 64: 189-207.

Neger, F.W. 1900. Sobre algunas agallas nuevas chilenas. Revista Chilena de Historia Natural, IV: 2-3.

Porter, C. 1926. Sobre una acarocecidia del maitén. Revista Chilena de Historia Natural, XXX: 192-193.

Wilson, N. 1968. A new species of Eryophid mite on *Prosopis*. Rev. Chilena Entomología, 6: 81-84.

Casanueva, 1962. Ácaros asociados a la abeja de miel.

Cekalovic, T. 1976. Catálogo de los Arachnida: Scorpiones, Pseudoscorpiones, Opiliones, Acari, Araneae y Solifugae de la XII Región de Chile, Magallanes, incluyendo la Antártica Chilena. Gayana, Zoología, 37: 1-108.

Tragardh, I. 1944. Zur Systematik der Uropodinen. Ent. Tidsk. 65: 173-186.

Garrapatas

Camicas J.L., J.P. Hervi, F. Adam & P.C. Morrel, 1998. Les tique do monde. Nomenclature estades descrits hotes repartition (Acarida: Ixodida). Orstom, Paris 233 pp.

Estrada Peña A, J.M. Venzal, D. González-Acuña & A.A Guglielmone. 2003 Argas (Persicargas) keiransi n. sp. (Acari: Argasidae) a parasite of *Milvago chimango* (Aves: Falconiformes). J. Med. Entomol. 40(6): 766-769.

González-Acuña D. & A. Guglielmone. 2005. The ticks (Ixodoidea: Ixodidae) of Chile. Experimental and Applied Acarologie. 35: 147-163.

González-Acuña D., J.M. Venzal y A.A. Guglielmone. 2004. Nuevos hospedadores y Localidades para garrapatas del género Ixodes Latreille, 1795 (Acari: Ixodidae) en Chile. Gayana Zool. 68(1): 108-11.

Guglielmone, A. A., A. Estrada-Pena, J.E. Keirans, R.G. Robins. 2003. Ticks (Acari: Ixodidae) of the Neotropical zoogeographic region. Int. Cons. Ticks Tick-Borne Dis., Atalanta, Houten, The Netherlands, 174 pp.

Tagle I. 1971. Ixodoidea en Chile. Bol. Chil. Parasitol. 26: 46-49.

Ácaros acuáticos

Besch, W. 1962. Beschreibung zweier neuer südamerikanischen Arten und allgemeine Bemerkungen zur Systematik und Verbreitung der Gattung Tyrellia (Limnesiidae, Hydrachnellae) Acarología, 4: 381-390.

Besch, W. 1963. Zur Phyllogenie südamerikanischer Hydrachnellae (Acari). Mit einem Beitrag zur Systematik der höheren Taxia. Senck. Biol. 44(6): 529-544.

Besch, W. 1964. Systematik und Verbreitung der südamerikanischen reheophilen Hydrachnellen. Beitr. Zur Neotrop. Fauna 3(2): 77-194.

Cekalovic, T. 1976. Catálogo de los Arachnida: Scorpiones, Pseudoscorpiones, Opiliones, Acari, Araneae y Solifugae de la XII Región de Chile, Magallanes, incluyendo la Antártica chilena. Gayana, Zoología, 37: 1-108.

Cook, D.R. 1988. Water mites from Chile. Memoirs of the American Entomological Institute, 42: 1-356.

Nordenskjöld, E. 1904. Hydrachniden aus Südamerioka. Arkov. Zool. Stockholm, 1: 395-397.

Riboga, C. 1902. Especes nouvelles d'Hydrachnides recueillies au Chili par le Dr. F. Silvestri. Revista Chilena de Historia Natural, VI.

Truessart, E.L. 1889. Revue synoptique de la famille des Halascaridae. Bull. Sci. France Belg. 20: 225-251.

Viets, K.O. 1955. Neue Wassermilben aus Perú. Veröff. Museum Bremen, 2: 129-134.

Viets, K.O. 1950. Die Meeresmilben (Halacaridae, Acari) der Fauna Antártica. Further Zool. Resultats Swedish Antarctic Exped. (1901-1903). 4(3): 1-33.

En folículos pilosos

Hirst, S. 1919. The genus *Demodex* Owen. Brit. Mus. Nat. Hist. Studies on Acari n. 1.

Ácaros del polvo

Casanueva, M.E. y J.N. Artigas. 1985. Distribución geográfica y estacional de los ácaros del polvo de habitación en Chile (Arthropoda, Acari). Gayana, Zool., 49 (3-4): 3-76.

Ácaros plantícolas

González, R. 1968. Ácaros plantícolas del género Tenuipalpus en Chile. Rev. Chilena Entomología, 6: 37-46.

Peredo, A. & M. Casanueva. 1994. Acarofauna asociada al manzano en la provincia de San Antonio, Chile. Bol. Soc. Biología de Concepción, 65: 167-173.

Oribátidos

Balogh, J. 1972. The oribatid genera of the world. Akademiae Kiado Budapest, 1.888 pp.

Balogh, J. & P. Balogh. 1988. Oribatid mites of the Neotropical Region I. Akademiae Kiado Budapest, 335 pp.

Balogh, J. & P. Balogh. 1990. Oribatid mites of the Neotropical Region II. Akademiae Kiado Budapest, 333 pp.

Balogh, J. & P. Balogh. 1992. The oribatid mites genera of the world. The Hungarian National Museum Press, Budapest, 227 pp.

Casanueva, M.E., P.A. Torres y R.I. Martínez. 1998. Ácaros oribátidos de la II Región – Antofagasta, Chile (Acari, Oribatida). Gayana Zool., 62(2): 139-151.
Covarrubias, R. 1986. Estado actual de nuestros conocimientos sobre los ácaros Oribatida de Chile. Acta Ent. Chilena 13: 167-175.
Martínez, R. y M. Casanueva. 1993. Ácaros oribátidos del Alto Bío Bío, Chile: diversidad y abundancia relativa. Gayana, Zoología, 57(1): 7-19.
Martínez, R y M. Casanueva. 1995. Comparación cualitativa de la fauna oribatológica de suelo (Acari: Oribatida) de bosques nativos y *Pinus radiata*. Revista Chilena de Entomología, 22: 25-34.

Orden Araneae

El estudio de las arañas chilenas comienza con Molina (1782) con la descripción de *Phrixothtichus scrofa*. Luego Nicolet (1849, 1854) aporta en la Historia Física y Política de Chile nuevas descripciones de arañas de la zona central de Chile. Simon (1884, 1887, 1889, 1895, 1896, 1897, 1900, 1901, 1904, 1905) describe nuevas especies provenientes en la mayoría de los casos de la zona sur y austral de Chile. Tullgren (1901, 1902) estudia material proveniente de Aisén y Magallanes y Mello-Leitao (1936, 1940, 1943, 1951) estudia arañas de sectores tales como las islas de Juan Fernández, Maullín, Copiapó, Papudo y Constitución.

Entre los aracnólogos chilenos destacan Porter (1917, 1918, 1920, 1930), Cekalocic (1976) sobre arañas de Magallanes; Casanueva (1980) sobre lycósidos; Calderón (1983) y Legendre y Calderón (1984), sobre arañas migalomorfas; y Zapfe (1955, 1961, 1962, 1963, 1971, 1974 y 1979), sobre biología y sistemática de diversas familias de arañas chilenas; Zapfe (1961), sobre biogeografía de las arañas en Chile; y Zapfe (1959), una clave para determinar los géneros y familias de arañas chilenas.

Actualmente, han realizado valiosos aportes, entre muchos otros, Forster, Platnick y Coddington (1990), sobre Synotaxidae; Forster, Platnick y Gray (1987), sobre Hypochiloidea y Austrochiloidea; Forster y Platnick (1985), sobre Orsolobidae; Goloboff (1985, 1995) sobre Nemesiidae; y Migidae, Levi (1993) sobre Araneidae; Millidge (1985, 1991), sobre Linyphiidae, Platnick (1986, 1989, 1990 y 1994), sobre Zodariidae, Diguetidae, Gnaphosoidea y Caponidae; Platnick y Ewing (1995), sobre Corinnidae; Platnick y Shadab (1993), sobre Mimetidae; Platnick y Forster (1989), sobre Anapidae; Ramírez (1995), sobre Anyphaenidae. Actualmente se encuentra disponible en el sitio web "*The World Spider Catalog*" de N.I. Platnick (The American Museum of Natural History), que, en gran medida, resume los aportes antes señalados. La situación de Araneae en Chile se resume en el cuadro de la página anterior.

Bibliografía

Casanueva, M.E. 1980. Los licósidos de Chile. Estudio biológico y Casanueva, M.E. 1980. Los licósidos de Chile. Estudio biológico y taxonómico por los métodos de sistemática alfa y taxonomía numérica (Araneae: Lycosidae). Gayana, Zoología 42: 1-76.
Cekalovic, T. 1976. Catálogo de los arácnidos: Scorpiones, Pseudoscorpiones, Opiliones, Acari, Araneae y Solifugae de la XII Región de Chile, Magallanes, incluyendo la Antártica chilena. Gayana, Zoología 37: 1-108.
Coyle, F.A. 1986. *Chilehexops*, new genus, a new funnelweb mygalomorph spider genus from Chile (Araneae, Dipluridae). Ameri-

Arañas en Chile.

Suborden	Familia	Géneros	Especies
Mygalomorphae	Actinopodidae	2	3
	Hexathelidae	2	3
	Dipluridae	2	3
	Nemesiidae	5	34
	Migidae	3	4
Araneomorphae	Agelenidae	1	1
	Amaurobiidae	7	15
	Amphinectidae	2	9
	Anapidae	6	15
	Anyphaenidae	15	65
	Araneidae	13	30
	Austrochilidae	2	7
	Caponiidae	4	4
	Clubionidae	1	11
	Corinnidae	4	20
	Desidae	1	1
	Diguetidae	1	2
	Dictynidae	3	4
	Filistatidae	1	1
	Gnaphosidae	6	24
	Hahniidae	2	4
	Linyphiidae	34	98
	Lycosidae	**3**	14
	Malkaridae	1	1
	Mecysmaucheniidae	5	20
	Micropholcommatidae	2	2
	Mimetidae	4	9
	Nesticidae	1	1
	Oonopidae	1	4
	Orsolobidae	4	30
	Oxyopidae	1	2
	Palpimanidae	2	9
	Philodromidae	2	5
	Pholcidae	4	10
	Pisauridae	1	1
	Salticidae	8	16
	Segestriidae	2	2
	Scytodidae	1	1
	Sicariidae	2	9
	Sparassidae	2	4
	Synotaxidae	2	5
	Tetragnathidae	5	19
	Theraphosidae	7	11
	Theridiidae	11	52
	Titanoecidae	1	1
	Trochanteriidae	1	1
	Uloboridae	2	3
	Zodariidae	3	7
	Zoridae	1	1
Total	50	196	589

can Museum Novitates, 2.860: 1-10.
Forster, R.R., N.I. Platnick, J. Coddington. 1990. A proposal and review of the spider family Synotaxidae (Araneae, Araneoidea), with notes on theridiid interrelationships. Bulletin of the American Museum of Natural History, 193: 1-116.
Forster, R.R., N.I. Platnick, M.R. Gray. 1987. A review of the spider superfamilies Hypochiloidea and Austrochiloidea (Araneae, Araneomorphae). Bulletin of the American Museum of Natural History, vol. 185, n. 1: 1-116.
Forster, R.R., N.I. Platnick. 1985. A review of the Austral spider family Orsolobidae (Arachnida, Araneae), with notes on the superfamily Dysderoidea. Bulletin of the American Museum of Natural History, vol. 181, n. 1: 1-230.
Goloboff, P.A. A revision of the South American spiders of the family Nemesiidae (Araneae, Mygalomorphae): Part I: Species from Peru, Chile, Argentina, and Uruguay. Bulletin of the American Museum of Natural History, 224, 1995: 1-189.
Goloboff, P. A new species of *Calathotarsus* (Araneae: Migidae) from Chile. Journal of the New York Entomological Society, vol. 99, n. 2, 1991: 267-273.
Legendre, R., R. Calderón-González. Systematic list of the Araneae Mygalomorphae from Chile. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Section A Zoologie Biologie et Ecologie Animales, vol. 6, n. 4: 1.021-1.066.
Levi, H.W. The Neotropical Orb-Weaving Spiders of the Genera *Wixia, Pozonia* and *Ocrepeira* (Araneae, Araneidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, vol. 153, n. 2, 1993: 47-141.
Millidge, A.F. Further linyphiid spiders (Araneae) from South America. Bulletin of the American Museum of Natural History, 205, 1991: 1-199.
Millidge, A.F. Some linyphiid spiders from South America (Araneae, Linyphiidae). American Museum Novitates, 2836, 1985: 1-78.
Molina, G.I. 1782. Saggio Sulla Storia Naturalle del Chile. Bologna.
Mueller, H.G. Spiders from Colombia XVII: Records and range extensions of Palpimanidae and Gnaphosidae from Middle and South America (Arachnida: Araneae). Faunistische Abhandlungen (Dresden), vol. 19, n. 17-30, 1994: 141-144.
Nicolet, H. 1849. Arácnidos. En Gay, C. (ed.) Atlas de la Historia Física y Política de Chile. Maulde & Renou, París, Zoología, 3: 319-543.
Nicolet, H. 1854. Aráneideae. En Gay, C. (ed.) Atlas de la Historia Física y Política de Chile. Maulde & Renou, París, Zoología, 2: 1-5.
Odell, G.V., M.P. Doss, A.W. Fenton, S.A. Hudiberg, C.L. Ownby, J.N. Mills. Components and characteristics of *Grammastola cala* venom, the Beautiful Tarantula of Chile. Toxicon, vol. 36, n. 9, 1998: 1.237. Conference: 12th World Congress on Animal, Plant and Microbial Toxins, Cuernavaca, México, USA, September 21-26, 1997.
Piel, William H. 2001. The systematics of Neotropical orb-weaving spiders in the genus *Metepeira* (Araneae: Araneidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 157(1): 1-92.
Platnick, N.I.; Brescovit, A.D. On *Unicorn*, a new genus of the spider family Oonopidae (Araneae, Dysderoidea). American Museum Novitates, 3.152, 1995: 1-12.
Platnick, N.I.; Ewing, C.A Revision of the Tracheline Spiders (Araneae, Corinnidae) of Southern South America. American Museum Novitates, 3.128, 1995: 1-41.
Platnick, N.I. A review of the Chilean spiders of the family Caponiidae (Araneae, Haplogynae). American Museum Novitates, 3.113, 1994: 1-10.
Platnick, N.I. A revision of the spider genus *Caponina* (Araneae, Caponiidae). American Museum Novitates, 3.100, 1994: 1-15.
Platnick, N.I, M.U. Shadab. A Review of the Pirate Spiders (Araneae, Mimetidae) of Chile. American Museum Novitates, 3.074, 1993: 1-29.
Platnick, N.I. Spinneret morphology and the phylogeny of ground spiders (Araneae, Gnaphosoidea). American Museum Novitates, 2.978, 1990: 1-42.
Platnick, N.I., R.R. Forster. A revision of the temperate South American and Australasian spiders of the family Anapidae (Araneae, Araneoides). Bulletin of the American Museum of Natural History, 190, 1989: 1-139.
Platnick, N.I. A revision of the spider genus *Segestrioides* (Araneae, Diguetidae). American Museum Novitates, 2.940, 1989: 1-9.
Platnick, N.I., E. Griffin. On the first African and Australian spiders of the genus *Cyrioctea* (Araneae: Zodariidae). Journal of the New York Entomological Society, v. 96, n. 3, 1988: 359-362.
Platnick, N.I., R.R. Forster. On the First American Spiders of the Subfamily Sternodidae (Araneae, Malkaridae). American Museum Novitates, 2.894, 1987: 1-12.
Platnick, N.I., J.A. Murphy. Studies of Malagasy spiders: 3. The zelotine Gnaphosidae (Araneae, Gnaphosoidea), with a review of the genus *Camillina*. American Museum Novitates, 2.874, 1987: 1-33.
Platnick, N.I. A review of the spider genus *Cyrioctea* (Araneae, Zodariidae). American Museum Novitates, n. 2858, 1986: 1-9. Platnick, N. I.; R.R. Forster. On *Teutoniella*, an American genus of the spider family Micropholocommatidae (Araneae, Palpimanoidea). American Museum Novitates, 2.854, 1986: 1-10.
Ramírez, M.J. A phylogenetic analysis of the subfamilies of Anyphaenidae (Arachnida, Araneae). Entomologica Scandinavica, vol. 26, n. 4, 1995: 361-384.
Raven, R.J., N.I. Plathick. 1978. A new genus of the spider family Dipluridae from Chile (Araneae: Mygalomorphae); J. Arachnol. 6(1): 73-7.
Zapfe, H. 1959. Clave para determinar familias y géneros de arañas chilenas. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 5: 149-187.
Zapfe, H. 1961. Distribución ecológica de Araneae en la Quebrada de la Plata, La Rinconada Maipú. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 7: 125-128.
Zapfe, H. 1961. Biogeografía de las arañas en Chile. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 7: 133-136.
Zapfe, H. 1962. *Caponina leopoldi*, nueva especie de Caponiidae (Araneae). Investigaciones Zoológicas Chilenas, 8: 3-5.
Zapfe, H. 1979. Pardosa anfibia, nueva especie (Lycosidae, Araneae). Noticiero Mensual, Museo Nacional de Historia Natural, Chile 23: 3-7.



Cerca del 90 por ciento de los insectos chilenos son endémicos y cumplen importantes funciones ecosistémicas, tales como la polinización, degradación de residuos orgánicos, aireación del suelo, entre otras. En Chile son frecuentes los géneros y familias con escaso número de especies e incluso monotípicos. Los esfuerzos dirigidos a la conservación de esta diversidad biológica son una prioridad. La mosca en la foto, que intenta parecer abeja como mecanismo de defensa, se diferencia de éstas porque es díptera, es decir, tiene sólo dos alas. Foto: Renato Srepel.

INVERTEBRADOS MARINOS

WALTER SIELFELD

Los invertebrados marinos de Chile incluyen más de 25 phyla, que reúnen numerosas especies, muchas de ellas exclusivas del Pacífico Sudoriental. Este conjunto puede ser agrupado en tres grandes unidades faunísticas o provincias: provincia peruana, área intermedia y provincia magallánica (Camus, 2001), las dos últimas denominadas respectivamente "zona temperada cálida" y "zona temperada fría" por Brattström y Johanssen (1983). En ambos casos, el límite biogeográfico corresponde a aproximadamente 42ºS. Esta zonación es también consecuente con las divisiones zoogeográficas de vertebrados propuestas por Balech (1954), Lutjeharms (1990), Parin (1991), Pequeño y Lamilla (1993), López (1963), Sielfeld y Vargas (1999) y Ojeda y otros (2000).

Debe destacarse, sin embargo, que la gran mayoría de las especies actualmente conocidas para el territorio nacional, corresponden a especies litorales (inter y submareal) y, en menor grado, del ambiente pelágico/ mesopelágico y la plataforma continental. Los estudios sobre la fauna de tipo batipelágico, bentos profundo de fosas, fondo oceánico y montes submarinos sólo ha sido escasamente prospectada.

A lo anterior debe agregarse también el hecho de que la mayoría de los estudios de tipo taxonómico han sido desarrollados por especialistas extranjeros y con esfuerzos de instituciones foráneas. Testimonio de ello son las numerosas expediciones que caracterizaron el siglo pasado y que, en la mayoría de los casos, tuvieron como destino el continente antártico. Especial importancia ha tenido para el litoral central de Chile la expedición de la Universidad de Lund (Suecia) a Chile (expedición LUND, 1948-49), cuyo abundante material de colecta aún se encuentra en estudio y en varios casos no existen investigaciones posteriores.

En tiempos recientes deben destacarse las numerosas expediciones polares que desde hace ya más de 20 años realiza el buque oceanográfico *Polarstern*, del Alfred Wegener Institut (AWI) de Bremerhaven, con notables contribuciones al conocimiento taxonómico de la fauna marina invertebrada de la Antártica y la zona magallánica.

En el ámbito nacional, destacan los esfuerzos que desde algunas décadas mantiene el Comité Oceanográfico Nacional (CONA), con su programa de expediciones anuales CIMAR. Gracias a ello es que también la comunidad científica chilena ha logrado realizar aportes al conocimiento de la biodiversidad nacional, especialmente aquella de los sectores de los canales patagónicos de Aisén y Magallanes, las islas oceánicas chilenas y el ambiente pelágico frente a Chile central.

El nuevo escenario que genera el "Plan de Acción-País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad" (2005), del Gobierno de Chile, traza una serie de desafíos para los próximos diez años, que comprometen aspectos tales como: i) protección de ecosistemas y especies con problemas de conservación, ii) implementación de áreas de protección de ecosistemas, iii) generación de conocimiento sobre la biota chilena y su estado de conservación, iv) contribuir a la creación de áreas silvestres, v) conservación y restauración de ecosistemas, entre otros. Es de esperar que consecuente con lo anterior, los fondos concursables de investigación de nuestro país también incluyan entre sus áreas prioritarias, investigaciones de tipo sistemático/ taxonómico y prospección de aquellos sectores y áreas que aún permanecen desconocidas. Así, son por ejemplo inadecuadamente conocidos nuestros sectores insulares oceánicos, archipiélago patagónico/ fueguino, talud continental, zonas abisales y zonas pelágica/ mesopelágica oceánicas.

Queda, por lo tanto, la esperanza de que esta breve síntesis sobre nuestra biodiversidad marina sirva de motivación para las generaciones futuras y que vuelva a nutrir con nuevos impulsos los esfuerzos de los diversos grupos de investigación zoológica existentes a lo largo de nuestro extenso litoral.

Bibliografía

Balech, E. 1954. División zoogeográfica del litoral sudamericano. Revista de Biología Marina (Valparaíso), 4: 184-195.

Bratström, H. & A. Johansson. 1983. Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. Sarsia 68: 289-339.

Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 1990. INVERTEBRATES. Sinauer Associates; INC., Publishers, Sunderland Massachusetts, 922 pp.

Camus, P. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. Revista Chilena de Historia Natural, 74: 587-617.

López, R. 1963. Problemas sobre la distribución geográfica de los peces marinos sudamericanos. Rev. Mus. Arg. C. N. Buenos Aires, Hidrobiología, 1(3): 111-135.

Lutjeharms, J.R.E. l990. The Oceanography and Fish Distribution of the Southern Ocean. In: Gon, O. y P.C. Heemstra, Fishes of the Southern Ocean, Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa, pp. 6-27.

Mann, G. l954. La vida de los peces en aguas chilenas. Inst. Invest. Veter., Santiago, 342 pp.

Ojeda, P., F. Labra y A. Muñoz. 2000. Biogeographic patterns of Chilean litoral fishes. Revista Chilena de Historia Natural, 73: 625-641.

Sielfeld, W. y M. Vargas. 1999. Review of Marine Zoogeography of Chilean Patagonia (42º-57ºS). Scientia Marina, 63 (Supl. 1): 45.

1. ANNELIDA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

De los tres grupos habitualmente reconocidos dentro del phylum Annelida —poliquetos, oligoquetos y hirudinidos— los poliquetos son exclusivamente marinos. Los oligoquetos y los hirudineos viven en ambientes terrestres húmedos, en las aguas continentales, y algunos grupos particulares también son de tipo marino.

Las especies de oligoquetos conocidas para Chile son todas de tipo terrestre y de agua dulce. Existen, sin embargo, numerosos antecedentes sobre su presencia en el litoral marino y estuarial de nuestro país. Para el caso de los hirudinidos, sólo se ha reportado la presencia de una familia marina. Los poliquetos son el grupo dominante en el ambiente marino tanto pelágico como bentónico.

Hirudinida

La clase Hirudinida está presente en el medio marino chileno mediante la familia Piscicolidae (orden Glossiphoniiformes), familia fundamentalmente marina, representada por los géneros *Branchellion* (especies), *Platybdella* (1 especie) y *Stebarobdella* (1 especie). Todas ellas son ectoparásitos de peces marinos.

Bibliografía

Fauchald, K. & G. Rouse. 1997. Polychaete systematic. Past and present. Zoologica Scripta, 26(2): 71-138.

Gluzman, C. 1990. Nuevos aportes al conocimiento de los oligoquetos acuáticos de Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 25(2): 89-92.

Michaelsen, W. 1904. Catálogo de los oligoquetos del territorio chileno-magallánico y descripción de nuevas especies. Revista Chilena de Historia Natural, 7: 262-292.

Ringuelet, R. A. 1985. Sinopsis de los Hirudineos de Chile (Annelida). Bol. Soc. Biol. Concepción, 56: 163-179.

Rozbaczylo, N. 1985. Los anélidos poliquetos de Chile. Índice sinonímico y distribución geográfica de especies. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, Serie Monografías Biológicas 3: 1-284.

Rozbaczylo, N. y F. Carrasco. 1995. Anélidos Poliquetos, pp. 141-147. En Diversidad Biológica de Chile. Simonetti, J.A., M.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.). Comité Nacional de Diversidad Biológica, CONICYT.

Wesenberg-Lund, E. 1962. Polychaeta Errantia. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949. Lunds Universitets Arsskrift. N.F. Adv. 2, 57(12): 1-139.

Polychaeta

Nicolás Rozbaczylo y Rodrigo Moreno

Los poliquetos son gusanos segmentados provistos típicamente en cada uno de sus segmentos de un par de expansiones laterales de la pared del cuerpo (parápodos), que llevan numerosas setas quitinosas polimorfas. Este grupo es el más característico y la clase con mayor número de especies entre los anélidos.

Constituyen uno de los taxa más importantes en las comunidades marinas bentónicas de fondos blandos de todo el mundo, en términos de abundancia y diversidad. Juegan un rol clave en las cadenas tróficas como depredadores sobre macroinvertebrados y componentes de la meiofauna y como presas de moluscos, crustáceos, peces y aves marinas. También son importantes en la producción secundaria macrobentónica de plataformas continentales alrededor del mundo. El conocimiento sobre la fauna de poliquetos es considerado un factor importante para caracterizar los distintos hábitat bentónicos, y también para realizar programas de vigilancia ambiental, al constituirse como especies sensitivas y/o indicadoras de contaminación.

Varias especies tienen importancia económica porque se usan como carnada para la pesca deportiva o recreacional y como alimento para especies de importancia económica en cultivos acuícolas. Algunas especies de las familias Spionidae, Cirratulidae y Sabellidae causan daño sobre las conchas de moluscos gastrópodos y bivalvos perforándolas, ocasionando con ello pérdidas económicas considerables en especies de importancia comercial.

Los primeros antecedentes taxonómicos sobre poliquetos de Chile fueron publicados por Claudio Gay en su *Historia Física y Política de Chile* (Blanchard, 1849). Hasta mediados del siglo XX, los estudios sobre la fauna de poliquetos de Chile estuvieron en manos de investigadores extranjeros, principalmente alemanes (Augener, Ehlers, Hartmann-Schröder), suecos (Kinberg, Wesenberg-Lund), franceses (Fauvel) e ingleses (McIntosh, Wells). A partir de 1970, comienzan los estudios realizados por investigadores chilenos, liderados principalmente por Víctor A. Gallardo, Franklin D. Carrasco (Universidad de Concepción) y Juan Carlos Castilla (Pontificia Universidad Católica de Chile) sobre poliquetos de Chile continental, insular y la Antártica. Más recientemente, investigadores como Juan I. Cañete, Américo Montiel, Maritza Palma y Eduardo Quiroga han incrementado el conocimiento sobre los poliquetos de la costa de Chile, a través de estudios taxonómicos y ecológicos. Una revisión histórica cronológica de las principales expediciones y científicos que han contribuido al estudio de los poliquetos de la costa de Chile se encuentra en Rozbaczylo (1985) y Rozbaczylo y Carrasco (1995). Una lista de las principales publicaciones sobre poliquetos de Chile se encuentra en Rozbaczylo (2000).

Riqueza taxonómica

Con más de 9.000 especies nominales descritas en el mundo, agrupadas en más de 12 clados, 83 familias y 1.000 géneros, los poliquetos conforman la clase más numerosa del phylum Annelida (Rouse y Pleijel, 2001). En la costa de Chile continental e insular, se han registrado hasta el momento un total de siete clados: 1) Scolecida; 2) Palpata, Aciculata, Phyllodocida; 3) Palpata, Aciculata, Amphinomida; 4) Palpata, Aciculata, Eunicida; 5) Palpata, Canalipalpata, Sabellida; 6) Palpata, Canalipalpata, Terebellida y 7) Palpata, Canalipalpata, Spionida, 48 familias, 263 géneros y 556 especies bentónicas (Rozbaczylo, 1985; Rozbaczylo y Moreno, en prep.) (cuadro 1). Con respecto a los poliquetos pelágicos, se han registrado un total de cuatro familias (Tomopteridae, Alciopidae, Lopadorhynchidae y Polynoidae), 13 géneros y 21 especies frente a la costa de Chile continental e insular (Rozbaczylo y otros, 2004; Rozbaczylo y Moreno, datos no publicados) (cuadro 2).

Cuadro 1. **Riqueza taxonómica de poliquetos bentónicos de la costa de Chile continental e insular. Según Rozbaczylo & Moreno (en prep.).**

Área	Clados	Familias	Géneros	Especies
Chile continental	7	47	249	496
Arch. J. Fernández	7	19	35	43
Isla de Pascua	7	25	49	59

Cuadro 2. **Riqueza taxonómica de poliquetos pelágicos de la costa de Chile continental e insular. Según Rozbaczylo (1985), Rozbaczylo y otros (2004) y Rozbaczylo y Moreno (datos no publicados).**

Área	Familias	Géneros	Especies
Chile continental	3	8	14
Arch. J. Fernández	4	4	5
Isla de Pascua	4	8	10

Diversidad latitudinal

El estudio biogeográfico de los poliquetos bentónicos del Pacífico Sudoriental frente a la costa de Chile continental muestra que la riqueza de especies se incrementa hacia altas latitudes, reconociéndose dos provincias biogeográficas: provincia peruana (18ºS – 41ºS) con especies de afinidad subtropical y provincia magallánica (42ºS – 56ºS), con especies de afinidad subantártica. Generalmente se reconoce una zona ecotonal en el archipiélago de Chiloé, producto de un gran número de especies que presentan un solapamiento de sus pequeños rangos de distribución geográfica y que no logran traspasar el quiebre biogeográfico que ocurre en los 41ºS – 42ºS (Hernández y otros, 2005), considerándola como un área de *hotspot* de endemismo, que abarca desde los 36ºS a los 41ºS, donde la riqueza de especies de poliquetos bentónicos es coincidente con su alto grado de endemismo (Moreno y otros, en prensa).

Diversidad en procesos ecológicos

Los poliquetos juegan un rol clave en el flujo de energía a través de las cadenas tróficas. Son depredadores de macroinvertebrados, otros poliquetos y organismos de la meiofauna, y a su vez son presas de varios organismos en el sedimento y de especies epifaunales y pelágicas como moluscos, crustáceos, peces y también aves marinas (Hutchings, 1998).

Los poliquetos pelágicos conforman, en general, un grupo de escasa representación en el zooplancton en cuanto a número de especies y abundancia relativa, y dada su pequeña talla tienen escasa significación en la biomasa total de las comunidades zooplanctónicas (Orensanz y Ramírez, 1973). Sin embargo, se reconoce su importancia en las cadenas tróficas de los océanos del mundo debido a que algunas especies son voraces depredadores en el plancton y a su vez son fuente de alimento para varios tipos de peces (Fernández-Álamo, 2000). En Chile, no existe hasta ahora información sobre estudios ecológicos en poliquetos pelágicos, lo que impide establecer, desde una perspectiva funcional, sus relaciones en la cadenas tróficas del Sistema de Corrientes de Humboldt (SCH) y zonas adyacentes, en términos de conexiones tróficas, asociaciones a masas de aguas específicas (p.e. especies indicadoras) y patrones de migraciones nictimerales en la columna de agua.

Los poliquetos exhiben, en general, una amplia variedad de estrategias de alimentación, como depositívoros superficiales, depositívoros subsuperficiales, suspensívoros, omnívoros, herbívoros, carnívoros y algunas especies parásitas (Glasby y otros, 2000). Carrasco y Carbajal (1998), estudiaron los poliquetos bentónicos de la bahía de San Vicente, en Chile central, encontrando un predominio de estrategias de alimentación de tipo depositívora y suspensívora, concordando con lo señalado por Snelgrove y otros (1997) para comunidades bentónicas de fondos blandos, dominadas principalmente por estos tipos de estrategias de alimentación.

Varias especies de poliquetos tubícolas producen estructuras tridimensionales debido a sus asociaciones gregarias, principalmente en zonas costeras litorales. En la costa de Chile central, Sepúlveda y otros (2003) estudiaron los arrecifes del poliqueto sabelárido *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, y encontraron que estas formaciones albergan una gran diversidad de macroinvertebrados en comparación con otros hábitat de microescala similares, como por ejemplo, agregaciones de ascidias, grampones de algas laminariales, parches de mitílidos y algas, funcionando como un modelo de microescala en la conservación de la biodiversidad local. Estos arrecifes sirven de albergue temporal para pequeños invertebrados y actúan como refugio constante contra la presión de depredación. Este "bioingeniero ecosistémico", como se denomina a las especies que tienen la capacidad directa o indirecta de modificar, crear, y/o incrementar la heterogeneidad del hábitat, proporciona un aumento de la diversidad y a su vez brinda protección a los organismos frente a factores físicos y biológicos.

Una característica del SCH es la presencia de una extensa masa de agua subsuperficial que fluye hacia el sur, llamada Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), de alta salinidad, bajo contenido de oxígeno disuelto y alto contenido de nutrientes, a la cual se asocia una extensa zona de mínimo oxígeno (ZMO) con niveles <0,5 ml O_2 L^{-1}, en profundidades entre 50 y 400 metros (Morales y otros, 1999; Gallardo y otros, 2004; Palma y otros, 2005). Estudios sobre poliquetos bentónicos en la ZMO frente a Chile muestran, principalmente, que las especies presentan notables especializaciones morfológicas y funcionales para habitar en estas zonas, como las estructuras respiratorias —aumento del número y longitud de las branquias—, el sistema circulatorio, metabólicas —uso de metabolismo anaeróbico— y reducción del tamaño corporal (Levin, 2003; Gallardo y otros, 2004; Palma y otros, 2005; Quiroga y otros, 2005).

González y Quiñones (2000) estudiaron las adaptaciones enzimáticas de nueve especies de poliquetos bentónicos asociadas a condiciones ambientales hipóxicas (ZMO) en Chile central y sugieren que una vía metabólica importante involucrada en el mantenimiento de la tasa metabólica basal, bajo condiciones ambientales hipóxicas, es el lactato y las piruvatooxidorreductasas. En cada especie estudiada encontraron un subconjunto diferente de cuatro piruvato oxidorreductasas, pero sólo en dos especies, *Parapronospio pinnata* (Ehlers) y *Nepthys ferruginea* Hartman, detectaron la

presencia de todas ellas, confiriéndole a estas especies un alto grado de plasticidad metabólica que les permite ocupar un amplio rango de condiciones ambientales. González y Quiñones (2000) proponen que las piruvato oxidorreductasas juegan un papel regulador en determinar las tasas de consumo de piruvato durante la transición desde condiciones disóxicas a anóxicas.

En la zona batial del SCH frente a Chile central (36ºS), Sellanes y otros (2004), estudiando la fauna encontrada en una filtración fría de metano ("cold-seep"), registraron la presencia de cinco familias de poliquetos (Onuphidae, Sternaspidae, Lumbrineridae, Sabellidae y Maldanidae) y que el Onuphidae *Hyalinoecia artifex* Verrill, fue la especie numéricamente dominante en la muestra (66,2 por ciento del total). Los ambientes de filtraciones frías de metano, son uno de los descubrimientos más recientes (últimas dos décadas) de hábitat marinos en los márgenes continentales del mundo (Levin, 2005). En Chile, el estudio de estos ambientes es promisorio y ya se cuenta con los primeros antecedentes de poliquetos bentónicos asociados a estas filtraciones en el Pacífico Sudoriental.

Con respecto a estudios sobre dinámica temporal en poliquetos bentónicos en el SCH, sólo se cuenta con los trabajos de Carrasco (1997) y Moreno (2005), basados en un análisis de series de tiempo de largo plazo (15 años) sobre la estructura de un ensamble de poliquetos bentónicos en Punta Coloso, norte de Chile (23º45'S), en profundidades entre 50-60 metros. Estos estudios sugieren que la estructura del ensamble de poliquetos presenta una alta resiliencia y persistencia en el tiempo analizado, a pesar de la alta variabilidad ambiental y las fluctuaciones estacionales e interanuales de las condiciones oceanográficas, como perturbaciones del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS), registradas para esta zona del Pacífico Sudoriental.

Singularidades

Algunas especies de poliquetos bentónicos de la costa de Chile han sido catalogadas como sensitivas y/o indicadoras de contaminación, porque permiten detectar en los programas de vigilancia ambiental marinos efectos de contaminantes tóxicos (e.g. metales pesados) y áreas enriquecidas orgánicamente. Cañete y otros (2000) propusieron para la bahía Quintero, en Chile centro-norte, un índice de vigilancia ambiental basado en la abundancia temporal de dos especies de poliquetos, *Nepthys impressa* Baird y *Prionospio peruana* Hartmann-Schröder. Estas especies presentarían la singularidad de ser indicadores biológicos de situaciones de contaminación, principalmente de tipo orgánica, permitiendo reflejar la influencia de diversos tipos de actividades antrópicas (residuos industriales y domiciliarios) sobre los atributos biológicos de las comunidades bentónicas del área.

Algunos poliquetos, como los arenicólidos y glicéridos, tienen importancia económica en varios lugares del mundo al emplearse como carnada viva en pesca deportiva o recreacional. Por otra parte, cultivos acuícolas principalmente de moluscos, establecidos a lo largo de la costa de Chile, son atacados por algunas especies invasoras de poliquetos perforadores, principalmente los polidóridos *Polydora rickettsi* Woodwick, *Polydora uncinata* Sato-Okoshi y *Dipolydora giardi* (Mesnil), y especies nativas como los cirratúlidos *Do-*



Corales de ovas anaranjados de una pulga de mar. Pequeño crustáceo de unos 4 centímetros, que se entierra en la arena cavando hoyos profundos cuando la marea está baja. Foto: Nicolás Piwonka.

decaceria choromyticola Carrasco y *Dodecaceria opulens* Gravier, que infestan principalmente cultivos de abalones (*Haliotis* spp.) y ostras, provocando daño sobre sus conchas y ocasionando considerables pérdidas económicas a la industria de la acuicultura (Rozbaczylo y Carrasco, 1996; Radashevsky y Olivares, 2005).

Perspectivas

El conocimiento taxonómico, ecológico y biogeográfico de los poliquetos pelágicos y bentónicos de la costa de Chile continental e insular es aún incompleto, a pesar que en los últimos años se han incrementando considerablemente estos estudios en relación con este grupo. Es necesario incrementar la formación de investigadores jóvenes especializados en el grupo, a través de proyectos de investigación y cursos impartidos por los especialistas nacionales, de manera de asegurar la transferencia de conocimiento hacia las nuevas generaciones de científicos. Es imperativo desarrollar estudios sobre fisiología, reproducción, sistemática molecular y biotecnología, actualmente inexistentes para la mayoría de las especies de poliquetos de Chile. La exploración de ecosistemas marinos poco investigados hasta ahora en Chile, como son las zonas del talud continental, batial, abisal, hadal, las filtraciones frías de metano y la zona de mínimo oxígeno, permitirán potencialmente aumentar el número total de especies registradas en Chile, y a su vez incrementar el conocimiento general sobre el rol de las especies que se distribuyen en estos ecosistemas marinos.

Bibliografía

Blanchard, E. 1849. Anelides. En: Historia Física y Política de Chile. Zoología, 3: 9-52, pls. 1, 2.

Cañete, J.I., G. Leighton & E. Soto. 2000. Proposición de un índice de vigilancia ambiental basado en la variabilidad temporal de la abundancia de dos especies de poliquetos bentónicos de bahía Quintero, Chile. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 35(2): 185-194.

Carrasco, F.D. 1997. Sublittoral macrobenthic fauna off Punta Coloso, Antofagasta, northern Chile: high persistence of the polychaete assemblage. Bull. Mar. Sci. 60: 443-459.

Carrasco, F.D. & W. Carbajal. 1998. The distribution of polychaete feeding guilds in organic enriched sediments of San Vicente Bay, Central Chile. Internat. Rev. Ges Hydrobiol. 83(3): 233-249.

Fernández-Álamo, M.A. 2000. Tomopterids (Annelida: Polychaeta) from the Eastern Tropical Pacific Ocean. Bull. Mar. Sci. 67(1): 45-53.

Gallardo, V.A., M. Palma, F.D. Carrasco, D. Gutiérrez, L.A. Levin & J.I. Cañete. 2004. Macrobenthic zonation caused by the oxygen minimum zone on the shelf and slope off central Chile. Deep-Sea Research II 51: 2475-2490.

Glasby, K., P. Hutchings, K. Fauchald, H. Paxton, G. Rouse, C. Watson-Russel & R. Wilson. 2000. Class Polychaeta. En: P.L. Beesley, G.J.B. Ross & C.J. Glasby (eds.) Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol. 4A. Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publishing, Melbourne. 1-296.

González, R.R. & R.A. Quiñones. 2000. Pyruvate oxidoreductases involved in glycolytic anaerobic metabolism of polychaetes from the continental shelf off central-south Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 51: 507-519.

Hernández, C.E., R.A. Moreno & N. Rozbaczylo. 2005. Biogeographical patterns and Rapoport's rule in southeastern benthic polychaetes of the Chilean coast. Ecography, 28: 363-373.

Hutchings, P. 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. Biodiversity and Conservation 7: 1133-1145.

Levin, L.A. 2003. Oxygen Minimum Zone benthos: adaptation and community response to hypoxia. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 41: 1-45.

Levin, L.A. 2005. Ecology of cold seep sediments: interactions of fauna with flow, chemistry and microbes. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 43: 1-46.

Morales, C., S. Hormazábal, & J. Blanco. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimun layer off northern Chile (18-24ºS): implication for the pelagic system and biogeochemical cycling. J. Mar. Res. 57: 909-932.

Moreno, R.A. 2005. Dinámica temporal de largo plazo (1990-2004) de poliquetos bentónicos frente a Punta Coloso (Antofagasta, Chile). Tesis de Magíster en Zoología, Universidad de Concepción, Chile, 63 pp.

Moreno, R.A., C.E. Hernández. M.M. Rivadeneira, M.A. Vidal & N. Rozbaczylo. Patterns of endemism in marine benthic polychaetes of the Southeastern Pacific coast of Chile. Journal of Biogeography (en prensa).

Orensanz, J.M. y F.C. Ramírez. 1973. Taxonomía y distribución de los poliquetos pelágicos del Atlántico Sudoccidental. Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata, 21: 1-122.

Palma, M., E. Quiroga, V.A. Gallardo, W.E. Arntz, D. Gerdes, W. Schneider & D. Hebbeln. 2005. Macrobenthic animal assemblages of the continental margin off Chile (22º to 42ºS). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 85: 233-245.

Quiroga, E., R. Quiñones, M. Palma, J. Sellanes, V.A. Gallardo, D. Gerdes & G. Rowe. 2005. Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 62: 217-231.

Radashevsky, V.I. & C. Olivares. 2005. *Polydora uncinata* (Polychaeta: Spionidae) in Chile: an accidental transportation across the Pacific. Biological Invasions, 7: 489-496.

Rouse, G.W. & F. Pleijel. 2001. Polychaetes. Oxford University Press, Oxford. 1-354.

Rozbaczylo, N. 1985. Los Anélidos Poliquetos de Chile. Índice sinonímico y distribución geográfica de especies. Ediciones Universidad Católica de Chile, Series Monografías Biológicas 3: 1-284.

Rozbaczylo, N. & F. Carrasco. 1995. Annelida Polychaeta. En: Diversidad Biológica de Chile. Simonetti, J.A., M.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.). Comité Nacional de Diversidad Biológica, CONICYT. pp. 141-147.

Rozbaczylo, N. & F. Carrasco. 1996. Polychaete annelids associated to mollusc shellfish shells in the Chilean coast. J. Med. Appl. Malacology 8: 98.

Rozbaczylo, N. 2000. Índice bibliográfico sobre biodiversidad acuática de Chile: Poliquetos (Annelida: Polychaeta). Cienc. Tec. Mar 23: 123-138.

Rozbaczylo, N., R.A. Moreno, G.L. Guzmán y J. Jaque. 2004. Poliquetos pelágicos (Annelida, Polychaeta) del Pacífico suroriental frente a Chile e Islas Oceánicas. Investigaciones Marinas 32(2): 11-22.

Rozbaczylo, N. & R.A. Moreno. The Annelid Polychaetes of Chile. Synonymic index and geographic distribution of benthic species recorded along the Chilean coast and Oceanic Islands. Electronic Version. (En preparación).

Sellanes, J., E. Quiroga & V.A. Gallardo. 2004. First direct evidence of methane seepage and associated chemosynthetic communities in the bathyal zone off Chile. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 84: 1.065-1.066.

Sepúlveda, R.D., R.A. Moreno y F.D. Carrasco. 2003. Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1857 (Polychaeta: Sabellaridae) en el intermareal rocoso de Cocholgüe, Chile. Gayana 67(1): 45-54.

Snelgrove, P.V.H., T.H. Blackburn, P.A. Hutchings, D.M. Alongi, J.F. Grassle, H. Hummel, G. King, I. Koike, P.D.J. Lamshead, N.B. Ramsing & V. Solis-Weiss. 1997. The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes. Ambio 26(8): 578-583.

2. BRACHIOPODA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Estos organismos son marinos. Se conocen unas 1.000 especies en todo el mundo. Muy estudiados en paleontología, son usados como marcadores, debido a la gran cantidad de registros fósiles del grupo.

En Chile no existen especialistas en el grupo; los análisis han sido realizados por autores dedicados a otros organismos, en particular por malacólogos. Un trabajo recopilatorio sobre las especies chilenas es el realizado por Hugo Moyano (1995). Más antecedentes existen en la página web de biodiversidad de la Universidad Arturo Prat.

Las 56 especies registradas están ampliamente distribuidas en el territorio marítimo chileno, en particular para la zona sur, algunos de los reportes son de organismos de grandes profundidades. En el cuadro 3 se resume la situación del grupo en Chile.

Bibliografía

Osorio, C. y Reid, D.G. 2004. Moluscos marinos intermareales y submareales entre la Boca del Guafo y el estero Elefantes, sur de Chile. Investigaciones Marinas, 32(2): 71-89.

Valdovinos, C., S. Núñez & D. Arcos. 1997. Morphology and seasonal variability of discinisca (Discinisca) laevis larvae (Brachiopoda, Discinidae) in the plankton of central Chile. Boletín de la Sociedad biológica de Concepción, 68: 19-25.

Zezina, O. 1991, Composition and distribution of articulate brachiopods from the underwater raises of the Eastern Pacific. en: A. Mironov & J. Rudjakov, Plankton and benthos of Nazca and Sala & Gómez submarine Ridges. Transectins of the PP Shirshov Institute of Oceanology, 124: 1- 280.

Centre for Recent Brachiopod taxonomy (www.home.concepts-ict.nl/biosyssn/zma.pdf

3. ECTOPROCTA (BRYOZOA)

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los briozoos son organismos coloniales, con reproducción asexuada mediante yemación y reproducción sexuada por individuos que pueden ser hermafroditas o de sexos separados según la especie. Las colonias de briozoos crecen sobre una amplia gama de sustratos sumergidos, que incluyen rocas, troncos, macroalgas, raíces, valvas de moluscos, etc. (Wood, 1989). Los briozoos son organismos filtradores y viven, por lo tanto, en aguas con fitiplancton y materia orgánica en suspensión (Orellana, 1999).

El phylum Bryozoa incluye tres clases: Gymnolaemata, Stenolaemata y Phylactolaemata. Los Stenolaemata y gran parte de los Gymnolaemata son exclusivamente marinos. En conjunto comprenden alrededor de 4.000 especies (Ryland, 1970), aunque sólo unas pocas especies de Gymnolaemata están presentes en aguas dulces. Phylactolaemata es exclusiva de agua dulce y presenta alrededor de 60 especies (Wood, 1989).

La situación de los briozoos marinos de Chile ha sido sintetizada anteriormente por Moyano (1995), cifras que se retoman para el presente inventario. Para Phylactolaemata (briozoos de agua dulce) las referencias son muy escasas y representadas por Valdovinos y otros (1996), que cita a *Fredericella sultana* (Blumenbach, 1779) para el río Biobío; Calvet (1904), que ha citado a *F. sultana* y *Plumatella punctata* Hancock, 1850 para Tierra del Fuego; Wiebach (1974), que cita a *Plumatella patagónica* Wiebach, 1974 para Puerto Natales; y Orellana (1999), para diversas lagunas de la zona de Concepción.

***Cuadro 3*. Representación de Brachiopoda en Chile.**

Clase	Orden	Superfamilia	Familias	Géneros	Especies
Lingulata	Lingulida	Linguloidea	1	1	1
		Discinoidea	1	2	3
Craniana	Craniida	Cranioidea	1	1	1
Rhynchonellata	Rhynchonellida	Pugnacoidea	1	1	1
		Dimerelloidea	2	2	5
		Hemithiridoidea	1	1	2
	Terebratulida	Terebratuloidea	1	2	13
		Dyscoloidea	1	1	2
		Cancellothyroidea	1	2	3
		Platidioidea	1	2	3
		Terebratelloidea	3	7	19
Total			14	22	53

***Cuadro 4*. Representación de Ectoprocta (Bryozoa) en Chile.**

Clase	Orden	Familias	Especies
Stenolaemata	Cyclostomata	18	68
Gymnolaemata	Ctenostomata	4	12
	Cheilostomata	44	321
Phylactolaemata		2	5
Total		68	401

Este grupo de invertebrados es probablemente uno de los mejor estudiados a nivel nacional, debiendo destacarse aquí la labor realizada por el biólogo H. Moyano (Universidad de Concepción).

En el cuadro 4 se resume el estado de conocimiento del phylum en Chile.

Bibliografía

Calvet, L. 1904. Bryozoen. Ergebnisse derHamburger Magellanischen Sammelreise 1892/93: 3: 39-40.

Du Bois-Reymond Marcus, E. 1953. Bryozoa from Lake Titicaca. Bol. Fac. Cs. Univ. S. Paulo Zool. 18: 149-163.

Lacourt, A.W. 1968. A monograph of the freshwater Bryozoa-Phylacolaemata. Zool. Verhandl. n. 93: 1-159.

Orellana, M.C. 1999. Briozoos de agua dulce en Chile central (Bryozoa, Phylactolaemata). Tesis Magíster en Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, 65 pp.

Moyano, H. 1995. Bryozoa. In Simonetti, J. et al. (eds.). Diversidad Biológica de Chile, 364 pp.

Valdovinos, C., J. Stuardo & J. Arenas. 1996. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición ritron-potamon del río Biobío. Serie: Monografías Científicas 12: 217-248.

Wiebach, F. 1974. Amazonische Moostiere III (Bryozoa) Amazoniana 5: 293-303.

Wood, T.S. 1989. Ectoproct byozoans of Ohio. Ohio Biological Survey. Bulletin Nmew Series 8(2): 1-70.

4. CHAETOGNATA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los quetognatos corresponden a un grupo de organismos netamente marino ampliamente distribuido en los océanos. Son predadores activos del plancton, en particular de copépodos. Se les ha indicado como filogenéticamente emparentados con diversos otros phyla, pero se les mantiene como un grupo aparte, dado su forma única de desarrollo embrionario. A nivel mundial se reconocen 113 especies agrupadas en ocho familias. En Chile los primeros trabajos acerca del grupo son los aportados por Fagetti (1958) para la zona centro y norte, que indican la presencia de 13 especies. Estudios posteriores realizados por la misma autora y otros indican para Chile un total de 22 especies, que se presentan en el cuadro 5.

***Cuadro 5*. Representación de Chaetognata en Chile.**

Familia	Género	Especies
Eukronidae	Eukrohnia	4
Krohnitiidae	Krohnitta	2
Sagitiidae	Sagitta	15
Pterosagittidae	Pterosagitta	1
Total	4	22

Bibliografía

Fagetti, E. 1958. Investigaciones sobre quetognatos colectados, especialmente frente a la costa central y norte de Chile. Revista de Biología Marina, 8: 25-82.

Fagetti, E. 1995. Chaetognata. En Simonetti, J. et al. (eds.). Diversidad Biológica de Chile, 364 pp.

Palma, S. & K. Kaiser. 1993. Plancton Marino de Aguas Chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, 150 pp.

5. CNIDARIA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los celenterados incluyen actinias, corales y medusas. Son un grupo monofilético que representa a Eumetazoa (Histozoa), y es considerado como parafilético de las esponjas (phylum Spongiae) que conforman los Parazoa (Claus y otros, 1932).

El phylum incluye siete clases: Anthozoa, Dipleurozoa, Hydroconozoa, Protomedusae, Scyphozoa, Hydrozoa y Cubozoa, de las cuales a la fecha sólo hay registros de las tres primeras para Chile. La sistemática que se adopta aquí sigue a Fauntin (2003) y reemplaza a las anteriores ordenaciones propuestas por Carlgren (1949) y Andres (1883). De estas clases están presentes en Chile Anthozoa, Scyphozoa e Hydrozoa.

Anthozoa

La sistemática del grupo en Chile ha sido tratada fundamentalmente por Cairns (1982, 1990), Cairns y otros (2005), Di Salvo y otros (1988), Leloup (1974), entre otros. Según ITIS Hierarchical Report (2000), la clase incluye las siguientes tres subclases: Zoantharia (Hexanthida), Alcyonaria (Octocorallia) y Cerianthipataria. En el cuadro 6 se resume la situación de las familias en Chile.

Bibliografía

Brook, G. 1889. Report on the *Antipathiria* of the voyage of H.M.S. Challenger. Zool., XXXII, London.

Cairns, C. 1982. Antarctic and Subantarctic Scleractinia. Ant. Res. Series 34: 1-74.

Cairns, C. 1990. Antarctic Scleractinia, Synopsis of the Antarctic Benthos 1. Koeltz Scientific Books. Königstein, 78 pp.

Cairns, S., V. Häussermann & G. Försterra. 2005 A review of the Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) of Chile, with the description of two new species. Zootaxa, 1018: 15-46.

Di Salvo, L.H., J.E. Randall & A. Cea. 1988. Ecological reconnaissance of the Easter Island sublittoral marine environment. National Geographic Research Reports 4(4): 451-473.

Leloup, E. 1974. Hydropolypes calyptoblastiques du Chili. Report 48 of the Lund University Chile Expedition 1948-48. Sarsia 55: 1-62.

Looser, G. 1926. Un zoofito de Juan Fernández poco conocido: *Paratipathes fernandezi* Brook. Rev. Chil. Hist. Nat., XXX

Pérez, C.D. 1996. Presencia de *Renilla octodentata* Zamponi & Pérez, 1995 en la bahía de Valparaíso. Invest. Mar. Valparaíso, 24: 145-147.

Philippi, R.A. 1892. Los zoofitos chilenos del Museo Nacional. Ans. Mus. Sec. I, Zool.: 5-6, Santiago, Chile.

Riveros-Zúñiga, F. 1958. Nuevos datos y redescripción de *Renilla chilensis* Philippi, 1892. Rev. Biol. Mar. I: 32-45.

Sebens, P.K. & R.T. Paine. 1979. Biogeography of Anthozoans along the west coast of South America: habitat, disturbance and prey availability. Proceedings of the International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Southern Hemisphere 1: 219-238.

Tendal, O. S. & D. Barthel. 1997. Composition and distribution of the Eastern Weddell Sea Scleractinian coral fauna. Berichte für Polarforschung, 249: 53-54.

Wells, J.W. 1983, Annotated List of the Scleractinian Corals of the Galápagos. In: P.W. Glynn & G.M. Wellington (eds.) Corals and Coral Reefs of the Galapagos Islands, pp. 212-291. Berkeley University pf California Press.

Cuadro 6. **Representación de Anthozoa en Chile.**

Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Zoantharia	Corallimorpharia	Corallimorphidae	2	3
	Actinaria	Gonactiniidae	1	1
		Edwardsiidae	3	3
		Halcampidae	2	2
		Octineonidae	1	1
		Actinidae	14	17
		Hormanthiidae	3	4
		Aiptasiomorphidae	1	1
		Isophelliidae	1	1
		Actinostolidae	5	5
		Sagartiidae	2	2
	Zoanthinaria	Zoanthidae	3	4
	Scleractinia	Poritidae	1	1
		Agarisiidae	1	2
		Faviidae	1	1
		Fungidae	2	3
		Parasmyliidae	1	1
		Pocilloporidae	1	5
		Thamnastraeidae	1	1
		Seriatoporidae	1	1
		Dendrophylliidae	1	1
		Flabellidae	2	7
		Caryophylliidae	3	4
Ceriantipatharia	Antipatharia	Antipatharidae	4	7
Alcyonaria	Alcyonacea	Alcyonidae	1	4
		Acanthogorgidae	1	2
		Gorgidae	2	7
		Isididae	7	11
	Pennatulacea	Pennatulidae	1	3
		Umbelidae	1	3
		Primnoidae	5	16
		Flexauridae	2	3
		Clavulariidae	1	1
Total		33	78	128

Hydrozoa

La clase incluye medusas de tamaño mediano a pequeño, que forman parte importante del plancton marino. Está constituida por ocho órdenes, todos ellos de amplia distribución en ambientes marinos y citados también para Chile (véase el cuadro 7). Esta ordenación es también consecuente con aquella de Brusca y Brusca (1999), salvo el orden Hidrocorallia, en que mantiene a Milleporina y Stylasterina como órdenes independientes. Incluye una especie que habita aguas continentales, también presente en Chile: *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Familia Olindiasidae (Olindiidae), medusa de agua dulce); e *Hydra viridis* Linnaeus, 1758 (Anthomedusae, Familia Hydridae).

Bibliografía

Alvariño, A. Hidromedusas: abundancia batimétrica diurna-nocturna y estacional en aguas de California y Baja California, y estudio de las especies en el Pacífico Oriental y otras regiones. Rev. Biol. Marina y Oceanografía, 34 (1): 1-90.

Bigelow, H.B. 1911. The Siphonophorae. Reports of the scientific results of the Expedition to the Eastern Tropical Pacific, 1904-1905. Mem. Mus. Com. Zool., 38(2): 171-402.

Broch, H. 1951. Stylasteridae (Hydrocorals) from southern seas. Discovery Reports, 26: 33-46.

Fagetti, E. 1973. Medusas de aguas chilenas. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 15 (1): 31-75.

Gili, J.M., W. Arntz, P. Filipe, P. López, C. Orejas, J. Ros y N. Teixido. 1999. Abundance and Distribution of Benthic Hydroids in the Weddell Sea. Ver. Polarforschung 301: 32-38.

Haeckel, E. 1888. Report of the Siphonophorae collected by H.M.S. Challenger during the years 1873 – 1876. Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger, bZool., 28: 1-380.

***Cuadro 7*. Representación de Hydrozoa en Chile.**

Orden	Suborden	Familia	Géneros	Especies
Hidrocorallina	Sylasterina		2	2
Trachylina	Trachymedusae	Geryonidae	2	2
		Halicreatidae	3	4
		Rhopalonematidae	7	10
		Olindiasidae	1	1
		Ptychogastriidae	1	1
		Halicreidae	2	2
	Narcomedusae	Aeginidae	2	3
		Solmariidae	2	5
		Cuninidae	2	4
Hydroida	Limnomedusae	Moerisidae	1	1
		Olindiadidae	2	2
		Proboscidactylidae	1	3
	Anthomedusae	Hydractinidae	2	5
		Eudendriidae	1	3
		Hydridae	1	1
		Pandeidae	7	9
		Bougainvilliidae	3	6
		Cytaeidae	1	1
		Claviidae	1	1
		Calycopsidae	2	2
		Russellidae	1	1
		Zancleidae	2	2
		Tabulariidae	4	12
		Corymorphidae	1	1
		Corynidae	3	3
		Eleutheriidae	1	2
	Leptomedusae	Halecidae	2	18
		Lafoeidae	8	20
		Campanulariidae	9	33
		Plumaridae	3	13
		Kirchenpaueriidae	1	22
		Sertulariidae	9	115
		Syntheciidae	1	3
		Grammaridae	1	2
		Campanulinidae	4	4
		Eirenidae	1	1
		Lovenellidae	2	2
		Mitrocomidae	2	2
		Aequoreidae	1	4
		Phialellidae	1	3
		Halopteridídae	2	11
		Laodiceidae	1	1
		Tiarannidae	3	5
Siphonophora	Cystonectae	Physaliidae	1	1
	Physonectae	Pyrostrephidae	1	1
		Agalmidae	2	2
		Athorybiidae	1	1
	Calycophorae	Prayidae	3	4
		Diphyidae	8	14
		Sphaeronectidae	1	1
		Abylidae	3	3
Total		54	129	375

Hartlaub, Cl. 1905. Die Hydroiden der magalhaensischen Region und chilenischen Küste. In: L. Plate (ed.) Fauna Chilensis, Dritter Nand. Gustav Fischer Verlag, Jena, pp. 497-713.
Leloup, E. 1932. Contribution a la repartition des siphonophores calycophorides. Bull. Mus. Hist. Nat. Belg., 8(11): 1-30.
Moser, F. 1925. Die Siphonophoresn der Deutschen Südpolar- Expedition 1901-1903. Deutsche Südpolar – Exped. 17(9): 1-541.
Navarro, M., M. Stefania y S. Palma. 2001. Hidromedusas recolectadas en una transecta entre Caldera e Isla de Pascua. Resúmenes, XXI Congreso de Ciencias del Mar, Viña del Mar, p. 74.
Pagès, F. & C. Orejas. 1999. Medusae, siphonophores and ctenophores of the Magellan region. Sci. Mar. 63 (Supl. 1): 51-57.
Palma, S. 1932. Contribución al estudio de los Sifonóforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. I. Taxonomía. Investigaciones Marinas 4(2): 17-88.
Peña Cantero, A.L., A.M. García Carrascosa & W. Vervoort. 1997. On *Antarctoscyphus* (Cnidaria, Hydrozoa), a new genus of antarctic hydroids and the description of two new species. Polar Biology, 18: 23-32.
Peña Cantero, A.L., A. Svoboda & W. Vervoort. 1996. Species of *Schizotricha* Allman, 1883 (Cnidaria, Hydrozoa) from recent antarctic expeditions with R.V. "Poilarstern", with description of a new species. Zoologische Mededelingen, 70: 411-435.
Peña Cantero, A.L., A. Svoboda & W. Vervoorst. 1997. Species of *Staurotheca* Allman, 1888 (Cnidaria, Hydrozoa) from recent antarctic expeditions with R.V. Polarstern, with the description of six new species. Journal of Natural History, 31: 329-381.
Peña Cantero, A.L., A. Svoboda & W. Vervoorst. 1997. Species of *Oswaldella* Stechow, 1919 (Cnidaria, Hydrozoa) from recent antarctic expeditions with R.V. Polarstern, wit description of eight new species. Zoological Journal of the Linnean Society, 119: 339-388.0.
Peña Cantero, A.L., A. Svoboda & W. Vervoort. 1999. Species of *Antarctoscyphus* Peña Cantero, García, Carrascosa & Vervoort, 1997 (Cnidaria, Hydrozoa, Sertulariidae) from recent Antarctic expeditions with R.V. Polarstern, with the description of two new species. Journal of Natural History, 33: 1739-1765.
Ramirez, F. & M. Zamponi. 1981. Hydromedusae. In: D. Boltovskoy, Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata Argentina, pp. 443-469.
Totton, A. K. y H. E. Bergmann. 1965. A synopsis of the Siphonophora. Brit. Mus. Nat. Hist. London, pp. 1: 230.

Scyphozoa

Reúne las conocidas medusas de tamaño mediano a grande. Incluye animales sésiles y que forman parte del bentos (representantes del orden Stauromedusae, y estadios de pólipo de las medusas metagenéticas del orden Semaeoctomeae) o planctónicos (medusas metagenéticas). Los representantes de este grupo se distribuyen en todos los mares, con rangos batimétricos desde la superficie hasta la zona abisal. La clase reúne alrededor de 175 especies, todas ellas de distribución prácticamente cosmopolita.

Las especies chilenas han sido tratadas por Fagetti (1973), Kramp (1951 y 1961) y Mayer (1910). La situación de la clase se resume en el cuadro 8.

Bibliografía

Fagetti, E. 1973. Medusas de aguas chilenas. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 15(1): 31-75.
Kramp, P.L. 1951. Medusae collected by the Lund University Chile Expedition 1948-49. Reports of the Lund University Chile expedition 1948-49. Lunds Universitets Arsskrift N.F. Avd. 2, Bd 47(7): 1-19.
Kramp, P.L. 1961. Synopsis of the medusae of the world. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 40: 1-469.
Mayer, A.G. 1910. Medusae of the world III. The Scyphomedusae. Carnegie Inst. Washington Publ. 109: 499-735.

Cuadro 8. **Representación de Scyphozoa en Chile.**

Orden	Familia	Géneros	Especies
Stauromedusae	Lucernariidae	1	1
Coronatae	Atollidae	1	1
	Nausithoidae	1	3
	Periphyllidae	1	1
	Tetraplatidae	1	1
Semaeostomeae	Pelagidae	2	2
	Cynaeidae	1	3
	Ulmaridae	2	2
Total	8	10	14

CORDADOS PRIMITIVOS

A continuación se detallan el phylum Hemichordata y las clases Tunicata y Cephalochordata del phylum Chordata, los que constituyen la línea basal de los vertebrados.

6. HEMICHORDATA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los hemicordados son animales deuterostomados exclusivamente marinos y bentónicos, solitarios o coloniales, que desarrollan una estomocorda. El phylum incluye cinco clases, dos de ellas extintas: Acanthastina, Gratolithina, Planctosphaeroidea, Enteropneusta y Pterobranchia. Las especies chilenas han sido estudiadas por Moyano (1973), McIntosh (1882), Harmer (1887), Ridewood (1907), Uribe (1992), Anderson (1907).

La clase Graptolithina (graptolites) reúne organismos fósiles, del período Cámbrico a Carbonífero inferior (Missisipiano). En el caso chileno hay citas de fósiles en Aguado de la Perdiz: II Región, Chile (García et al. 1962).

La clase Acanthastida (acantástidos) también reúne fósiles restringidos al período ordoviciano, aparentemente relacionados con los graptolites (Bullman, 1970), con los cuales se le reúne a menudo (Pérez d'Angelo, 1975). No hay citas chilenas.

Las clases restantes y con representantes actuales están representados en Chile según el detalle del cuadro 9.

Páginas siguientes: **Actinias Rojas. Aunque tienen el aspecto de una flor, son animales que poseen un cuerpo blando con un disco basal con el cual se adhieren a las rocas; en el extremo superior tienen una boca rodeada por una corona de tentáculos. Son carnívoros y su dieta principal lo constituyen pequeños crustáceos y restos de animales que transporta el agua.** Foto: Pablo Zavala.





***Cuadro 9*. Representación de Hemichordata en Chile.**

Clase	Familia	Géneros	Especies
Planctosphaeroidea	Planctosphaeridae	1	1
Enteropneusta	Ptychoderidae	1	1
	Spengelidae	1	1
Pterobranchia	Rhabdopleuridae	1	1
	Cephalodiscidae	1	10
Total	5	5	14

Bibliografía

Bullman, O.M.B. 1970. Graptolitina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. In: C. Teichert (ed.), Treatise on invertebrate paleontology, Pt. 5. Geological Society of America and University of Kansas, 163 pp.

Eaton, T.H. 1970. The stem-tail problem and the ancestry of chordates. J. Paleontol. 44: 969-979.

García, A., E. Pérez d'A. & E. Ceballos. 1962. Revista Minerales n. 77, pp. 52-61.

Hadfield, M.G. & R.E. Young. 1983. Planctosphaera (Hemichordata: Enteropnesta) in the Pacific Ocean. Mar.Biol., 73 (2): 151-153.

Higa, T. & S-I Sakemi, 1983. Environmental studies on natural halogen compounds. I. Estimation of biomass of the acorn worm *Ptychodera flava* Eschscholtz (Hemichordata: Enteropneusta) and excretion rates of metabolites at Kattore Bay, Kohama Island, Okinawa. J. Chem. Ecol. 9: 495-502.

John, C.C. 1931. *Cephalodiscus*. Discovery Reports Vol. III: 223-260. Cambridge University Press.

Mann, G. 1949. Regiones Ecológicas de Tarapacá. Revista Geográfica de Chile, 2: 51-63.

Pérez d'Angelo, E. 1975. Prácticas de Paleontología de Invertebrados. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología, 167 pp.

Spengel, J.W. 1913. Die Enteropneusten der Siboga Expedition. Siboga Expedition Mon. 26.

Uribe, M.M. 1992. Estudios biológicos del enteropneusto *Ptychodera flava* Eschscholtz, 1825 de la bahía de Concepción, Chile. Tesis Magíster, Universidad de Concepción.

Willey, A. 1899. Enteropneusta from the South Pacific, with notes on the Eaest Indian Species. Willey's Zoolog. Results, Part III, Cambridge.

7. CHORDATA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Tunicata

Cordados inferiores, que sólo manifiestan sus caracteres de tales en el estado larvario. El cuerpo está encerrado en una túnica gruesa que le confiere el nombre de tunicados, la cual puede ser opaca en el caso de las ascidias o transparente como en los taliáceos y larváceos. Incluye tres clases: Thaliacea, Larvacea o Appendicularia y Ascidiacea, ampliamente distribuidas en el mundo y restringidas a las aguas marinas.

Revisiones destacadas de las especies chilenas han sido realizadas por Ärnbäck (1929), Aravena y Palma (1998), Castilla y Rozbaczylo (1988), Fagetti (1959), Van Name (1945, 1953). En el cuadro 10 se resume la situación de los tunicados en Chile.

***Cuadro 10*. Representación de Tunicata en Chile.**

Clase	Familia	Géneros	Especies
Appendicularia	Fritillaridae	3	15
	Kovalevskiidae	1	1
	Oikopleuridae	3	15
Thaliacea	Doliolidae	1	1
	Salpidae	11	22
	Pyrosomidae	1	2
Ascidiacea	Polyclinidae	1	6
	Holozoidae	3	7
	Didemnidae	3	7
	Polycitoridae	1	1
	Cionidae	1	1
	Dimeatidae	2	2
	Agneziidae	1	1
	Ascidiidae	1	3
	Corellidae	2	2
	Botryllidae	1	1
	Syelidae	5	14
	Pyuridae	2	12
	Molgulidae	3	8
Total	19	46	121

Bibliografía

Aravena, G. & S. Palma. 1998. Primer registro taxonómico de las apendicularias (Tunicata) de la costa norte de Chile. Resúmenes, XVIII Congreso de Ciencias del Mar, p. 142.

Ärnbäck, A. 1929. Chilean Tunicates. Ascidians from the Guaitecas Islands. Arkiv för Zoologi, 21 A (6): 1-29.

Castilla, J. C. & N. Rozbaczylo. 1988. Invertebrados Marinos de Isla de Pascua y Salas y Gómez, pp. 191-216. In J.C. Castilla (ed.), Islas Oceánicas Chilenas: Conocimientos científicos y necesidades de investigación. Ediciones Universidad Católica de Chile, 353 pp.

Esnal, G.B. 1981. Thaliacea: Salpidae, pp. 793-808. In: D. Boltovskoy. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 936 pp.

Esnal, G.B. 1981. Appendicularia, pp. 809-827. In D. Boltovskoy. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 936 pp.

Fagetti, E. 1959. Las Salpas de Chile. Revista de Biología Marina, Montemar.

Harant, H. 1958. Systematique et Ethologie des Tuniciers, pp. 895-919. In P. Grassé, Traité de Zoologie, Masson & Cie Editeurs. Paris.

Kott, P. 1969. Antarctic Ascidiacea. Antarctic Research Series, 13: 1-239.

Monniot, C y F. Monniot. 1972. Clé Mondiale des genres d'Ascidies. Arch. Zool., exo. gén. 113: 311-367.

Monniot, C y F. Monniot. 1982. Biology of the Antarctic seas 10. Some Antarctic deep-sea tunicates in the Smithsonian Collections. Antarctic Research Series 32: 95-130.

Tatian, M., R.J. Sahade, M.E. Doucet & G.B. Esnal. 1998. Ascidians (Tunicata, Ascidiacea) of Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctic. Antarctic Science, 10(2): 147-152.

Van Name, W. 1945. The North and South American Ascidians. Bu-

lletin of the American Museum of Natural History, 84: 1-476.
Van Name, W. 1953. Ascidians (Ascidiacea). Reports of the Lund University Chile Expedition 1948 – 1949. Lunds Universitets Arsskrift N.F. Avd. 2, Bd. 50(1): 3-18.

Cephalochordata

Los cefalocordados son una rama muy pequeña del reino animal, que incluye alrededor de 25 especies actuales, que habitan aguas tropicales y temperadas de poca profundidad. Se les conoce bajos los nombres de "peces lanceta" o "anfioxos" y se caracterizan por su forma anguiliforme, pequeña talla, que por lo general no es superior a 10 cm. Se alimentan por filtración y pasan gran parte de su vida enterrados en el sedimento marino. Habitan sobre fondos arenosos y fangosos. Restos fósiles han sido descritos para el Cámbrico inferior de China (Chen y otros, 1995).

Para el territorio chileno se conoce a la fecha sólo una especie: *Branchiostoma elongatum* (Sundervall, 1852) (familia Branchiostomidae), distribuida entre Valparaíso e islas Chinchas, en Perú (Fowler, 1945).

Bibliografía

Chen, J.-Y., Dzik, J., Edgecombe, G.D., Ramskold, L. & Zhou, G.-Q. 1995. A possible early Cambrian chordate. Nature, 377: 720-722.
Franz, V. 1922. Systematische Revision der Akranier. Jena. Z. Naturwiss. 58: 369-452.
Fowler, H. 1945. Fishes of Chile. Systematic Catalog. Revista Chilena de historia Natural, part. I & II, 171 pp.
Günther, A.C.L.G. 1884. Branchiostoma. pp. 31-33 In, Report on the Zoological collections made in the Indo-Pacific Ocean during the Voyage of H.M.S. 'Alert' 1881-2. London: British Museum.
Kirkaldy, J.W. 1895. A revision of the genera and species of the Branchiostomatidae. Q. J. Microsc. Sci. (ns)37: 303-323.

8. CTENOPHORA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Las primeras citas en territorio marino chileno han sido proporcionadas por Palma (1971), para dos especies de amplia distribución. Hoy en día no existen autores trabajando en el grupo, salvo los registros en muestras de plancton.

Reúne organismos marinos planctónicos, similares a los cnidarios, que difieren porque los cilios para nadar se encuentran fusionados en "placas natatorias" o "ctenes", dispuestos en ocho costillas.

Especialistas actuales son Claudia E. Mills (Department of Zoology, University of Washington) y Sergio Palma (Departamento de Oceanología, Universidad Católica de Valparaíso).

Los ctenóforos se dividen en dos clases y cinco órdenes, de acuerdo a la disposición de las filas de peines, los tentáculos y la forma del cuerpo.

De estos, el representante de la familia Pleurobranchiidae es de tipo cosmopolita. Las especies de Bolinopsidae y Cestidae son circuntropicales, y Beroidae se distribuye entre Chile central y el estrecho de Magallanes. En el cuadro 11 se resume la situación del phylum en Chile.

Bibliografía

Pages, F. & C. Orejas. 1999. Medusae, siphonophores and ctenophores of the Magellan region. Magellan-Antarctic Ecosystems that drifted apart. Scientia Marina 63 (Supl. 1): 51-57.
Palma, S. 1971, Descripción de *Pleurobranchia pileus* y *Beroë cucumis* (Ctenophora), encontrados frente a la costa de Valparaíso. Investigaciones Marinas, 2(3): 41-56.
Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton Marino de Aguas Chilenas. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, 150 pp.

9. ECHINODERMATA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Grupo eminentemente marino, ampliamente distribuido en los mares del mundo. En Chile ha sido intensamente estudiado desde 1709 en adelante. Larraín (1995) entrega un listado comentado de los equinodermos, citando, a la fecha, alrededor de 360 especies. Este grupo está mejor representado, en número de especies, hacia el extremo sur del país y en aguas profundas. La situación del grupo en Chile se resume en el cuadro 12.

Bibliografía

Larraín, A. 1995. Biodiversidad de equinodermos chilenos: estado actual del conocimiento y sinopsis biosistemática. Gayana Zoológica, 59 (1): 73-96.

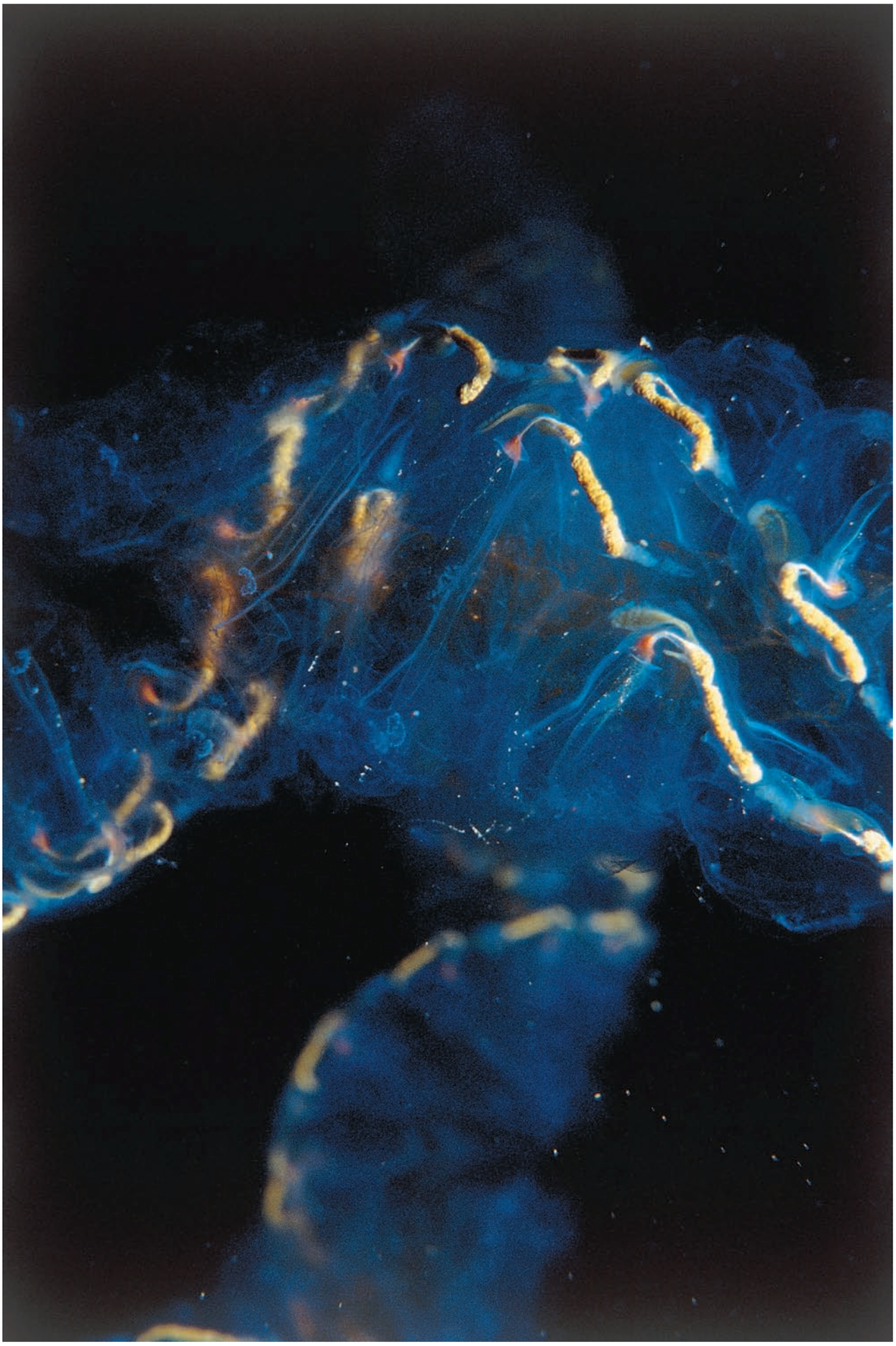
10. ENTOPROCTA (KAMPTOZOA)

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Reúne animales de tipo acuático, fundamentalmente marinos y sólo ocasionalmente continentales, también denominados "gusanos caliciformes" por su cuerpo formado por un "tallo" o base y el "cáliz" o cuerpo. El cáliz siempre se presenta rodeado por numerosos tentáculos y tanto la boca como el ano se abren en el "atrio" o vestíbulo del cáliz. La alimentación es de tipo micrófaga, donde las partículas de alimento pasan a la boca por la acción de los cilios o tentáculos. Las larvas son pelágicas y los adultos viven fijos al sustrato y pueden ser solitarios o formar colonias.

Los entoproctos de Chile han sido muy poco estudiados, conociéndose sólo 19 especies (véase el cuadro 13), todas ellas estudiadas y reportadas por primera y única vez por Viviani (1969). Sistemáticamente, el phylum se ordena en tres familias: Loxosomatidae, Pedicellinidae y Urnatellidae, sólo las dos primeras reportadas para Chile.

De las especies chilenas, *Barentsia variabilis* Pedicellinidae también habita la Antártica y la costa Atlántica tan al norte como Rio de Janeiro. *Myosomatoides spinosus* (familia Pedicellinidae) se distribuye a lo largo del Pacífico Sudoriental, entre Puerto Montt y California. *Barentsia geniculata,* de la misma familia, alcanza India y Japón. Las especies restantes son endémicas de Chile.



Bibliografía

Cordiviola de Yuan, E. 1977. Endoprocta y Ectoprocta. Biota Acuática de Sudamérica Austral. S.H. Hurlbert (ed.), pp. 90-92.

Mañe-Garzón, F. 1964. *Umatella gracilis* Leydi, 1851 (Bryozoa, Endoprocta) en el Uruguay. Ann. II Cong. Lat. Zool. (Sao Paulo) 1: 275-281.

Viviani, C. 1969. Die Bryozoen (Ento und Ectoprocta) des chilenischen Litorals. Tesis Doctoral, Naturwissenchaftliche Fakultät der Justus Liebig-Universität, Giessen. 208 pp.; 100 figs.

11. KINORHYNCHA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los gusanos erizo son nematelmintos de tamaño pequeño (hasta 2 mm de longitud), cuerpo alargado, formado por 13 o 14 segmentos denominados somitos. El primero de ellos es la cabeza, que está armada con espinas y una corona de estiletes alrededor de la boca; los segmentos del cuerpo están formados por una parte dorsal o "tergo" y otra ventral o "esterno".

Estos organismos son de distribución exclusivamente marina, en aguas templadas y antárticas. Su alimentación consiste en detritus y diatomeas. Viven sobre arena, fango y/o algas.

No existen actualmente investigadores chilenos que trabajen sobre este grupo zoológico.

El especialista mundial actual en la materia es Christian Lemburg, del Instituto de Zoología de la Universidad de Göttingen. Las especies chilenas han sido tratadas por Lang (1953) sobre la base del material de la expedición LUND a Chile, Osorio y Iguain (1987) y Higgins (1953). El phylum está representado por tres familias, cuatro géneros y cinco especies (véase el cuadro 14) distribuidas entre Arica (registro y material en revisión) y Chiloé.

Bibliografía

Higgins, R.P. 1977. Redescription of *Echinoderes dujardini* (Kinorhyncha) with descriptions of closely related species. Smithsonian Contributions to Zoology, 76: 1-205.

Lang, K. 1953. Echinoderida. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49, n. 9. Lunds Univ. Arsskrift 49(4): 1-8.

Osorio, C. y R. Iguain. 1987. Kinorhyncha en Chile: Presencia de Echinoderes Dujardin, 1851. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 58: 119-120.

12. PRIAPULIDA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Organismos vermiformes de tipo bentónico, todos de vida marina. Son de tamaño pequeño, de aproximadamente 10 cm de longitud total, y tienen hábitos cavadores. Cada individuo está constituido por un cuerpo y un prosoma. El primero es más o menos anillado y el segundo, cubierto por espinas. El celoma (o pseudoceloma de otros autores) se encuentra limitado o separado de la pared muscular (fibras circulares y longitudinales) y del sistema digestivo por una membrana no nucleada y sin estructura definida. Esto se utiliza a menudo para debatir su eventual posición entre los celomados.

Los priapúlidos chilenos corresponden a la familia Priapulidae e incluyen las siguientes tres especies: *Priapulopsis australis* (de Guerne, 1886) (Tierra del Fuego, Valdivia. Nueva Zelanda, Chubut), *Priapulus abyssorum* Menzies, 1959 (Magallanes, Tarapacá, Paso Drake; todos los mares) y *Priapulus tuberculatospinosus* Baird, 1868 (Atlántico Sur, Valdivia a Antártica; Nueva Zelanda).

EL especialista actual en el área es Christian Lemburg, del Instituto de Zoología de la Universidad de Göttingen, Alemania.

13. ECHIURA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los gusanos cuchara, denominados así por su prosbosis característica, son organismos vermiformes que habitan ambientes marinos litorales de las regiones polares, temperadas y tropicales. Se les ha colectado también a grandes profundidades sobre el fondo de los océanos. Tienen un cuerpo blando, no segmentado, celomado y bilateralmente simétrico. Sus tamaños varían entre algunos milímetros y alrededor de 25 cm de longitud total, tienen forma de salchicha, con cavidad interna (celoma). En el extremo anterior del tronco tienen una prosboscis muscular y sensorial, que no puede ser retraída dentro del cuerpo.

Los echiuros son marinos, salvo algunas especies que se encuentran en aguas salobres de la India. Son organismos inofensivos que habitan lugares protegidos, por lo general en fondos arenosos o fangosos, donde viven en túneles en forma de "U". También utilizan grietas en las rocas, conchas deshabitadas y raíces de angiospermas marinas.

Su alimentación es de tipo detritívora. Mediante la prosbosis succionan arena, fango y partículas finamente fragmentadas de sus alrededores, para extraer nutrientes. Las especies chilenas corresponden a las familias Urechidae con la especie *Urechis chilensis* (Müller, 1852) (Chile central) y Echiuridae con *Echiurus antarticus* Spengel, 1912 (Aguas antárticas).

Bibliografía

Murina, V.V. 1976. New Abyssal Species of Echiurans fron the Pacific and Atlantic Oceann. Zoological Journal (URSS), v. 55 (6): 837-843.

Página Izquierda: **Los ctenóforos son predadores que actúan en los primeros niveles de la cadena trófica en el ecosistema marino, afectando la abundancia de estadios larvarios y adultos de diversos organismos zooplanctónicos, compitiendo en ocasiones con los peces pelágicos por el alimento. Pueden llegar a medir dos metros de largo, poseen un nado muy pobre y son desplazados principalmente por las corrientes.** Foto: Pablo Zavala.

14. SIPUNCULA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los gusanos maní son organismos exclusivamente marinos, bentónicos y consumidores de detritus. Su tamaño varía entre 2 y 600 mm de longitud total. Se conocen a la fecha alrededor de 320 especies; sin embargo, el estado de conocimiento del grupo sigue siendo insuficiente. El nombre de "gusano maní" alude a la forma de valvas de maní que presentan algunas especies.

Su cuerpo es de forma vermiforme, sin segmentación y simetría bilateral. La parte anterior del cuerpo puede ser retraída dentro del extremo posterior.

Las especies chilenas han sido revisadas por Wesenberg-Lund (1955), Tarifeño y Rojas (1978). Cutler y Cutler (1955,1956, 1957, 1959, 1983, 1985a y b) realizan una re-

***Cuadro 11*. Representación de Ctenophora en Chile.**

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Tentaculata	Cidippida	Pleurobranchiidae	1	1
	Lobata	Bolinopsidae	2	2
	Cestida	Cestidae	2	2
Nuda	Beroida	Beroidae	1	1
Total	4	4	6	6

***Cuadro 12*. Representación de Echinodermata en Chile.**

Subphylum	Clase	Subclase	Orden	Familia	Especies
Crinozoa	Crinoidea	Articulata	Comatulida	2	13
			Millericrinida	1	1
Asterozoa	Stelleroida	Astreroidea	Paxillosida	5	17
			Valvatida	2	20
			Spinulosida	7	40
			Forcipulatida	4	43
		Ophiuroidea	Phrynophiurida	3	9
			Ophiurida	8	80
Echinozoa	Echinoidea	Perischoechinoidea	Cidaroida	1	17
		Euechinoidea	Echinothuroida	1	3
			Diadematoida	3	6
			Arbacioida	1	3
			Temnopleuroida	2	3
			Echinoida	2	9
			Holectypoida	1	1
			Clypeasteroida	1	2
			Holasteroida	2	3
			Spatangoida	5	19
	Holothuroidea	Dendrochirotacea	Dendrochirotida	3	29
			Dactylochirotida	1	4
		Aspidochirotacea	Aspidochirotida	3	9
			Elasipodida	3	17
		Apodacea	Apodida	2	10
			Molpadiida	2	5
Total				65	363

***Cuadro 13*. Representación de Entoprocta en Chile.**

Familia	Géneros	Especies
Loxosomatidae	1	1
Pedicellinidae	5	18
Total	6	19

***Cuadro 14*. Representación de Kinorhyncha en Chile.**

Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Cyclorhagida	Cryptorhagaea	Cateriidae	1	1
	Cyclorhagaea	Echinoderidae	1	3
Homalorhagida	Homolorhagae	Pycnophyidae	2	2
Total		3	4	5

***Cuadro 15*. Representación de Sipuncula en Chile.**

Orden	Familia	Géneros	Especies
	Aspidosiphonidae	1	2
	Golfingiidae	6	11
	Sipunculidae	1	1
Total		8	13

visión de los diversos géneros del phylum; Clark (1969) y Cutler y Gibbs (1955) discuten sus relaciones filogenéticas con grupos afines.

Especialistas actuales en el área son Eduardo Tarifeño, Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Chile, y Edward B. Cutler, Department of Invertebrate Zoology, Universidad de Harvard, Estados Unidos.

Las costas de Chile estarían habitadas por 16 especies, repartidas en las familias Sipunculidae (Región de Antofagasta), Golfingiidae (Arica a Chiloé) y Aspidosiphonidae (cosmopolita, Juan Fernández).

Son especies abisales y hadales *Phascolion bogorovi* Murina, 1973 (frente a Iquique), *Phascolion pacificum* Murina, 1957 (frente a Arica; abisal), *Phascolion strombu* Montagnu, 1804 (Golfo de Ancud), *Apiosoma murinae* Cutler, 1969 (frente a Iquique) y *Onchnesoma magnibathum* Cutler, 1969 (Chile, sin localidad), ambas de la familia Golfingiidae. Otras especies se distribuyen en zonas más someras. En el cuadro 15 se resume la situación del phylum en Chile.

Bibliografía

Clark, R.B. 1969. Systematics and phylogeny: Annelida Echiura and Sipuncula. En Florkin, M. & T.B. Scheer, Chemical Zoology, 4: 1-6.

Cutler, E. & N. Cutler. 1983. An examination of the *Phaiscolosoma* subgenera *Anltillesoma*, *Ruepellisoma* and *Satonus* (Sipuncula). Zoological Journal o the Linnean Society 77: 175-1 87.

Cutler, E. & N. Cutler. 1985. A revision of the genera *Sipunculus* and *Xenosiphon* (Sipuncula). Zoological Journal of the Linnean Society 85: 219-246.

Cutler, E. & N. Cutler. 1985b. A revision of t he genera *Phascolion* Théel, and *Onchnesoma* Koren and Danielssen (Sipuncla). Proceedings of the Biological Society of Washington, 95 (4): 509-550.

Cutler, E. & N. Cutler. 1956. A revision of the genus *Nepasoma* (Sipuncula: Golfingiidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 99(4): 547-573.

Cutler, E. & N. Cutler. 1957. A revision of the genus *Golfingia* (Sipuncula: Golfingiidae). Proceedines of the Biological Society of Washington, 100(4): 735-761.

Cutler, E. & N. Cutler. 1955. A revision of the genus *Themiste* (Sipuncula). Proceedings of the Biological Society of Washington, 101(4): 741-766.

Cutler, E. & N. Cutler. 1959. A revision of the genus *Aspidosiphon* (Sipuncula: Aspidosiphonidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 102(4): 526-565.

Cutler, E. & P.E. Gibbs. 1955. A phylogenetic analysis of higher taxa in the phylum Sipuncula. Systernatic Zoology, 34: 162-173.

Cutler, E.B. 1994. The Sipuncula. Their systrematics, biology and evolution. Cornell University Press 512 East State St. Ithaca, N.Y., USA.

Tarifeño, E. y M. Rojas. 1978. The phylum Sipuncula in Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environmet, 13: 93-134.

Wesenberg-Lund, E. 1955. Gephyrea from Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition. Acta University Lund 5, 10(51): 1-24.

15. NEMATODA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Gusanos nematelmintos vermiformes, de cuerpo alargado, no segmentado y levemente aplastado a cilíndrico.

Distribución originariamente marina, con numerosas formas en las aguas continentales, tanto de vida libre como parásita (ya sea las larvas como los adultos, o ambos). A pesar de su relativa uniformidad morfológica, este grupo corresponde a uno de los más numerosos del reino animal. Se calcula que existen alrededor de 500.000 especies de las cuales, a la fecha, se han descrito alrededor de 12.000. En el caso chileno, y por su relación con la salud humana, animales y las plantas, los estudios se han centrado fundamentalmente en las especies parásitas (Cattan, 1995; Alcaíno y Gorma, 2005), Magunacelaya y Dagnino (1999). De las especies de vida libre son importantes las revisiones de las especies marinas recolectadas por la expedición LUND a Chile, realizadas por Wieser (1953-1959). Destacan también, entre otros, los aportes realizados por Classing (1980, 1983, 1986), Chen y Vinecx (1998, 1999, 2000a y b) a los nematodos de vida libre.

En el cuadro 16 se entrega una síntesis de los nematodos que se han descrito para el ambiente marino de Chile, los cuales, con toda seguridad, sólo representan una pequeña parte de la biodiversidad de nematodos de nuestras costas. Se conocen a la fecha 245 especies y 125 géneros, en su mayoría de la zona sur y sur-austral del país.

Bibliografía

Alcaíno, H. y T. Gorman. 2005. Parásitos de los animales domésticos de Chile. Artículo Especial. Unidad de Enfermedades Parasitarias, Fac. de Ciencias Veterinarias Universidad de Chile, 17 pp.

Allgén, C. 1927. Freilebende marine Nematoden von den Campbell und Staten Inseln. Nyt. Mag. für Naturv. 66.

Allgén, C. 1929. Über einige antarktische freilebende Nematoden. Zoologischer Anzeiger 84.

Allgeén, C. 1930. Freilebende marine Nematoden von der Stateninsel (Fuerland Archipiel) I und II. Zoologischer Anzeiger, 89, 9-10 y 90, 1-2.

Allgén, C. 1954. Über eine weitere neue Desmoscolecide, Desmoscolex klatti n. sp. von den Falkland Inseln. Zoologischer Anzeiger, 152, p. 94.

Cuadro 16. **Representación de Nematoda en Chile.**

Orden	Familia	Géneros	Especies
Enoploida	Leptosomatidae	4	11
	Oxystomatidae	5	8
	Phanodermatida	4	6
	Enoplidae	13	26
Dorylaimoida	Dorylaimidae	3	4
	Oncholaimidae	10	20
	Euchelidae	7	11
Chromadoroida	Cyatholaimidae	11	18
	Desmodoridae	10	16
	Microlaimidae	2	8
	Chromadoridae	14	25
	Comesonatidae	7	20
Monhysteroida	Linhomoeidae	7	14
	Xyalidae	3	3
	Sphaeolaimidae	1	1
	Monhysteridae	10	30
Axonolaimoida	Axolaimidae	7	12
	Siphonolaimidae	2	4
	Camacolaimidae	2	3
	Tripyloididae	3	5
Total	20	125	245

Bastian, H.C. 1864. Monograph on the Anguillulidae (Free Nematoides, Marine, Land, and Freshwater; with Descriptions of 100 New Species).

Baylis, H.A. 1916. Some Nemertines, Free-living Nematodes and Oligochaeta from the Falklands. Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 8, 17.

Cattan, P. 1995. Helmintos. In: Simonetti, J. et al. (eds.). Diversidad Biológica de Chile, 364 pp.

Clasing, E. 1980. Postembryonic development in species of Desmodoridae, Esilonematidae and Draconematidae. Zool. Anz. 204: 337-344.

Clasing, E. 1983. *Leptepsilonema* gen. n. (Nematoda, Epsilonematidae) from Chile and the Caribbean Sea. Zoologica Scripta, 12: 13-17.

Clasing, E. 1986. Epsilonematidae (Nematoda) from Chiloe (southern Chile), with descriptions of two new species. Zoologica Scripta, 15: 295-303.

Chen, G., M. Vincx. 1998. Nematodes from the Strait of Magellan and the Beagle Channel (Chile): description of four new species of the Comesomatidae. Hydrobiologia, 379: 97-118.

Chen, G., M. Vincx. 1999. Nematodes from the Strait of Magellan and the Beagle Channel (Chile): the genus *Sabatieria* (Comesomatidae: Nematoda) with the description of *Sabatieria coomansi* n. sp. Hydrobiologia, 405: 95-116.

Chen, G., M. Vincx. 2000. Nematodes from the Strait of Magellan and the Beagle Channel (Chile): the genera *Cervonema* and *Laimella* (Comesomatidae: Nematoda). Hydrobiologia, 427: 27-49.

Chen, G., M. Vincx. 2000. New and little known Nematodes (Monhysteroida, Nematoda) from the Strait of Magellan and the Beagle Channel (Chile). Hydrobiologia, 429: 9-23.

Cobb, N.A. 1916. Notes on new genera and species of nematodes. I. Antarctic Nematodes. J. Parasitology 2.

Ferris, V.R., J.M. Ferris, J.P. Tjepkema. 1973. Genera of Freshwater Nematodes (Nematoda) of Eastern North America. Water Pollution Control Research Series 18050 ELD01/73, USEPA.

Freitas, J., F. Teixeira. 1968. Revisäo do gênero *Ophidascaris* Baylis, 1921 (Nematoda, Ascaridoidea). Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 66(1): 1-83.

Linstow, O. 1896. Nematelminthen. Ergebnisse der Hamburg Magalhaens Sammelreise, III, 8.

Linstow, O. 1906. Nematodes of the Scottish National Antarctic Expedition. Proc. Roy. Soc. Edinburg 26

Wieser, W. 1953-1959. Reports Lund University Chile Expedition. Free-Living Marine Nematodes. I. Enoploidea. II. Chromadoroidea. III. Axonolaimoidea and Monhysteroidea. IV. General Part. 418 pp., 253 figs.

Wieser, W., 1959. Reports Lund University Chile Expedition. Free-Living Marine Nematodes. IV. General Part. 111 pp.

Wieser, W., 1953-1959. Reports Lund University Chile Expedition. Free-Living Marine Nematodes. I. Enoploidea. II. Chromadoroidea. III. Axonolaimoidea and Monhysteroidea. IV. General Part. 418 pp., 253 figs.

Wieser, W., 1959. Reports Lund University Chile Expedition. Free-Living Marine Nematodes. IV. General Part. 111 pp.

16. NEMERTEA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Organismos vermiformes marinos, bentónicos y pelágicos. Generalmente de cuerpo aplastado dorsoventralmente, a veces con aletas laterales en las formas de vida pelágica.

El grupo de los nemertea está escasamente representado en nuestro país con 14 especies; no obstante, existen zonas insuficientemente estudiadas en Chile. Su sistemática reconoce dos subclases: Anopla y Enopla, cada una con dos órdenes.

Las especies pelágicas y batipelágicas han sido revisadas por Coe (1954) y Korotkevitch (1955, 1966). Las especies bentónicas han sido revisadas por Friedrich (1970). En el cuadro 17 se resume la situación del grupo en Chile.

Bibliografía

Coe, W. R. 1954. Bathypelagic nemerteans of the Pacific Ocean. Bull. Scripps Instn Oceanogr., 6: 225-285.

Envall, M., J.L. Norenburg, P. Sundberg. 2000. Molecular indications of three hybridising gene continua within a morpho-complex of mesopsammic nemerteans (Nemertea, Hoplonemertea, Otonemertidae, *Ototyphlonemertes fila*). (in review).

Friedrich, H. 1970. Nemertinen aus Chile. Report, 47 of the Lund University Chile Expedition 1948-49. Sarsia, 40: 1-80.

Isler, E. 1902. Die Nemertinen der Sammlung Plate. Zool. Jah. Supl.2: 273-280

Korotkevitch, V. S. 1955. Pelagische Nemertinen der östlichen Meere der URSS. Academy of Sciences of the URSS, 58: 131 pp.

Korotkevich, V. S. 1966. Pelagic nemerteans of Antarctic and temperate waters of the southern hemisphere. In: A.P. Andriyashev & P.V. Ushakov (eds.) Biological reports of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958), vol. 2, pp. 134-172.

Kozloff, E.N. 1991. *Malacobdella siluquae* sp. nov. and *Malacobdella macomae* sp. nov. comensal nemeretineans from bivalve molluscs on the Pacific Coast of North America. Can. J. Zool., 69: 161-1618.

17. PHORONIDA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los Phoronidos son invertebrados exclusivamente marinos y tentaculados, que viven en forma colonial o solitaria, dentro de estructuras quitinosas tubuliformes, enterrados en sustratos blandos (Hyman, 1959) y excepcionalmente, como sucede con la especie chilena, como perforante de

***Cuadro 17*. Representación de Nemertea en Chile.**

Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Anopla	Paleonemertini	Tubulanidae	1	1
	Heteronemertini	Baseodiscidae	2	3
		Poliopdsidae	1	1
		Lineidae	6	6
		Cerebratulidae	2	3
Enopla	Hoplonemertini	Tetrastematidae	1	1
		Amphiporidae	1	1
		Cratenematidae	1	1
		Tetrastemmatidae	2	3
		Emplectonematidae	4	4
		Nectonemertidae	2	5
		Pelagonemertidae	2	3
		Dinomertidae	1	1
Total	3	13	26	33

valvas de moluscos (Moyano, 1995). Este phylum es uno de los más pequeños del mundo e incluye 15 especies (Brusca y Brusca, 1990), en su mayoría distribuidas en el hemisferio norte.

En Chile, existe sólo una especie, distribuida en el litoral central, donde es perforante de gastropodos, fundamentalmente de *Concholepas concholepas*. La única especie chilena es *Phoronis ovalis*.

Bibliografía

Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates INC. Publishers.Sunderland, Massachusetts, 922 pp.

Hyman, L.H. 1959. The invertebrates, smaller coelomate groups, vol. V, McGraw-Hill, New York.

Moyano, H. 1995. Helmintos. In Simonetti, J. et al. (eds.). Diversidad Biológica de Chile, 364 pp.

18. PLATYHELMINTHES

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los gusanos planos marinos incluyen especies de vida libre y especies parásitas de diversos grupos de animales. Según Brusca y Brusca (1990) el phylum estaría conformado por las clases Turbellaria, Temnocephalida, Monogenea, Trematoda y Cestoda.

Turbellaria reúne especies de vida libre, tanto marinas como continentales (terrestres y acuáticas) y Temnocephala es ectoparasítica de crustáceos continentales. Monogenea, Trematoda y Cestoda son endoparásitos estrictos de diversos grupos de animales, principalmente vertebrados. Se les excluye del presente análisis, por lo que destaca Turbellaria como único grupo netamente silvestre. En el cuadro 18 se sintetiza la presencia de Turbellaria, clase que incluye los órdenes Archoophora, Macrostomida, Eulecithophora, Protriclada, Triclada y Polyclada. De estos, los subórdenes Paludicola y Terricola son exclusivamente continentales.

Bibliografía

Böhmig, L. 1902. Turbellarien: Rhabdocoeliden und Tricladien. Hamburger Magallaenische Sammelreise 1892-1893, 3: 1-30. Friedericksen & Co. Hamburg.

Böhmig, L. 1914. Die Rhabdocoelen Turbellarien und Tricladien der Deutschen Südp. Expedition. 1901-1903.

Marcus, E. 1954. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-1949. 11. Turbellaria. Lunds Universitets Arskrift N. F. Avd. 2 Bb. 49(13): 1-114.

Reisinger. E. 1926. Zur Turbelarienfauna der Antarktis. Deutsche Südpol Expedition, vol. 18, Zool. 10.

19. PORIFERA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

El phylum reúne animales metazoos muy primitivos, de tipo colonial carentes de órganos y tejidos propiamente tales. Desde el punto de vista sistemático se reconocen los siguientes cuatro grupos naturales con rango de clases: Calcarea, Hexactinellida, Demospongiae y Sclerospongiae. La sistemática que aquí se sigue para cada uno de los grupos de esponjas se basa fundamentalmente en Brusca y Brusca (1990) y Hooper (2000). Entre los autores que han trabajado especies chilenas destacan Breitfuss (1898) y Thiele (1905), que estudiaron la colección de esponjas de la colección Plate. Los trabajos más relevantes en el ámbito nacional son los realizados por Burton (1930, 1936) y Desqueyroux (1972 a 1990).

De las especies citadas para Chile destaca la familia Spongillidae, que corresponde a especies dulceacuícolas, presentes en la zona central, aun cuando todavía no estudiadas taxonómicamente. Las especies restantes corresponden a taxa marinos (cuadro 20).

En el ambiente marino la zona con mayor número de especies conocidas, es la del territorio antártico chileno; 144 especies de las 159 que aquí se citan para el territorio nacional están distribuidas en esa zona o la Región de Magallanes. Llama la atención el escaso número de especies conocidas

Cuadro 18. **Turbellaria marinos de Chile.**

Orden	Suborden	Familia	Géneros	Especies
Archoophora	Acoela	Convolutidae	3	3
Macrostomida	Macrostomida	Macrostomidae	1	1
Eulecithophora	Mesostomida	Trigonostomidae	1	1
		Typholoplanidae	1	1
	Calyptorhynchia	Polysistidae	2	3
	Plagiostomida	Cylindrostomidae	4	5
		Plagiostomidae	1	4
Protriclada	Crossocoeles	Monocelidae	3	5
Tricladida	Maricola	Bdelluridae	1	1
		Procerodidae	1	7
Polycladida	Acotylea	Stylochidae	3	3
		Leptoplanidae	2	7
		Planoceridae	1	1
	Cotylea	Pseudoceridae	1	1
		Euryleptidae	2	5
		Pseudocerotidae	1	1
		Laidlawiidae	3	3
Total	9	17	31	52

para la zona norte del país, donde, si bien la diversidad de esponjas es en general baja, también existe falta de estudios en la zona, particularmente de la fauna de profundidad. En el cuadro 19 se resume la situación de las esponjas en Chile.

Bibliografía

Barthel, D. & O.S. Tendal. 1994. Antarctic Hexactinellida. Synopsis of the Antarctic Fauna, 6. Koeltz Scientifc Books, 154 pp.

Barthel, D., O.S. Tendal & K. Panzer. 1990. Ecology and taxonomy of sponges in the eastern Weddell Sea shelf and slope communities. Berichte zur Polarforschung, 68: 120-130. Alfred Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerthaven.

Barthel, D., O.S.Tendal & S. Gatti. 1997. The Sponge Fauna of the Weddell Sea and Its Integrating in Benthic Processes. Berichte zur Polarforschung, 249: 44-52. Alfred Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.

Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 922 pp.

Burton, M. 1929. Porifera. Part II. Antarctic Sponges. British Antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910, Zoology, 6(4): 393-458.

Calcinai, B & M. Pansini. 2000. Four new demosponge species from Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctic). Zoosystema, 22(2): 369-381.

Desqueyroux-Faúndez. 1972. Demospongiae (Porifera) de la costa de Chile. Gayana, Zoología, 20: 1-56.

Desqueyroux-Faúndez, R. 1989. Demospongiae (Porifera) del litoral chileno antártico. Serie Científica INACH, 39: 97-158.

Desqueyroux-Faúndez, R. 1990. Spongiaires (Demospongiae) d'Ile de Paques (Isla de Pascua). Revue Suisse de Zoologie, 97 (2): 373-409.

Desqueyroux-Faúndez, R. & H.I. Moyano. 1987. Zoogeografía de Demospongias chilenas. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 58: 39- 6.

Desqueyroux-Faúndez, R. & R.W.M. Van Soest. 1996. A review of Iophonidae, Myxillidae and Tedaniidae occuring in the South East Pacific (Porifera: Poecilosclerida) Rev. suisse Zool. 103(1): 3-79.

Hooper, J.N. 2000. Sponguide: Guide to sponge collection and identification. http://www.qmuseum.qld.gov.au/organisation/sections/ SessileMarineInvertebrates/index.asp. 115 pp.

Hooper, J.N. & Van Soest, R.W. (eds.) 2002. Systema Porifera: a guide to the classification of sponges. Volumen I. Kluver Academic Press, New York, Boston, 1.101 pp.

Koltun, V.M. 1964. Sponges of the Antarctic. 1. Tetraxonida and Cornacuspongida. In: Biological results of the Soviet Abntarctic Expedition 1955/1958, vol. 2. Issled Faunei Morei. Moskva-Leningrad. 131 pp. (English translation: 1966, Israel Program for Scientific Translations).

Koltun, V.M. 1976. Porifera. Part I: Antarctic Sponges. B.A.N.Z. Antarctic Research Expedition 1929-1931. Reports – Series B (Zoology and Botany) 9(4): 153-198.

Ridley, S.O. 1881. The survey of HMS "Alert". Horny and siliceous sponges of Magellan Straits, S.W. Chili, and Atlantic off S.W. Brazil. Proc. Zool. Soc. London, 8: 107-137.

Ridley, S.O. & A. Dendy. 1887. Report on the Monaxonida collected by H.M.S. "Challenger" during years 1873-1876. Rep. Sci. Res. Voyage H.M.S "Challenger" (Zool.), 20(59): 1-275.

Tabachnick, K.R. 1990. Hexactinellid sponges fron the Nazca and Sala y Gómez Ridges. Trudy Instituta Okeanologii AN USSR 124: 161-173.

20. ARTHROPODA

CRUSTACEA

Los crustáceos están ampliamente distribuidos en el planeta, ocupando nichos principalmente acuáticos, tanto marinos como dulceacuícolas y terrenos húmedos. En nuestro país, este es el grupo de invertebrados mejor representado en Chile, con más de 2.000 especies a la fecha. Los primeros estudios se remontan al trabajo de Molina (1782), hasta nuestros días, en que un gran número de carcinólogos trabajan aspectos tanto de biodiversidad como de biología. Antecedentes acerca de la historia de la carcinología en Chile han sido entregados por Jara (1997), destacando los aportes realizados al conocimiento de este grupo por la expedición LUND a

Cuadro 19. **Representación de Porifera en Chile.**

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Demospongiae	Homoscleromorpha	Homosclerophoridae	Plankinidiae	1	1
	Tetractinomorpha	Astrophorida	Ascorinidae	2	2
		Spirophorida	Tellidae	2	3
		Hadromerida	Polymastiidae	2	4
			Timeidae	1	1
			Spirastrellidae	1	1
			Suberitidae	4	12
			Latrunculiidae	2	2
			Clionidae	12	
	Ceratinomorpha	Halichondrida	Axinellidae	5	6
			Halichondriidae	1	2
			Hymeniacidonidae	1	3
		Poecilosclerida	Raspaliidae	1	1
			Mycalidae	1	2
			Cladorhyzidae	1	2
			Myxillidae	6	17
			Guitarridae	1	1
			Anchinoidae	2	3
			Iophonidae	2	9
			Desmacellidae	2	2
			Tedaniidae	1	6
			Hymedesmiidae	36	
			Coelosphaeridae	1	2
		Haplosclerida	Chalinidae	3	9
			Niphatidae	1	3
			Phloeodictyidae	1	1
			Callyspongiidae	1	2
		Dictyoceratida	Spongiidae	2	4
		Dendroceratida	Dysideidae	2	2
			Darwinellidae	1	1
			Halisarcidae	1	1
Calcarea	Calcina	Clathrinida	Clathrinidae	7	14
			Leucettidae	2	3
	Calcaronea	Leucosoleniida	Grantiidae	2	2
			Staurorrhaphidae	1	1
Hexactinellida	Amphidiscophora		Hyalonematidae	1	1
			Pheronematidae	1	1
	Hexasterophora	Hexactinosida	Farreidae	1	1
			Euretidae	1	1
			Coscinoporidae	2	3
			Aulocalycidae	1	1
		Lyssacinosa	Euplectellidae	5	7
			Caulophacidae	1	5
			Rosellidae	8	14
Total	7	13	45	133	159

nuestro país, donde los autores de los diferentes reportes hacen una revisión sistemática detallada de las especies citadas a esa fecha para Chile. De 2.587 especies actuales conocidas, sólo aproximadamente 230 corresponden a especies dulceacuícolas y terrestres (semiterrestres de ambientes húmedos).

En Chile se han citado a la fecha aproximadamente 400 especies de crustáceos, que corresponden a cinco clases y 10 subclases (véase el cuadro 20). Branchipoda, Maxillopoda y Ostracoda son, en general, formas pequeñas y abundantes, muchas de ellas componentes importantes del plancton, tanto marino como continental. Constituyen una excepción los órdenes Rhizocephala, Pedunculata y Sessilia que son sésiles, sujetos al sustrato o sobre los huéspedes que parasitan. Desde el punto de vista económico son importantes el orden Euphausiacea (30 especies; *krill*) y el orden Decapoda, que reúne especies de interés industrial y la pesca artesanal. En el cuadro 21 se detalla la diversidad de superfamilias y familias marinas de este orden en Chile.

Bibliografía

Báez, P., H. Andrade. 1979. Crustáceos Decápodos Arquibénticos frecuentes frente a la costa de Chile central. Anales del Museo de historia Natural de Valparaíso, 12: 1-11.

Bahamonde, N. 1954. Crustáceos Decápodos colectados en Tarapacá. Rev. Chil. Hist. Nat. 6: 65-72.

Burukovsky, R.N. 1990. Shrimps from the Sala y Gómez and Nazca Ridges. Trudy Acta Okeanologyi, 124: 187-217.

Fransen, C.H. 1987. Notes on Caridean shrimps of Easter Island with description of three new species. Zoologische Mededelingen, 61 (35): 501-531.

Jara, C. 1997. Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 25: 245-254, 1997.

Garth, J. 1957, The Crustacea Decapoda Brachyura of Chile. Report of the Lund University Chile Expedition 1948-49. Lunds Univ. Arsskr., N.F. (2) 53(7): 1-130.

Gorny, M. 1999. On the biography and ecology of the Southern Ocean decapod fauna. Scientia Marina, 63 (supl. 1): 367-382.

Guzmán, G. 2003. Crustáceos Chilenos: Orden Decapoda. Guías de Identificación y Biodiversidad Fauna Chilena. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 28 pp.

Haig, J. 1955. The Crustacea Anomura of Chile. Reports of the Lund University Chile Expeditions 1948-49. Lund University Arsskr., N.F. (2)51 (12): 1-68.

Holthuis, L. 1952. The Decapoda Macrura of Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. Lunds Universitets Arsskrift. N.F. Avd. 2. Bd. 47 n. 10: 1-109.

Löffler, H. 1966. Beitrag zur Kenntnis der Harpacticiden- und Ostracodenfauna Chiles. Zoologischer Anzeiger.

Molina, G.I. 1782. Saggio Sulla Storia Naturalle del Chile. Bologna.

Retamal, M.A. 1994. Los Decápodos de Chile. Universidad de Concepción, Proyecto de desarrollo de la docencia, 125: 1-256.

Cuadro 20. **Representación general del subphylum Crustacea en Chile.**

Clase	Subclase	Orden	Familia	Especies
Cephalocarida		Brachypoda	1	1
Branchiopoda	Sarsostraca	Anostracea	2	2
	Phyllopoda	Cladocera	2	7
Maxillopoda	Thecostraca	Rhizocephala	2	5
		Pedunculata	3	6
		Sessilia	4	15
	Branchiura	Arguloida	1	2
	Copepoda	Calanoida	12	47
		Harpacticoida	10	72
		Cyclopoida	2	11
		Siphonostomatoida	12	52
		Poecilostomatoida	7	20
Ostracoda	Myodocopa	Myodocopa	4	134
		Halocyprida	2	60
	Podocopa	Podocopa	12	182
Malacostraca	Phyllocarida	Leptostraca	1	1
	Hoplocarida	Stomatopoda	5	9
	Eumalacostraca	Anaspidacea	1	1
		Mysidacea	4	80
		Cumacea	7	97
		Tanaidacea	6	130
		Isopoda	27	430
		Amphipoda	73	860
		Euphausiacea	1	30
		Amphionidacea	1	1
		Decapoda	64	370

***Cuadro 21*. El orden Decapoda en el ambiente marino de Chile.**

Suborden	Infraorden	Superfamilia	Familia	Géneros	Especies
Dendrobranchiata		Penaeoidea	4	9	22
		Sergestoidea	1	2	14
Pleocyemata	Caridea	Pasiphaeidae	1	4	10
		Bresilioidea	1	1	2
		Nematocarcinoidea	2	2	8
		Oplophoroidea	1	6	17
		Campylonotoidea	1	1	2
		Palaemonoidea	2	6	6
		Alphaeoidea	3	14	33
		Pandaloidea	1	5	14
		Physetecarioidea	1	1	1
		Crangonoidea	2	5	13
	Stenopoidea	Stenopodidea	1	2	2
	Astacoidea	Astacidea	1	2	2
	Thalassinidea	Thalassinoidea	3	6	8
	Panilura	Eryonoidea	1	3	6
		Palinuroidea	2	5	6
	Anomura	Coenobitoidea	2	4	7
		Paguroidea	3	12	37
		Galatheoidea	3	12	39
		Hippoidea	2	3	4
	Brachyura	Dromoidea	2	2	3
		Homoloidea	2	2	2
		Tymoloidea	1	1	1
		Dorippoidea	1	2	4
		Majoidea	1	13	21
		Hymenostomatoidea	1	1	1
		Cancridea	3	5	11
		Belloidea	1	3	5
		Portunoidea	3	6	8
		Xanthoidea	2	20	30
		Grapsoidea	1	12	20
		Pinnotheroidea	1	5	9
		Ocypodoidea	1	1	2
Total			56	177	370

Pygnogonida (Pantopoda)

Las arañas de mar son artrópodos exclusivamente marinos, con un cephalon no dividido y con una trompa formada por tres antímeros, que dorsalmente presenta los ojos y ventralmente tres pares de apéndices: los quelíceros, los palpos y los ovígeros.

El tronco está formado por segmentos libres o más o menos coalescentes, y porta entre cuatro y seis pares de patas, por lo general largas, delgadas y compuestas por ocho segmentos y termina en una garra terminal. El abdomen es pequeño, corto y no segmentado.

Según Bouvier (1913) la clase incluye cuatro órdenes, con 62 géneros y alrededor de 500 especies. Las especies de aguas nacionales y sectores adyacentes han sido estudiadas por Looman (1923), Gordon (1932) y Hedgpeth (1961). Los órdenes son los siguientes: Nymphomorpha, Colossendeomorpha, Ascorhynchomorpha y Pygnogonomorpha. En Chile se ha identificado las siguientes familias: Pallenidae y Nymphonidae (Región de Magallanes y Antártica), Colossendeidae (Antártica, Magallanes y Juan Fernández), Ammotheidae (Tocopilla a Magallanes, archipielago Juan Fernández y Antártica) Pycnogonidae (extremo norte de Chile a Magallanes). La situación de la clase en Chile se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro 22. **Representación de Pygnogonida en Chile.**

Orden	Familia	Géneros	Especies
Nymphomorpha	Phoxilidiidae	3	11
	Nymphonidae	2	16
	Pallenidae	2	3
Colossendeomorpha	Colossendeidae	3	13
Ascorhynchomorpha	Ammotheidae	11	38
	Tanystilidae	3	9
Pycnogonomorpha	Pycnogonidae	1	4
Total	6	25	94

Bibliografía

Bouvier, E.L. 1910. Les Pycnogonides à cinq paires de pattes recueillis par la Mission antarctique Jean Charcot à bord du Pourquoi-pas. C.R. Acad. Sci., Paris, vol. 151, pp. 26-32.

Bouvier, E.L. 1913. Pycnogonides du Pourquoi-pas. Deuxième expédition antarctique française (1909-1910). Paris, 1913, pp. 1-169.

Calman, W.T. 1910. Antarctic Pycnogonous. Nature, 84, p. 104.

Calman, W.T. 1915. Pycnogonida. British Antarctic (Terra Nova) Expedition 1910. Zool., vol. 3 pp. 1-74.

Fage, L. 1968. Clase des Pycnogonides. In. P. Grasse (ed.) Traité de Zoologie, tome VI, pp. 906-941.

Gordon, I. 1932. Pycnogonida. Discovery Reports, vol. 6, pp. 1-138, Cambridge.

Hedgpeth, J.W. 1961. Pycnogonida. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. Lunds Universitets Arsskrift N.F. Avd. 2 Bd. 57, n. 3: 1-18.

Hodgson, T.V. 1927. Die Pycnogoniden der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. Deutsche Südpolar Expedition, 19, pp. 303-358.

Loman, J.C.C. 1924. Les affinités des Pycnogonides. Ann. Sci., Nat. Zool., série 10, vol. 7, pp. 309-333.

21. MOLLUSCA

Walter Sielfeld y Guillermo Guzmán

Los moluscos corresponden a un taxón altamente diversificado, cuyo estudio comienza en Chile con los trabajos de Molina (1782), al que siguen posteriormente una gran cantidad de científicos que han aportado notablemente al conocimiento del grupo. El trabajo recopilatorio más reciente ha sido realizado por Valdovinos (1999), en el que se detalla su distribución por cada cinco grados de latitud, más islas y territorio antártico chileno. Trabajos anteriores han sido presentados por Osorio y Bahamondes (1979), Osorio (1981) y Ramírez (1981, 1987, 1990, 1993).

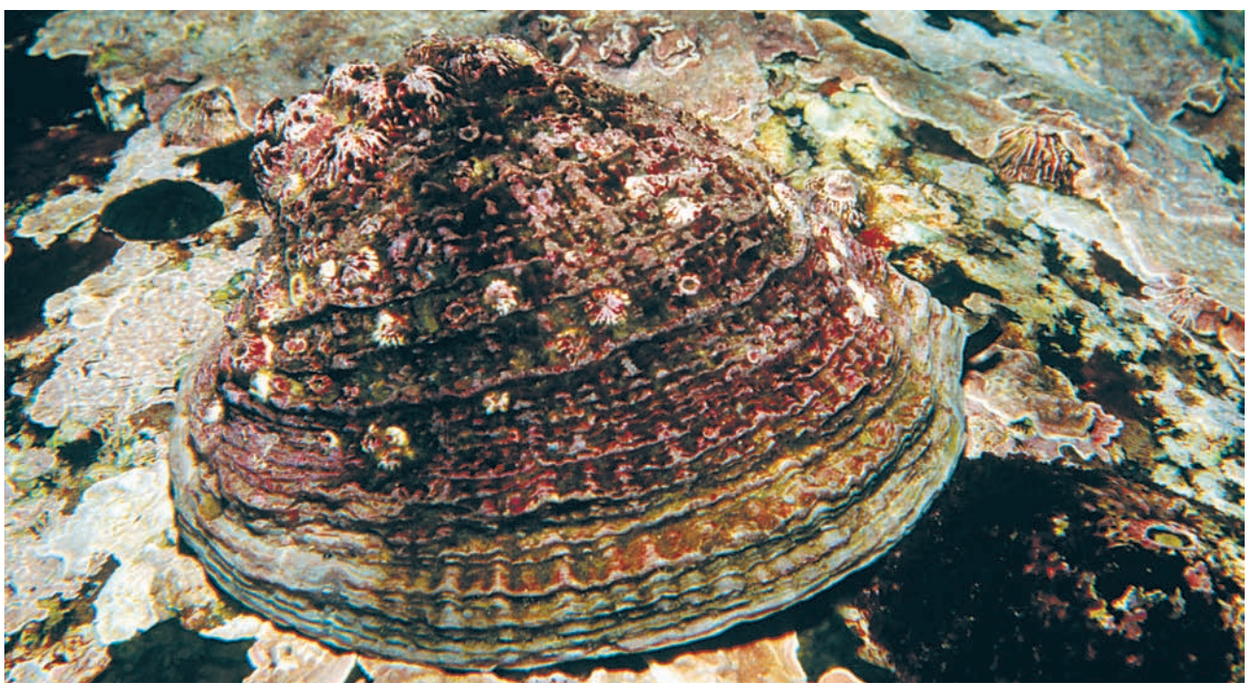
Actualmente para Chile se reportan más de 1.200 especies, principalmente marinas. Más de 100 especies son terrestres y dulceacuícolas.

El grupo menos representado corresponde al de los ex aplacóforos, con no más de 12 especies. El grupo mejor representado es el de los gasterópodos, con más de 700 especies. Entre ellas destaca el de los tecosomados, organismos netamente pelágicos, cuyo número se ha incrementado en los años recientes. Se registran 234 especies de bivalvos y un número creciente de cefalópodos (90 spp.). En el cuadro 21 se esquematiza la situación de este grupo en Chile.

Bibliografía

Guzmán, G. & M. Labrín 2003. Mollusca: Ptereopoda. Guías de Identificación y Biodiversidad Fauna Chilena. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 3 pp.

Marincovic, L. 1973. Intertidal Mollusks of Iquique, Chile. Natural History Museum of Los Angeles, Contribution to Sciences, 16: 1-49.



El loco, denominado científicamente como *Concholepas concholepas*, es un molusco gastrópodo presente sólo en las costas de Chile y el sur de Perú. Es un animal carnívoro, que se alimenta de picorocos, lapas y choritos. Posee sexos separados y se reproduce por fecundación cruzada. En la actualidad es un habitante de la zona sublitoral. Sin embargo, en el pasado vivió con éxito en el sistema litoral, donde ha sido intensamente explotado por el hombre, lo que ha resultado en una disminución importante de sus poblaciones. En el presente su extracción está controlada por vedas, por lo que cada cierto tiempo es posible extraer sólo un número limitado de ejemplares. Foto: Pablo Zavala.

Cuadro 23. **Representación de Mollusca en Chile.**

Clase	Subclase	Orden	Familia	Géneros	Especies
Caudofoveata		Chaetodermatida	2	4	7
Solenogastra		Neomeniomorpha	1	2	5
Placophora	Loricata	Lepidopleurida	1	3	8
		Chitonida	5	16	55
Gastropoda	Prosobranchia	Archaeogastropoda	12	38	148
		Caenogastropoda	60	92	432
	Opisthobranchia	Pyramidellimorpha	3	5	11
		Saccoglosa	5	6	6
		Cephalaspidea	4	6	8
		Thecosomata	4	9	20
		Pneumodeermatida	1	2	3
		Anaspidea	2	3	3
		Notaspidea	2	4	5
		Nudibranchia	25	37	68
	Gymnomorpha	Onchidiida	1	1	1
	Pulmonata	Archaeopulmonata	1	1	1
Bivalvia		Solemyda	1	1	2
		Nuculida	3	10	21
		Pteriomorpha	10	31	54
		Palaeoheterodonta	1	1	3
		Heterodonta	24	67	133
		Anomalodesmata	5	7	11
		Poromyida	2	2	6
Scaphopoda		Dentallida	1	2	4
		Siphonodentallida	2	2	3
Cephalopoda	Coeloida	Decapoida	18	46	63
		Sepiida	1	1	1
		Sepiolida	1	4	5
		Octopoda	5	9	20
		Vampyromorpha	1	1	1
Total			204	413	1108

Osorio, C. 1981. Caudofoveata y solenogastra de Chile. Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción, 52: 115-128.

Osorio, C. & N. Bahamonde. 1970. Lista Preliminar de Lamelibranquios de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 31: 185-256.

Ramírez, J. 1981. Moluscos de Chile, vol. 1: Archaeogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.

Ramírez, J. 1987. Moluscos de Chile, vol. 2: Mesogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.

Ramírez, J. 1990. Moluscos de Chile, vol. 3: Neogastropoda. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.

Ramírez, J. 1993. Moluscos de Chile, vol. 4: Bivalvia. Imprenta Museo Nacional de Historia Natural, Chile.

Valdovinos, C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional. Gayana, 63 (2): 111-164

Páginas siguientes: **Tres especies de centollas viven en aguas territoriales de Chile. Una es *Lithodes antarctica* y corresponde a la especie de explotación comercial. Sin embargo, también se explota el centollón, *Paralomis granulosa*, y otro tipo de centolla menos abundante, *Lithodes murrayi* Hender. Propios de los mares australes, de desplazamiento muy lento y de tamaños que suelen sobrepasar los 60 centímetros de diámetro.** Foto: Nicolás Piwonka.





INVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS

CLAUDIO VALDOVINOS

Los invertebrados constituyen la mayor parte de las especies animales de Chile y del planeta. Están conformados por un total de 32 phyla, de los cuales 15 están presentes en las aguas dulces. Estos organismos, que tienen en común la ausencia de columna vertebral, son por lo general de pequeño tamaño y presentan morfologías muy diversas. Algunos tienen el cuerpo blando, como los gusanos y las medusas; otros tienen el cuerpo duro, como los crustáceos, insectos y moluscos. Los invertebrados dulceacuícolas chilenos ofrecen la oportunidad de contemplar la enorme diversidad de formas y funciones existentes en el reino animal. Es precisamente en este grupo de organismos donde la vida animal se expresa sin límite de formas, colores y especializaciones a variadas formas de vida. A modo de ejemplo, en la figura 1 se ilustran algunas familias de invertebrados representativas de ríos del centro y sur de Chile.

En Chile se conocen aproximadamente unas 1.000 especies de invertebrados dulceacuícolas. Sin embargo, muchos científicos piensan que el número de especies todavía desconocidas en nuestro país podría incrementar significativamente tal cifra. El conocimiento de la diversidad de estos organismos es todavía fragmentario, a pesar de los esfuerzos de muchos investigadores nacionales y extranjeros, realizados especialmente en los últimos dos siglos. Algunos grupos de insectos, moluscos y crustáceos pueden considerarse razonablemente bien conocidos, pero en la mayor parte de otros grupos todavía queda mucho por hacer.

El conocimiento de los invertebrados dulceacuícolas chilenos ha quedado históricamente muy rezagado respecto del que se dispone para el caso de los vertebrados, como por ejemplo, los peces (Habit et al., 2005a). Ello se explica por el hecho que los vertebrados son más fáciles de estudiar que los invertebrados, ya que presentan una baja diversidad, son de gran tamaño y fácilmente distinguibles. Además, existen guías de identificación en casi todos los casos. En contraste, los invertebrados tienden a ser muy diversos y de pequeño tamaño, y en muchos casos se hace indispensable un estereomicroscopio para una correcta identificación. Además de estas desventajas, existe la carencia casi absoluta de guías de identificación de los grupos taxonómicos. En consecuencia, la mayor parte de los invertebrados dulceacuícolas aún requieren ser identificados por especialistas.

Los invertebrados tienen un rol fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos continentales, ya que permiten la transferencia de energía desde los productores (vegetación acuática y terrestre) a los niveles tróficos superiores (peces y aves acuáticas). En este grupo de animales, se encuentran especies herbívoras, omnívoras, carnívoras y detritívoras. Estas se alimentan fundamentalmente de bacterias, hongos, microalgas, plantas vasculares, protozoos, invertebrados y detritus. Este último puede ser de origen autóctono (restos de organismos acuáticos muertos) o de origen alóctono (procedente del sistema terrestre, como por ejemplo, hojas de árboles ribereños).

Dependiendo de su forma de vida, en los ecosistemas dulceacuícolas es posible reconocer dos tipos de invertebrados: planctónicos (aquellos que viven suspendidos en la masa de agua) y bentónicos (aquellos que viven asociados al substrato del fondo). El zooplancton está compuesto principalmente por Protozoa, Rotifera, Cladocera y Copepoda, y en ocasiones, encontramos otros elementos como crustáceos Ostracoda y Cnidaria. El zoobentos, por lo general más diverso que el zooplancton, está compuesto por una gran cantidad de grupos de Protozoa, Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nemertea, Aschelminthes, Annelida, Mollusca (Bivalvia y Gastropoda), Arthropoda (Chelicerata, Crustacea e Insecta), Tardigrada y Bryozoa.

ALGUNAS PARTICULARIDADES DE LOS INVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS CHILENOS

Los invertebrados dulceacuícolas chilenos poseen numerosas particularidades que los destacan con respecto a los existentes en otras regiones del planeta. Entre ellas están las siguientes:

Fauna muy primitiva con relaciones ancestrales de tipo gondwánico

A modo de ejemplo, los caracoles dulceacuícolas del género *Chilina,* que han presentado su máxima radiación evolutiva en el territorio chileno (su nombre deriva del de nuestro país), corresponden a uno de los grupos de gastrópodos pulmonados más primitivos conocidos en el planeta

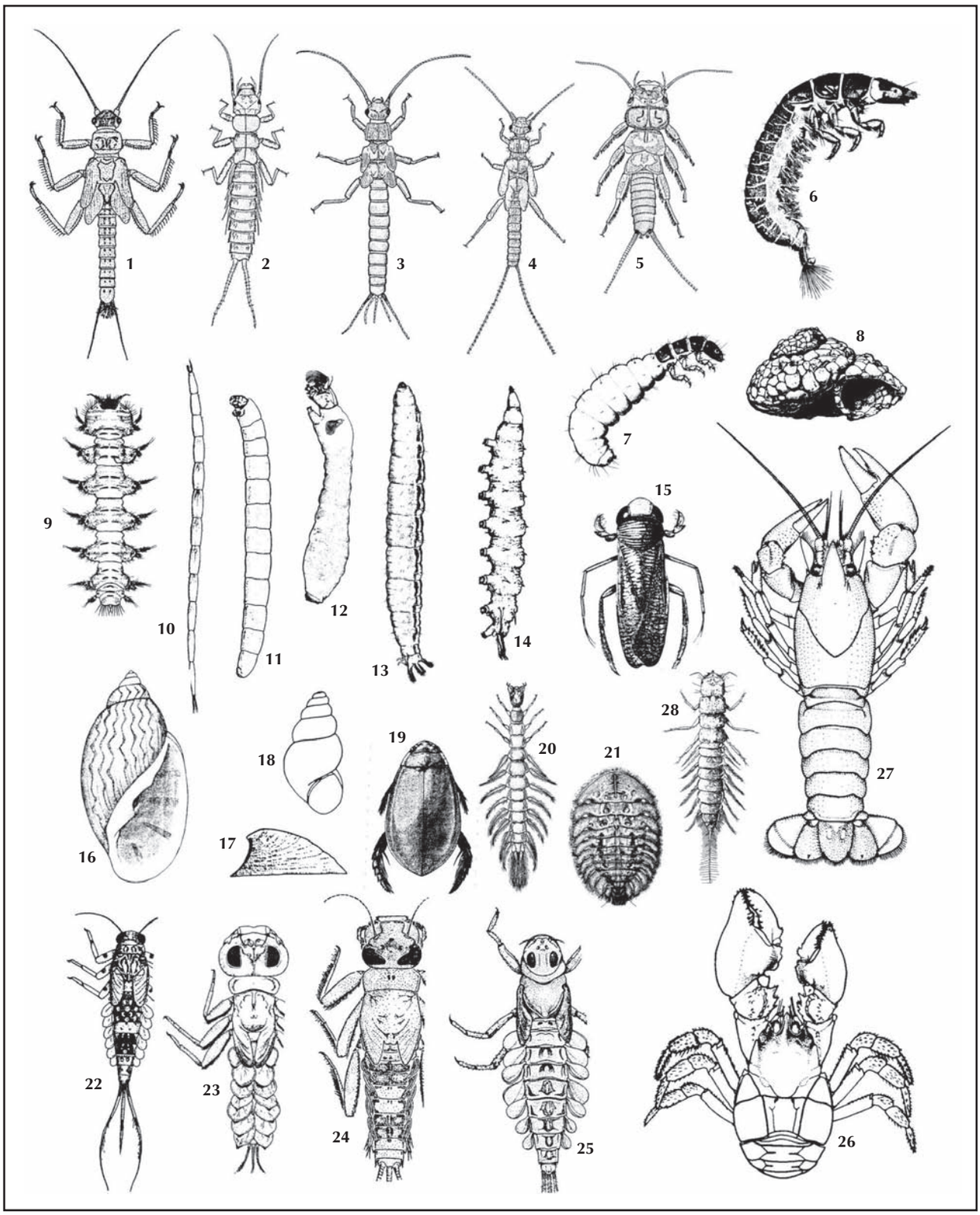


***Figura 1*. Algunas familias de macroinvertebrados representativas de ríos del centro-sur de Chile.**
1-5 Plecoptera 1) Gripopterygidae, 2) Eustheniidae, 3) Austroperlidae, 4) Notonemouridae, 5) Perlidae;
6-8 Trichoptera 6) Hydropsychidae, 7) Hydroptylidae, 8) Helicopsychidae);
9-14 Diptera 9) Bleplariceridae, 10) Ceratopogonidae, 11) Chironomidae, 12) Simulidae, 13) Tipulidae, 14) Athericidae;
15 Hemiptera (Corixidae);
16-18 Gastropoda 16) Chilinidae, 17) Ancylidae, 18) Amnicolidae);
19-21 Coleoptera 19) Dytiscidae, 20) Gyrinidae, 21) Psephenidae);
22-25 Ephemeroptera 22) Baetidae, 23) Ameletopsidae, 24) Leptophlebiidae, 25) Siphlonouridae);
26-27 Crustacea 26) Aeglidae, 27) Parastacidae);
28 Megaloptera (Sialidae).

(Archaeopulmonata). Ellos presentan afinidades evolutivas con los gastrópodos marinos del orden Cephalaspidea (Opisthobranchia). Esta situación también es observada en muchos otros grupos de invertebrados dulceacuícolas chilenos.

Son muchos los grupos de invertebrados que presentan una distribución geográfica típicamente gondwánica. En la figura 2 se muestran algunos de los numerosos ejemplos existentes al respecto. La fragmentación del supercontinente Gondwana ocurrida hace casi 100 millones de años (150 a 50 millones de años a.p.), y causó el aislamiento geográfico de las biotas ancestrales. Cada una de las piezas de este gigante puzzle continuó evolucionando en aislamiento, pero conservando las señales de las antiguas conexiones. Es por lo anterior que, para muchos grupos de invertebrados, existe más afinidad con la fauna de Nueva Zelanda que con la del resto de Sudamérica (a excepción del sudoeste de Argentina), relación que ya había sido reconocida a fines del siglo XIX por von Ihering (1891).

Elevada diversidad en una pequeña área geográfica y marcado endemismo

Al igual que lo observado para el caso de la flora terrestre y vertebrados terrestres y dulceacuícolas, en el centro-sur de Chile existe un hotspot de biodiversidad de invertebrados de agua dulce (estos son territorios que albergan gran cantidad de especies endémicas y, al mismo tiempo, han sido impactados significativamente por actividades humanas). Este hotspot ha sido reconocido como uno de los 25 más importantes a nivel mundial (Myers et al. 2000), y está claramente aislado del resto de Sudamérica por una serie de barreras geográficas (diagonal árida, cordillera de los Andes, zonas frías y secas australes). En la figura 3 se muestra un mapa de Chile en el cual se señala el hotspot de biodiversidad de invertebrados dulceacuícolas, localizado aproximadamente entre los 35ºS (VII Región) y los 43ºS (XI Región), incluyendo los territorios argentinos vecinos (especialmente de las regiones X y XI). Además, como ejemplos, en los dos gráficos de la derecha de esta misma figura, se muestran los patrones latitudinales de diversidad de especies de *Plecoptera* (Insecta) y *Aeglidae* (Crustacea). Este *hotspot* de biodiversidad de invertebrados dulceacuícolas formaría parte de la gran región de Archiplata, en el sentido de Noodt (1969) e Illies (1969). Sin embargo, ameritaría reconocerla como una subunidad, que podría ser denominada "Chilenia", siguiendo la nomenclatura empleada por algunos geólogos para referirse a gran parte de este territorio (Chernicoff y Zappettini, 2003).

Dentro de este hotspot, Pérez-Losada et al. (2002) realizaron un estudio de los patrones espaciales de riqueza de especies e índices de diversidad genética y filogenética, de crustáceos aéglidos (véase más adelante). Sobre la base de estos indicadores, ordenaron las seis regiones hidrográficas presentes a lo largo de este territorio, de acuerdo a su prioridad de conservación. Concluyeron que la región hidrográfica compuesta por los ríos Tucapel, Imperial y Toltén, es prioritaria para la conservación de los aéglidos, lo cual probablemente también pueda extenderse a muchos otros grupos de invertebrados.

Casos de áreas de distribución geográfica extremadamente reducidas

Existen ejemplos de especies con áreas de distribución geográfica muy reducida, las cuales están al borde de la extinción. Por ejemplo, el caracol del desierto (*Chilina angusta*), descubierto por Rodulfo Amando Philippi en su viaje exploratorio al desierto de Atacama (1853 y 1854), que habita solamente en la aguada de Paposo (véase la figura 3). Este es un manantial con una superficie de aproximadamente 30 m^2, localizado en el desierto costero al norte de Taltal. Paradójicamente, esta especie, que ha sido reconocida como el linaje evolutivo más primitivo dentro de los gastrópodos pulmonados, se encuentra a sólo metros fuera del área del Proyecto Reserva Nacional Paposo.

Otro ejemplo corresponde al cangrejo tigre (*Aegla concepcionensis*), que habita en el estero Cárcamo, localizado al interior del campus de la Universidad de Concepción. Este cangrejo había sido considerado extinto hasta hace algunos años y recientemente ha sido redescubierto en un tramo de río de sólo 300 metros de longitud. En el caso de los aéglidos, existen numerosos otros ejemplos de áreas de distribución geográfica muy reducidas, en los cuales las especies están restringidas a una pequeña porción dentro de una determinada cuenca (Pérez-Losada et al. 2002; Jara, 2005; Jara et al. 2005).

SINOPSIS DE LOS PRINCIPALES GRUPOS

Los grupos taxonómicos mejor estudiados en Chile son aquellos de mayor relevancia para la caracterización de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas dulceacuícolas, tales como Rotifera, Crustacea, Insecta, Bivalvia y Gastropoda. Los Rotifera y Crustacea están bien representados en el zooplancton lacustre. Por otra parte, Crustacea, Insecta, Bivalvia y Gastropoda constituyen una fracción importante del zoobentos, tanto lacustre como fluvial. Aquí se limitará el estudio a los grandes grupos taxonómicos presentes en Chile, dando énfasis a aquellos más conocidos o importantes en las aguas dulces, aunque esto supone una arbitrariedad frente a varios componentes de los invertebrados dulceacuícolas y a numerosos especialistas que han generado valiosa información al respecto.

Artrópodos

Los grupos más frecuentes en los ecosistemas dulceacuícolas son los crustáceos, insectos y quelicerados. Dentro de los crustáceos se encuentra una enorme diversidad de organismos, que van desde formas simples a muy complejas. Entre las primeras están los Copepoda, Branchiopoda y Ostracoda. El primero es un componente muy importante del zooplancton lacustre, mientras que los restantes frecuentemente se asocian al fondo. También son componentes comunes en el bentos los anfípodos y, en algunas zonas, los isópodos. Con respecto a los crustáceos superiores, hay tres familias en Chile: Pelaemonidae, Parastacidae y Aeglidae. Los dos últimos albergan comensales muy particulares, como los temnocéfalos y los histriobdélidos (véase más adelante). Los insectos

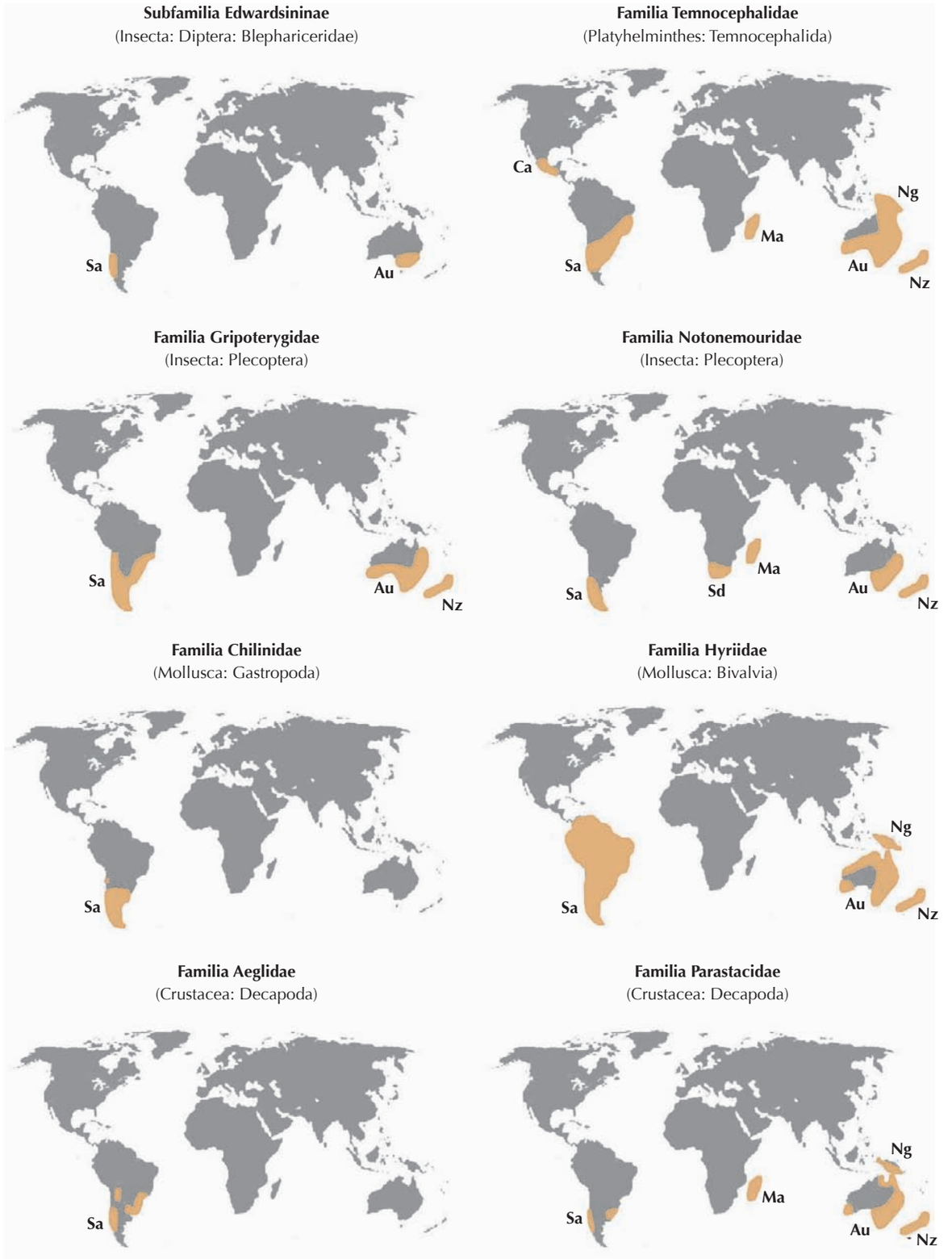


Figura 2. **Algunos ejemplos de áreas de distribución geográfica de familias de invertebrados dulceacuícolas chilenos (color café). Nótese su distribución claramente gondwánica en el hemisferio sur. La fragmentación del supercontinente Gondwana hace casi 100 millones de años (entre 150 y 50 ma a.p.), causó el aislamiento de las biotas ancestrales. Cada una de las piezas de este gigante puzzle continuó evolucionando en aislamiento, pero conservando las señales de las antiguas conexiones. Au= Australia, Ca= Centroamérica, Ma= Madagascar, Ng= Nueva Guinea, Nz= Nueva Zelanda, Sa= Sudamérica, Sd= Sudáfrica.**

están mucho más representados en los ambientes dulceacuícolas que los crustáceos. Así, existen varios órdenes cuyos estados larvales o ninfales se desarrollan en el agua: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata. Los adultos, en cambio, viven fuera de ella. Casi todos los otros órdenes de insectos presentan familias adaptadas para la vida acuática, especialmente en estado larval, como es el caso de Diptera (Culicidae, Chironomidae, Simulidae, Blephariceridae, Tipulidae, Athericidae), Coleoptera (Hydrophilidae, Ditiscidae, Psephenidae) y Hemiptera (Belostomatidae, Notonectidae). Dentro de los insectos acuáticos existen diferentes formas de alimentación. Algunos son micrófagos, dotados de sofisticados sistemas de filtración (por ejemplo, Trichoptera, Diptera), mientras que otros son eficientes carnívoros y figuran en los niveles terminales de ciertas cadenas alimentarias (por ejemplo, Odonata, Megaloptera). Incluso algunos pueden depredar vertebrados dulceacuícolas (entre otros, Hemiptera Belostomatidae). La cantidad de larvas o ninfas en las aguas dulces en condiciones naturales es normalmente elevada, lo que contribuye a la alimentación de vertebrados e invertebrados.

Los quelicerados dulceacuícolas no son tan diversos como los dos grupos anteriores. Son muy pocas las arañas acuáticas y sólo los ácaros (Hydracarina) constituyen un componente normal en este medio. Existen algunos ecosistemas lacustres, como la laguna Quiñenco en la VIII Región, cuyo uso como fuente de abastecimiento de agua potable ha sido limitado por la presencia de grandes densidades de ácaros Oribatida (*Scapheremaeus,* Nothridae, Galumnidae, Malaconothridae, Oribotuloidea, Galumnoidea) y Prostigamata (*Hygropatella*, Oxidae, Arrenouridae) (Muñoz et al. 2001).

Crustáceos copépodos y cladóceros

Como se mencionó anteriormente, estos son pequeños organismos fundamentales en el zooplancton lacustre, en algunos casos denominados "pulgas de agua". Los copépodos se caracterizan por poseer el cuerpo dividido en dos regiones, siendo la región anterior (cefalotórax) típicamente alargada, con un ojo naupliano y los apéndices. Se reconocen tres grupos principales: Calanoidea (fundamentalmente planctónicos), Harpacticoidea (generalmente litorales microbentónicos) y Cyclopoidea (litorales y sólo unas pocas son típicamente limnéticas). En contraste, los cladóceros son organismos típicamente planctónicos que se caracterizan por poseer un caparazón bivalvo y delgado (que no recubre la cabeza), además de un abdomen reducido.

El conocimiento del zooplancton de los ecosistemas lacustres chilenos ha progresado significativamente en las últimas décadas, especialmente gracias a las investigaciones realizadas por L. Zúñiga, L. Villalobos y S. Woelfl. Una completa síntesis de este grupo de organismos ha sido realizada por Villalobos (2005), en la cual se basa fundamentalmente la presente discusión. Según esta autora, Chile se caracteriza por presentar marcados gradientes latitudinales y altitudinales. En estos gradientes es posible encontrar diferentes tipos de ecosistemas lénticos (lagos, lagunas y charcas), cuya diversidad ambiental se ve claramente reflejada en la composición de especies de crustáceos zooplanctónicos. Se pueden reconocer cinco zonas: a) norte de Chile: corresponde a lagos y lagunas localizadas en el altiplano chileno-peruano, donde es posible registrar especies endémicas, del género *Daphnia* o *Boeckella*, entre otras; b) Chile central: reúne a una serie de cuerpos acuáticos de baja altura y escasa profundidad. Esta zona se caracteriza por la presencia de *Diaptomus diabolicus* (sinónima de *Tumeodiaptomus vivianae*). En esta latitud se encuentran también lagos de alta montaña de mayor profundidad. Estos se caracterizan por la presencia de especies del género *Boeckella*, de los cuales existen escasos registros y estudios taxonómicos; c) centro-sur de Chile: incluye a los denominados "lagos nahuelbutanos" (regiones VIII y IX), cuya fauna zooplanctónica está recién comenzando a estudiarse; d) sur de Chile: corresponde a los "lagos araucanos" o "norpatagónicos", que constituyen los ecosistemas lacustres más estudiados en Chile; e) Patagonia chilena: incluye a los lagos de la región magallánica, que presentan una elevada diversidad de especies, destacando los del área de Torres del Paine, caracterizada por su elevado endemismo.

El zooplancton dulceacuícola chileno está integrado por 53 especies de Cladocera y 73 de Copepoda (ver tabla 1). Cladocera incluye a seis familias, dentro de las cuales Daphnidae y Chydoridae son las más diversas con 15 y 25 especies, respectivamente. Los Copepoda están integrados por 20 especies de Calanoidea, 22 de Cyclopoidea y 49 de Harpacticoidea. Las familias más diversas son Cyclopidae y Canthocamptidae, con 22 y 48 especies, respectivamente. Dentro de estos grupos taxonómicos, los menos estudiados son los Harpacticoidea y los Cladocera de ambientes litorales (por ejemplo, Chidoridae).

Entre los copépodos Calanoidea, el género *Boeckella* se encuentra comúnmente distribuido en el hemisferio sur, en aguas continentales dulces y salinas. *Boeckella gracilipes* es una de las especies de más amplia distribución geográfica en Sudamérica. Su presencia se registra desde el Ecuador (lago Mojanda) hasta Tierra del Fuego, aunque presenta poblaciones morfológicamente diferenciadas, probablemente asociadas a la temperatura. Entre los copépodos Calanoidea también destaca la especie endémica del extremo sur de Sudamérica *Parabroteas farsi*. Este es un copépodo depredador, que se encuentra ampliamente distribuido en la Patagonia chileno-argentina y que se caracteriza por su gran tamaño, llegando a medir hasta 8 mm, tamaño que lo sitúa como el copépodo de mayor talla en el mundo. Con respecto a Cladocera, se han registrado seis especies de *Daphnia* (*D. pulex*, *D. peruviana*, *D. obtusa*, *D. ambigua*, *D. sarsi* y *D. commutata*). De ellas, *D. pulex* y *D. obtusa* presentan una distribución cosmopolita. En Chile su presencia se registra de norte a sur y de costa a cordillera, y representan excelentes indicadores de calidad de agua y con grandes potencialidades para ser empleadas en ensayos de toxicidad realizados en laboratorio.

Crustáceos malacostracos

Los malacostracos presentes en los ecosistemas dulceacuícolas chilenos están integrados por representantes de los órdenes Decapoda, Amphipoda e Isopoda. Los Decapoda (pancoras, cangrejos, camarones) son crustáceos de relativamente gran tamaño (de entre 10 y 200 mm), que se

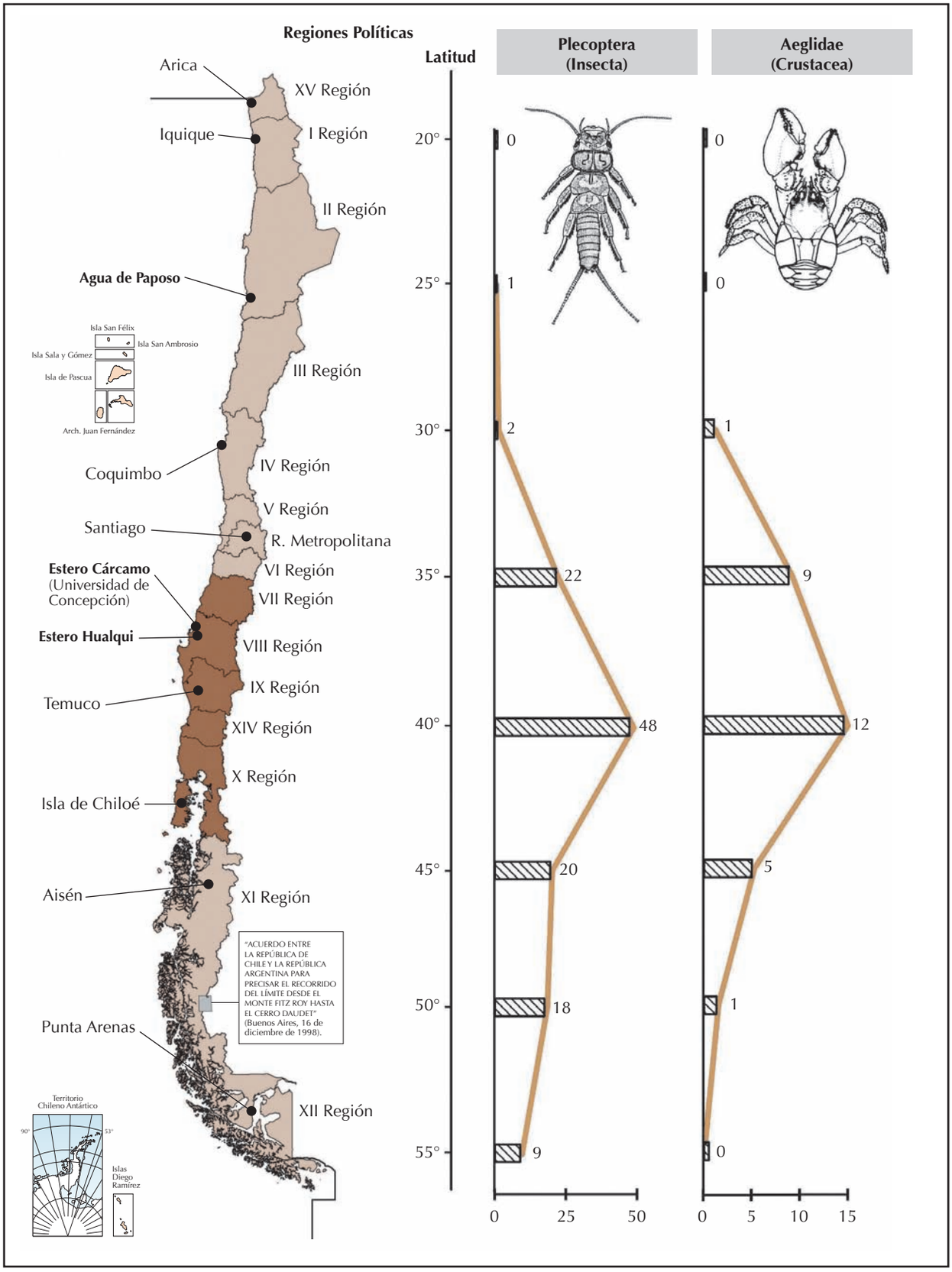


***Figura 3*. Mapa de Chile que muestra el *hotspot* de biodiversidad de invertebrados bentónicos dulceacuícolas (territorio coloreado), localizado aproximadamente entre los 35ºS (VII Región) y los 43ºS (XI Región). Las localidades indicadas en café corresponden a áreas críticas en las cuales se encuentran especies invertebrados extintas en la naturaleza (el crustáceo *Aegla expansa* en el estero Hualqui) o al borde de la extinción el caracol del desierto (*Chilina angusta*) en la aguada de Paposo, y el cangrejo tigre (*Aegla concepcionensis*) en el estero Cárcamo, al interior del Campus de la Universidad de Concepción. En los dos gráficos de la derecha se muestran como ejemplo los patrones latitudinales de diversidad de Plecoptera (Insecta) y Aeglidae (Crustacea).**

caracterizan por tener cinco pares de patas locomotoras, de las cuales el primer par está dotado de pinzas. En contraste, Amphipoda (pulgas de agua) e Isopoda (chanchitos de agua) son de pequeño tamaño (inferiores a 10 mm), poseen numerosos apéndices locomotores, carecen de pinzas y no presentan el abdomen claramente diferenciado del tórax. Ambos grupos presentan el cuerpo alargado; sin embargo, son fácilmente reconocibles debido a que el primero posee el cuerpo fuertemente aplastado (comprimido) lateralmente, mientras que el segundo tiene el cuerpo aplastado dorso-ventralmente (deprimido).

Los malacostracos son un grupo de particular relevancia en los ecosistemas dulceacuícolas, por tratarse de componentes fundamentales en la dieta de grandes peces y aves acuáticas, y por la gran importancia comercial que poseen las diferentes especies de camarones de las familias Palaemonidae y Parastacidae. Es el único en el cual existen evidencias de extinción de especies.

El conocimiento de los crustáceos Malacostraca en los ecosistemas dulceacuícolas chilenos ha progresado notablemente en las últimas décadas, especialmente por las contribuciones realizadas por E. González (Amphipoda), C. Jara (Decapoda Aeglidae), J. Meruane (Decapoda Palaemonidae) y E. Rudolph (Parastacidae). Una extensa discusión de este grupo de organismos ha sido realizada por Jara et al. (2005) y Jara (2005), en la cual se basa la presente síntesis. De acuerdo a estos autores, los decápodos dulceacuícolas chilenos constituyen el grupo más numeroso de Malacostraca, integrado por camarones de las familias Palaemonidae (1 especie) y Parastacidae (4 especies) (véase la figura 1 (27)), más cangrejos anomuros de la familia Aeglidae (18 especies y 2 subespecies) (véase la figura 1 (26)). Los peracáridos están representados por 7 especies de Amphipoda del género *Hyallela*, mientras que sólo una especie de *Isopoda* ha sido reconocida (*Heterias (Fritzianira) exul*). De esta manera, según Jara y otros (2005), la fauna de malacostráceos limnéticos en Chile está así constituida por 35 taxa, es decir, 33 especies y 2 subespecies (véase la tabla 1).

Como señalan Jara y otros (2005), el rango geográfico ocupado por los Malacostraca dulceacuícolas chilenos abarca prácticamente la totalidad del territorio continental en su extensión latitudinal y altitudinal. Sin embargo, en este rango no participan todos los grupos taxonómicos ni la distribución de sus especies es continua. Por el contrario, la mayor parte de las especies tiene distribución más o menos discontinua, relacionada, por una parte, con la natural discontinuidad de las cuencas hidrográficas y, por otra, con el mosaico de hábitat que se encuentra en cada cuenca.

El conjunto de mayor amplitud geográfica lo constituyen los anfípodos del género *Hyalella*, que abarcan desde Guallatire (Tarapacá) hasta Punta Arenas (Magallanes). En este rango latitudinal, las siete especies de *Hyalella* se escalonan en sentido norte-sur, con rangos individuales muy disímiles en extensión. La especie de distribución más extensa es *H. costera*, de la cual existe registro en sitios tan alejados como Quebrada de Paposo (Antofagasta) e Isla Teja (Valdivia). Una situación similar, de límites muy alejados marcada por poblaciones discontinuas, es el de *Cryphiops caementarius* (camarón de río del norte), registrado entre Arica y Valparaíso. De las especies de camarones Parastacidae, la que tiene el rango más amplio es *Samastacus spinifrons* (camarón de río del sur), distribuido sin interrupción entre Aconcagua y Chiloé. Según Jara y otros (2005), su presencia en las islas al sur de Chiloé, hasta Taitao, no está documentada en detalle, pero puede presumirse que se encuentra en al menos las islas mayores de los archipiélagos de las Guaitecas y de los Chonos. Las restantes especies de parastácidos, de hábito cavador, asociadas a humedales del valle central y cordillera de la Costa, tienen distribuciones delimitadas y alopátricas, como es el caso de *Parastacus pugnax* al norte del río Toltén y *Parastacus nicoleti* al sur del mismo río. La distribución conocida de *Virilastacus araucanius* es claramente discontinua, entre Concepción y Hueyusca (cerca de Osorno).

Entre las especies de Aeglidae, destaca *Aegla pewenchae* como la especie de rango latitudinal más amplio, seguida por *Aegla papudo*. El resto de las especies tiene rangos latitudinales que involucran una o dos regiones, pero algunas, como *Aegla expansa* y *Aegla concepcionensis*, en la VIII Región, están restringidas a una sola cuenca hidrográfica.

De acuerdo a los antecedentes disponibles, la mayor densidad de taxa de crustáceos Malacostraca ocurre entre las regiones VIII y X, siendo esta última la que alberga el mayor número de especies (véase la figura 3).

Jara y otros (2005) señalan que todas las especies de parastácidos, 16 de las 18 especies de *Aegla* y 3 de las 7 especies de *Hyalella* se encuentran exclusivamente en territorio chileno. *Aegla affinis* y *Aegla neuquensis* se encuentran en situación extralimital en Chile. La primera, en la laguna del Maule, introducida por pescadores aficionados argentinos desde la cuenca del Río Grande (en el sur de la provincia de Mendoza), y la segunda, por motivos desconocidos, en el curso superior de la cuenca del río Mañiguales (Aisén). Por otra parte, las especies chilenas son por lo general endémicas de sectores restringidos del territorio nacional. Aparte del exiguo rango distribucional de *Aegla concepcionensis* y *Aegla expansa* —esta última considerada extinta en la naturaleza— que las califica como especies extremadamente endémicas, existen otros casos en que una especie se conoce sólo de una cuenca o de algunas cuencas aledañas entre sí. Tal es el caso de *Aegla spectabilis* en la cuenca del río Chol Chol (IX Región) y de *Aegla bahamondei* y *Aegla occidentalis* en las cuencas contiguas de los ríos Tucapel-Paicaví y Lleu Lleu, en la franja costera de la VIII Región. En la ladera occidental de la cordillera de la Costa, al sur de Corral y hasta la boca del río Bueno, se encuentra *Aegla hueicollensis* repartida en una serie de pequeñas cuencas individuales aisladas entre sí. La situación de las especies de *Parastacus pugnax* y *Parastacus nicoleti*), especies cavadoras asociadas a los humedales costeros y de la Depresión Intermedia al norte de Temuco, es de endemismo en sus respectivas áreas de dispersión, separadas por la cuenca del río Toltén.

El estado de conservación de las especies de invertebrados dulceacuícolas chilenos ha sido establecida sólo para los camarones y cangrejos anomuros (Bahamonde y otros, 1998), sobre la base de criterios de *The World Conservation*

Union, UICN (1982), y de la opinión de expertos. Recientemente Pérez-Losada y otros (2002) recalificaron la situación de las especies chilenas de *Aegla*, apoyándose en argumentos filogenéticos y de diversidad genética combinados con los criterios propuestos por UICN 2001. Todavía no ha sido calificada la situación de las especies de peracáridos, al igual que de la mayor parte de los otros grupos invertebrados dulceacuícolas chilenos.

Bahamonde et al. (1998) determinaron que 3 de las 4 especies de parastácidos (*P. pugnax*, *P. nicoleti* y *S. spinifrons*) están en situación "vulnerable" en buena parte o en la totalidad de su rango geográfico. La situación de *Cryphiops caementarius* es reconocida como en "peligro de extinción" en las regiones V y Metropolitana y "vulnerable" en el resto de su rango geográfico. La situación de las especies de *Aegla,* según Bahamonde y otros (1998), es menos comprometida, aunque reconocen que *Aegla laevis laevis* y *Aegla papudo* se encuentran en "peligro de extinción" en las regiones V y Metropolitana. Califican, además, a *Aegla laevis talcahuano* como "vulnerable" en todo su rango de distribución. Las restantes especies de *Aegla* son calificadas como "insuficientemente conocidas" o como "fuera de peligro". Las conclusiones derivadas del trabajo de Pérez-Losada y otros (2002) suscriben sólo en parte las calificaciones anteriores, estableciendo que *Aegla concepcionensis* y *Aegla expansa* se encuentran "extintas en la naturaleza" y que *Aegla papudo*, *Aegla laevis laevis* y *Aegla spectabilis* se encuentran "críticamente amenazadas".

De los crustáceos de aguas subterráneas chilenas, es relativamente poco lo que se conoce. Noodt (1969) ha hecho una síntesis para el continente sudamericano, indicando que grupos tales como Amphipoda (por ejemplo, *Ingolfiella, Bogidiella*) y varios Isopoda (entre otros, *Microcerberus*), se encuentran preferentemente en el área chileno-argentina, descrita previamente. También existen grupos de Syncarida, como Leptobathynella, Chilibathynella, Parabathynella, Bathynella y Stygocaria, registrados a lo largo de nuestro país (Noodt, 1969).

Insectos

Los estados larvales de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, como consumidores primarios, son un componente relevante de la fauna bentónica dulceacuícola, tanto en abundancia como en biomasa. Estos procesan una cantidad importante de microalgas perifíticas y materia orgánica (autóctona y alóctona), ya sea triturando las partículas grandes o filtrando las pequeñas. Asimismo, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos depredadores terrestres, como arañas, insectos, aves insectívoras y murciélagos, consumen una gran cantidad de adultos durante los períodos de emergencia, vuelo nupcial y ovoposición. Estos insectos acuáticos son unos de los más importantes en las redes tróficas de ríos, ya que tanto los desoves como las larvas y adultos son parte fundamental de la dieta de los peces y anfibios, o intervienen en algunos de las etapas que terminan en ellos. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas. En particular, los Plecoptera, al habitar preferentemente en aguas rápidas, turbulentas, frías y altamente oxigenadas, se consideran excelentes indicadores de calidad de agua.

El conocimiento de insectos de los ecosistemas dulceacuícolas chilenos ha progresado significativamente en las últimas décadas, particularmente por las contribuciones realizadas por A. Camousseight, E. Domínguez, M. Hubbard y M. Pescador, en Ephemeroptera; por A. Camousseight, A. Vera y M. Mercado, en Plecoptera, por F. Rojas, O. Flint y R. Holzenthal, en Trichoptera, y por V. Jerez y J. Moroni, en Coleoptera. Si bien es relativamente fácil la identificación de las familias y géneros de estos invertebrados, gracias a la existencia de valiosas guías de identificación —como por ejemplo la "Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos" (Fernández y Domínguez, 2001)—, la identificación a nivel de especies de muchos géneros es difícil y en algunos casos todavía imposible.

Efemerópteros. Estos son organismos de cuerpo alargado cuyos estados adultos poseen alas de nervación reticulada (moscas de mayo o "efímeras"). El primer par de alas es mayor que el segundo, y cuando están en reposo, las alas quedan en posición vertical. Tanto los estados adultos aéreos como los estados ninfales acuáticos se reconocen por la presencia de tres (o dos) apéndices caudales filiformes (figura 1 (22-25)). A nivel mundial, este es un grupo más bien pequeño en cuanto al número de especies. Sin embargo, son conspicuos componentes del bentos dulceacuícola en sus etapas inmaduras. De la misma manera, por ser considerados probablemente los insectos alados más primitivos, han sido objeto de numerosos estudios.

Un estudio acerca de este grupo de organismos ha sido realizado por Camousseight (2005), en el cual se basa la presente síntesis. De acuerdo a este autor, en Chile existen descritas un total de 57 especies, pertenecientes a siete familias (véase la tabla 1). La familia más diversa es Leptophlebiidae, con 36 especies pertenecientes a 15 géneros. De los 25 géneros existentes en Chile, los géneros *Meridialaris*, *Nousia* y *Penaphlebia* son los más diversos, con 7 y 6 especies, respectivamente. Uno de los problemas que tiene la identificación de los estados acuáticos de Ephemeroptera es que la mayor parte de las descripciones se basa en los caracteres diagnósticos de los adultos. Como señala Camousseight (2005), sólo un 40 por ciento de las especies han sido descritas a nivel de adultos y ninfas, el 12 por ciento sólo por las ninfas y 47 por ciento sólo por los adultos machos y/o hembras. Desde un punto de vista de su endemicidad en el territorio chileno, el



Odonata Coenagrionidae: *Ischmura fluviatillis*.
Foto: Alejandro Vera.

56 por ciento de las especies serían exclusivas del territorio nacional, el 33 por ciento compartidas con Argentina y el 11 por ciento de ellas presentan una distribución más amplia. A continuación se adjuntan comentarios específicos para cada familia, basados en el autor citado previamente: a) Baetidae: a sólo tres de sus géneros, y 3 de las 9 especies son posibles de identificar por sus ninfas (*Americabaetis alphus, Andesiops peruvianus* y *Deceptiviosa ardua*); b) Oniscigastridae: de las 2 especies de este grupo, sólo a *Siphlonella ventilans* se le conoce la ninfa. A esta especie se le conoce el macho imago y subimago pero no la hembra; c) Nesameletidae: se conoce sólo la ninfa de *Metamonius anceps*; d) Ameletopsidae: a sólo uno de los dos géneros de esta familia se conocen las ninfas: *Chiloporter eatoni* y *Chiloporter penai*. Chaquihua, el otro género de esta interesante familia gondwánica, caracterizado por poseer ninfas carnívoras, es prácticamente conocido sólo por sus imagos hembras; e) Oligoneuriidae: se conoce la ninfa de *Murphyella needhami,* la cual es muy curiosa debido a la ausencia de branquias abdominales; f) Caenidae: esta familia posee especies no estudiadas en cuanto a ninfas e incluso no identificables a nivel de imagos; g) Leptophlebiidae: de las 36 especies descritas para Chile, 14 se podrían reconocer por algunos de sus adultos, 17 por los adultos y/o las ninfas y sólo cinco son conocidas sólo por las ninfas (*Hapsiphlebia anastomosis*, *Massartellopsis irarrazavali*, *Nousia delicata*, *Nousia grandis*, *Nousia maculata, Nousia minor*, *Meridialaris biobionica*, *Meridialaris diguillina, Meridialaris laminata, Penaphlebia chilensis*, *Penaphlebia fulvipes* y *Penaphlebia vinosa)*.

Plecópteros. Los estados adultos de estos organismos poseen largas antenas y dos pares de alas membranosas, por lo general bien desarrolladas. Tanto los estados adultos aéreos como los estados ninfales acuáticos se reconocen por la presencia de dos apéndices caudales (cercos), los cuales son multisegmentados y de longitud variable (véase la figura 1 (1-5)). En nuestro país, hay plecópteros que pueden vivir en ambientes extremos de temperatura. Por ejemplo, se ha observado que el dragón de la Patagonia puede habitar en áreas de glaciares, donde las temperaturas pueden llegar al punto de congelación.

Una síntesis de este grupo taxonómico ha sido efectuada por Vera y Camousseight (2005), en la cual se basa el presente estudio. De acuerdo a estos autores, en Chile se conoce un total de 63 especies pertenecientes a seis familias. Gripopterygidae corresponde a la familia más diversa, con 28 especies incluidas en 18 géneros. Al igual que la mayor parte de los invertebrados dulceacuícolas de Chile, la máxima diversidad de especies de plecópteros se localiza en el centro-sur de Chile (véase la figura 3).

En general la mayor parte de los géneros de plecópteros incluyen no más de 2 especies, a excepción de *Diamphipnoa, Chilenoperla* y *Teutoperla*, que poseen 3 especies. Desde un punto de vista de su endemicidad en el territorio chileno, éste alcanza un 57 por ciento de las especies. A continuación se

***Tabla 1*. Visión sinóptica de las familias y géneros de macroinvertebrados dulceacuícolas más conocidos en Chile. Entre paréntesis se indica el número de especies de cada género (Tabla basada en datos de Camousseight, 2005; Jara et al. 2005; Jerez y Moroni, 2005; Orellana, 2005; Parada y Peredo, 2005; Rojas, 2005; Valdovinos, 2005; Vera y Camousseight, 2005; Villalobos, 2005).**

Moluscos

Clase Bivalvia (almejas – 13 especies)
- Orden Paleoheterodonta
  - Familia Hyriidae (*Diplodon* 2)
  - Familia Sphaeriidae (*Pisidium* 7, *Sphaerium* 2, *Musculium* 2)

Clase Gastropoda (caracoles y lapas – 73 especies)
- Orden Mesogastropoda
  - Familia Hidrobiidae – (Figura 1 (18); *Potamolithus* 1, *Littoridina* 21)
- Orden Basommatophora
  - Familia Chilinidae – (Figura 1 (16); *Chilina* 30)
  - Familia Physidae (*Physa* 4)
  - Familia Lymnaeidae (*Lymnaea* 5)
  - Familia Planorbidae (*Biomphalaria* 7)
  - Familia Ancylidae (Figura 1 (17); *Anisancylus* 1, *Uncancylus* 3)

Crustáceos

Clase Branchiopoda (pulgas de agua – 53 especies)
- Orden Cladocera
  - Familia Daphnidae (*Daphnia* 7, *Scapholeberis* 2, *Simocaphalus* 4, *Ceriodaphnia* 2)
  - Familia Sididae (*Diahanosoma* 1, *Latonopsis* 1)
  - Familia Moinidae (*Moina* 1)
  - Familia Bosminidae (*Bosmina* 2, *Eubosmina* 1)
  - Familia Macrothricidae (*Macrothrix* 4, *Echinisca* 1, *Cactus* 1, *Streblocerus* 1)
  - Familia Chydoridae (*Camptocercus* 3, *Alona* 6, *Leydigia* 1, *Alonella* 2, *Pleuroxus* 5, *Chydorus* 4, *Ephemeropus* 1, *Dunhevidia* 1, *Biapertura* 2)

Clase Copepoda (copépodos – 73 especies)
- Orden Calanoidea
  - Familia Boeckellidae (*Boeckella* 17)
  - Familia Centropagidae (*Parabroteas* 1)
  - Familia Diaptomidae (*Tumeodiaptomus* 2)
- Orden Cyclopoidea
  - Familia Cyclopidae (*Acanthocyclops* 3, *Diacyclops* 2, *Metacyclops* 1, *Mesocyclops* 2, *Microcyclops* 2, *Tropocyclops* 1, *Eucyclops* 7, *Macrocyclop*s 1, *Paracyclops* 3)
- Orden Harpacticoidea
  - Familia Harpacticidae (*Tigriopus* 1)
  - Familia Canthocamptidae (*Attheyella* 33, *Lofflerella* 5, *Antarctobius* 8, *Moraria* 2)

Clase Malacostraca (cangrejos, camarones, pulgas y chanchitos de agua – 32 especies)

Orden Decapoda
Familia Palaemonidae (*Cryphiops* 1)
Familia Parastacidae (Figura 1 (27); *Parastacus* 2, *Samastacus* 1, *Virilastacus* 1)
Familia Aeglidae (Figura 1 (26); *Aegla* 19)
Orden Amphipoda (7 especies)
Familia Hyalellidae (*Hyalella* 7)
Orden Isopoda (1 especie)
Familia Janiridae (*Heterias* 1)

Insectos

Orden Ephemeroptera (moscas de mayo o efímera - 57 especies)
Familia Baetidae (*Americabaetis* 2, *Andesiops* 1, *Callibaetis* 3, *Deceptiviosa* 3)
Familia Oniscigastridae (*Siphlonella* 2)
Familia Nesameletidae (*Metamonius* 2)
Familia Ameletopsidae (Figura 1 (23); *Chiloporter* 2, *Chaquihua* 2)
Familia Oligoneuriidae (*Murphyella* 1)
Familia Caenidae (*Caenis* 3)
Familia Leptophlebiidae (Figura 1 (24); *Archethraulodes* 1, *Atalophlebia* 7, *Atalophlebioides* 1, *Dactylophlebia* 1, *Demoulinellus* 1, *Gonserellus* 1, *Hapsiphlebia* 1, *Magallanella* 1, *Massartellopsis* 1, *Meridialaris* 7, *Nousia* 6, *Penaphlebia* 5, *Rhigotopus* 1, *Secochela* 1, *Thraulodes* 1)
Orden Plecoptera (moscas de las piedras - 63 especies)
Familia Eustheniidae (Figura 1 (2); *Neuroperlopsis* 1, *Neuroperla* 1)
Familia Diamphipnoidae (*Diamphipnoa 3, Diamphipnopsis 2)*
Familia Austroperlidae (Figura 1 (3); *Andesobius* 1, *Klapopteryx* 2, *Penturoperla* 1)
Familia Gripopterygidae (Figura 1 (1); *Andiperla* 1, *Andiperlodes* 1, *Antarctoperla* 2, *Araucanioperla* 2, *Aubertoperla* 2, *Ceratoperla* 2, *Chilenoperla 3, Claudioperla* 1, *Limnoperla* 1, *Megandiperla* 1, *Notoperla* 2, *Notoperlopsis* 1, *Pelurgoperla* 1, *Plegoperla* 2, *Potamoperla* 1, *Rhitroperla* 2, *Senzilloides* 1, *Teutoperla* 3)
Familia Notonemouridae (Figura 1 (4); *Austronemoura* 9, *Neofulla* 3, *Neonemoura* 2, *Udamocercia* 3)
Familia Perlidae (Figura 1 (5); *Inconeuria* 1, *Kempnyella* 2, *Nigroperla* 1, *Pictetoperla* 2)
Orden Trichoptera (frigáneas o polillas de agua - 215 especies)
Familia Hydrobiosidae (*Amphichorema* 3, *Androchorema* 1, *Apatanodes* 2, *Australobiosis* 2, *Cailloma* 3, *Clavichorema* 7, *Heterochorema* 1, *Iguazu* 1, *Isochorema* 2, *Metachorema* 2, *Microchorema* 4, *Neoatopsyche* 5, *Neochorema* 4, *Neopsilochorema* 1, *Nolganema* 1, *Parachorema* 1, *Pomphochorema* 1, *Pseudoradema* 1, *Rheochorema* 4, *Stenochorema* 1)
Familia Glossosomatidae (*Mastigoptila* 7, *Scotiotrichia* 1, *Tolhuaca* 1)
Familia Hydroptilidae (Figura 1 (7); *Hydroptila* 1, *Oxyethira* 4, *Celaenotrichia* 1, *Neotrichia* 1, *Metrichia* 5, *Nothotrichia* 2)
Familia Philopotamidae (*Dolophilodes* 20)
Familia Stenopsychidae (*Pseudostenopsichidae* 3)
Familia Hydropsychidae (Figura 1 (6); *Smicridea* 15)
Familia Ecnomidae (*Austrotinodes* 12, *Chilocentropus* 1)
Familia Polycentropodidae (*Polycentropus* 7)
Familia Limnephilidae (*Austrocosmoecus* 1, *Metacosmoecus* 1, *Monocosmoecus* 5, *Platycosmoecus* 1, *Verger* 19)
Familia Calamoceratidae (*Phylloicus* 1)
Familia Kokiriidae (*Pangullia* 1)
Familia Leptoceridae (*Hudsonema* 1, *Triplectides* 3, *Nectopsyche* 2, *Brachysetodes* 10)
Familia Phylorheithridae (*Mystacopsyche* 2, *Psylopsiche* 3)
Familia Anomalopsychidae (*Anomalopsyche* 1, *Contulma* 1)
Familia Helicophidae (*Alloecentrelodes* 2, *Austrocentrus* 3, *Eosericostoma* 2, *Microthremma* 7, *Pseudosericostoma* 1)
Familia Helicopsychidae (Figura 1 (8); *Helicopsyche* 2)
Familia Sericostomatidae (*Chiloecia* 1, *Myotrichia* 1, *Notidobiella* 3)
Familia Sericostomatidae (*Parasericostoma* 10)
Familia Tasimiidae (*Charadropsyche* 1, *Trichovespula* 1)
Orden Coleoptera (escarabajos - 98 especies)
Familia Gyrinidae (Figura 1 (20); *Andogyrus* 2, *Gyrinus* 2)
Familia Haliplidae (*Haliplus* 3)
Familia Dytiscidae (Figura 1 (19); *Rhantus* 4, *Lancetes* 14, *Leuronectes* 2, *Anisomeria* 1, *Megadytes* 2, *Laccophilus* 2, *Liodessus* 4, *Laccornellus* 1, *Platynectes* 1, *Desmopachria* 1, *Agabus* 1)
Familia Hydrophilidae (*Andotypus* 1, *Dactylosternum* 1, *Cylorygmus* 2, *Stethoxus* 2, *Cercyon* 2, *Dibolocelus* 2, *Enochrus* 5, *Chaetarthria* 1, *Tropisternus* 1, *Hydrochus* 1, *Berosus* 3, *Hemiosus* 2, *Anticuar* 1, *Paracymus* 3)
Familia Hydraenidae (*Ochtheosus* 2, *Gymnochthebius* 7, *Hydraenida* 5)
Familia Elmidae (*Mycrocylloepus* 1, *Macrelmis* 1, *Austrolimnius* 2, *Austrelmis* 8, *Stenelmis* 1, *Neoelmis* 1, *Hydora* 2)
Familia Psephenidae (Figura 1 (21); *Tychepsephus* 1, *Ectopria* 1, *Eubrianax* 1)

Briozoos

Orden Plumatellida (biozoos – 6 especies)
Familia Fredericellidae (*Fredericella* 1)
Familia Plumatellidae (*Plumatella* 5)

señalan comentarios específicos para cada familia, basados en los autores previamente citados. a) Eustheniidae: posee ninfas depredadoras presentes sólo en Oceanía y Chile, estando representada en Chile por dos géneros monoespecíficos exclusivos de nuestro país (*Neuroperlopsis* y *Neuroperla*); b) Diamphipnoidae: esta familia de ninfas detritívoras habita exclusivamente en Sudamérica. De las 5 especies chilenas, sólo *Diamphipnoa helgae* se encuentra también en Argentina; c) Austroperlidae: esta familia posee ninfas detritívoras, cuyos representantes se encuentran en Sudamérica y Australia. De las 4 especies chilenas, sólo *Klapopteryx armillata* habita también en Argentina; d) Gripopterigydae: esta es la familia de plecópteros más diversificada en Chile. Posee ninfas mayoritariamente detritívoras, distribuida en Sudamérica, Australia y Nueva Zelanda (véase la figura 2). Como señalan Vera y Camousseight (2005), a pesar de ser una familia bastante estudiada, persiste un 55 por ciento de las especies con ninfas desconocidas o únicamente descritas, pero sólo asignadas a géneros. Es notable el caso de *Araucanioperla*, del cual se conocen 2 especies en base a imagos y tres ninfas diferentes no asignadas a ninguna de ellas. En esta familia se ubica la única especie compartida con Perú y Bolivia, *Claudioperla tigrina*; e) Notonemouridae: esta familia se distribuye en Sudáfrica, Madagascar, Australia, Nueva Zelanda y Sudamérica (véase la figura 2), y en Chile es la segunda en importancia con 16 especies, pero su dieta es desconocida. Según los autores previamente citados, en general, los estados inmaduros sólo permiten reconocer los géneros; f) Perlidae: posee ninfas depredadoras, representadas en Chile por 5 especies.

Tricópteros. Corresponden a insectos de cuerpo blando, cuyas fases adultas aéreas poseen dos pares de alas membranosas peludas poco desarrolladas (frigáneas o "polillas de agua"). Las larvas son acuáticas (véase la figura 1 (6-7)) y construyen "casitas" de diversos materiales orgánicos (por ejemplo, fragmentos de hojas y leños) e inorgánicos (granos de arena, entre otros) (véase la figura 1 (8)), dependiendo del grupo taxonómico que se trate.

Un amplio estudio acerca de este grupo de organismos ha sido realizado por Rojas (2005), en el cual se basa la presente síntesis. De acuerdo a esta autora, en Chile existen descritas 214 especies, siendo la familia Hydrobiosidae la más diversificada, con 47 especies pertenecientes a 20 géneros. Sin embargo, es la familia Limnephilidae, por efecto de la talla de los individuos y de su abundancia, la que resulta casi emblemática, distribuida particularmente en los cursos de agua de los bosques patagónicos. Del total de especies descritas, mayoritariamente sobre la base de estados adultos, los estados inmaduros acuáticos sólo se conocen para 45 de ellas. Es decir, hasta el momento es posible identificar hasta nivel de especie sólo un 21 por ciento de las larvas acuáticas de Trichoptera.

A continuación, para cada familia, se presenta un resumen del número de especies por género a las cuales se les conocen los estados inmaduros acuáticos, en relación al total de especies (inmaduros acuáticos/ especies conocidas): a) Hydrobiosidae: *Apatanodes* 1/2, *Cailloma* 3/3, *Iguazu* 1/1, *Neoatopsyche* 5/5 *Neopsilochorema* 1/1, *Rheochorema* 4/4 y *Stenochorema* 1/1; b) Glossosomatidae: *Mastigoptila* 1/7; c) Hydroptilidae: *Celaenotrichia* 1/1, *Neotrichia* 1/1 y *Metrichia* 1/5; d) Ecnomidae: *Austrotinodes* 1/12; (d) Limnephilidae: *Austrocosmoecus* 1/1, *Metacosmoecus* 1/1, *Monocosmoecus* 3/5, *Platycosmoecus* 1/1 y *Verger* 6/19; d) Leptoceridae: *Hudsonema* 1/1 y *Triplectides* 1/3; e) Anomalopsychidae: *Anomalopsyche* 1/1 y *Contulma* 1/1; f) Helicophidae: *Austrocentrus* 1/3 y *Eosericostoma* 1/2; g) Sericostomatidae: *Parasericostoma* 2/10; h) Tasimiidae: *Charadropsyche* 1/1 y *Trichovespula* 1/1.

En Chile, la distribución geográfica conocida de los Trichoptera va desde la IV a la XII Región, limitada hacia el norte por la aridez, aunque se conocen intrusiones desde la subregión brasilera, como especies de la familia Hydroptilidae en el río Loa. La mayor diversidad de especies está localizada desde la VIII a la X Región, prevaleciendo la Región del Biobío, con un porcentaje que supera a la mitad de todas las especies registradas para Chile. Por otra parte, la condición fundamentalmente endémica de las especies, sumada al hecho de que un grupo de géneros ha resultado incluido en familias exclusivas del área australozelandesa (Helicophidae, Tasimiidae, Kokiriridae, Philorheithridae) y australoasiática (Stenopsychidae), ha proporcionado el fundamento para distinguir y caracterizar a la subregión chileno-patagónica dentro del área neotropical. Debido a que tal distinción rebasa las delimitaciones políticas de territorio, tal endemismo no impide que compartamos especies con Argentina. Solamente Helicophidae ha presentado una importante diversificación de géneros (5) y especies (15), entre las familias a las que se les ha asignado un origen gondwánico.

Coleópteros. Los adultos de vida acuática o aérea se caracterizan por la presencia de dos pares de alas, de las cuales el par anterior se ha modificado como cubiertas protectoras sólidas (élitros), siendo el par posterior membranoso. Todos los cuerpos de aguas continentales chilenos constituyen hábitat favorables para los coleópteros acuáticos. Estos insectos, y principalmente el estado larvario, forman parte de la fauna de macroinvertebrados bentónicos, y participan en múltiples redes tróficas donde actúan como depredadores, detritívoros o herbívoros (véase la figura 1 (19-21)). Desde un punto de vista taxonómico, los coleópteros acuáticos constituyen un grupo heterogéneo que incluye taxa pertenecientes a distintos linajes de los subórdenes Adephaga y Polyphaga. Una síntesis de este grupo taxonómico ha sido efectuada por Jerez y Moroni (2005), sobre la cual se basa el presente estudio. De acuerdo a estos autores, en Chile se conoce un total de 98 especies pertenecientes a siete familias. En Chile están presentes tres familias de Hidradephaga, de las cuales Dytiscidae es la que presenta la mayor riqueza a nivel genérico y específico con 11 géneros y 34 especies. Gyrinidae, en

Página derecha: **En la zona centro-sur de Chile existe un *hotspot* de biodiverdidad de invertebrados de agua dulce, siendo reconocido como uno de los 25 más importantes a nivel mundial. Este *hotspot* se localiza aproximadamente entre la VII y la XI Región. Dadas las condiciones climáticas, geográficas e hidrológicas de este territorio, alberga gran cantidad de especies endémicas. En la foto Parque Nacional Huerquehue.** Foto: Renato Srepel.



cambio, está representada con dos géneros y 4 especies y Haliplidae con un género y 3 especies. En la tabla 1 se resume la taxonomía del grupo, con el número de especies conocidas. Se observa que entre los géneros de Dytiscidae, Lancetes es el más diversificado, con un total de 14 especies, seguido por Rhantus y Liodessus, con 4 especies cada uno. Los restantes géneros son monoespecíficos, salvo Laccophilus, Megadytes y Leuronectes, cada uno con 2 especies. Los Polyphaga están representados en Chile por cuatro familias, de las cuales Hydrophilidae es la más diversificada, con 13 géneros y 26 especies. La familia Elmidae presenta siete géneros, entre los que destaca Austrelmis, con 8 especies, y Austrolimnius, con 2 especies. Hydraenidae presenta sólo tres géneros, de los cuales *Gymnochyhebius* es el más diversificado, con 7 especies. Finalmente, la familia Psephenidae es la menos diversificada, con tres géneros monoespecíficos.

Según Jerez y Moroni (2005), desde un punto de vista biogeográfico, Chile no presenta familias endémicas de coleópteros acuáticos, a diferencia de otras regiones mediterráneas. Sin embargo, esta fauna muestra elementos sudamericanos de origen tropical y australiano. Es el caso del género *Tropisternus*, que está ampliamente distribuido en la región neotropical, y Lancetes, que presenta nexos con Australia, Nueva Zelanda y Tasmania, al igual que el género de Psephenidae Tychepsephus y Austrolimnius, taxa descrito como el género dominante de élmidos en aguas dulces y que se encuentra también en América Central y del Sur. Por otra parte, la mayor parte de los géneros están poco diversificados y muchos de ellos son monotípicos, situación relacionada principalmente con el aislamiento del territorio desde el Terciario.

Según los autores previamente citados, existen algunos taxa que tienen distribuciones geográficas restringidas, situación que daría lugar a considerar un cierto grado de endemismo. Es el caso de las siguientes especies: a) Hydrophilidae: *Enochrus concepcionensis* (Concepción y Biobío, y el Parque Nacional Puyehue); b) Dytiscidae: *Rhantus obscuricollis* (Aisén en Chile y Neuquén en Argentina), *Platynectes magellanicus* (Magallanes), *Rhantus antarcticus* (provincias de Concepción y Cautín), *Lancetes flavipes* (Magallanes), *Lancetes towianicus* (Magallanes) y *Lancetes kuscheli* (provincia de Antofagasta); c) Elmidae: *Microcylloepus chilensis* (Quebrada de Camarones en Tarapacá), *Austrelmis chilensis*, A. trivialis, *A. scissicollis* y *A. nyctelioides* (las tres de la provincia de Quillota) y *Austrelmis elegans* y *A. costulata* (Tumbre, provincia de Antofagasta). En el archipiélago Juan Fernández, la fauna de Dytiscidae estaría compuesta solamente por 3 especies, todas de la subfamilia Colymbetinae. De estas, *Lancetes bäckstromi y Anisomeria bistriata* son endémicas para la isla Robinson Crusoe (antiguamente conocida como Más a Tierra) y Alejandro Selkirk (Más Afuera). Para Isla de Pascua, se ha descrito como endémica a *Bidessus skottsbergi* y en la isla Mocha, *Rhantus signatus*.

A continuación se señalan comentarios generales para cada familia, basados en los autores previamente citados: a) Gyrinidae: las larvas y adultos son de hábitos acuáticos y depredadores, y frecuentan cuerpos de agua de escasa corriente; b) Haliplidae: su hábitat lo constituyen cuerpos de agua lénticos con abundantes algas filamentosas y plantas subacuáticas, y fondos ricos en detritus. Las larvas no son nadadoras y fragmentadoras de régimen fitófago. Los adultos se desplazan por el agua por movimientos alternados de las patas mesotorácicas; c) Dytiscidae: están presentes en todos los tipos de ecosistemas dulceacuícolas. Las larvas y adultos poseen hábitos acuáticos y carnívoros (los adultos presentan además una gran capacidad de vuelo). Se distribuyen a lo largo de todo Chile y en la zona central llegan hasta 2.300 msnm (también se encuentran en salares del norte de Chile); d) Hydrophilidae: adultos saprófagos (animales muertos y plantas en descomposición) y larvas depredadoras, de hábitos acuáticos o semiacuáticos. La especie *Tropisternus setiger* ha sido señalada como predadora de zancudos (Culicidae). Los adultos de la subfamilia Sphaeridiinae son los únicos que presentan hábitos terrestres; e) Hydraenidae: son insectos pequeños y no nadadores, por lo cual se desplazan caminando sobre rocas y algas en las riberas de cuerpos de agua o en los márgenes de corrientes de aguas claras y fondo arenoso. Algunas especies están asociadas a musgos y la mayoría se encuentran bajo bolones; f) Elmidae: son acuáticos, tanto en estado adulto como larvario, y se encuentran generalmente en fondos arenosos, gravosos o sumergidos entre la vegetación. Se alimentan de algas y detritus y también pueden alimentarse de microorganismos y pequeños invertebrados acuáticos; g) Psephenidae: larvas acuáticas que viven adheridas a bolones en sectores correntosos, que presentan un aspecto de crustáceos. Son habitantes típicos de zonas de ritrón que corresponden a sectores de alta pendiente, con altas velocidades de corrientes, temperaturas bajas y estables y altas concentraciones de oxígeno (por ejemplo, *Tychepsephus felix*).

Dípteros. Corresponden a insectos cuyas fases adultas aéreas poseen dos pares de alas simples (además de dos pares de alas vestigiales fuertemente modificadas). Muchos de los grupos de dípteros poseen fases inmaduras acuáticas, con una enorme variedad de formas y adaptaciones al medio acuático (véase la figura 1 (9-14)). Entre las familias más comunes en los ríos y lagos chilenos, destacan Chironomidae, Simuliidae, Athericidae, Blephariceridae (véase la figura 1 (9)), Ceratopogonidae, Empididae, Ephydridae, Psychodidae, Tabanidae, Culicidae y Tipulidae. Dentro de los dípteros, la familia Chironomidae merece especial atención por ser uno de los grupos de insectos más importantes en los ecosistemas acuáticos (véase la figura 1 (11)), y debido a su abundancia, riqueza de especies y su ancho espectro ecológico, se le encuentra en un rango de condiciones naturales mayor al de cualquier otro grupo de insectos. Si bien la información bibliográfica con la que se cuenta sugiere una gran diversidad taxonómica de este grupo en Chile, la dispersión de los estudios, la falta de especialistas en el país y la carencia de colecciones de referencia no permite presentar aquí un listado de los géneros y número de especies presentes en el territorio nacional. Como ejemplo de su gran diversidad, en un tramo de sólo 5 kilómetros del curso medio del río Biobío, se han observado 18 morfoespecies, pertenecientes a las subfamilias Orthocladinae, Podonominae, Chironominae, Tanyponidae. De estas, las familias Orthocladinae y Chironominae fueron las más representa-

das en cuanto a riqueza específica, con ocho y siete taxa respectivamente. Los géneros más comunes en esta área son *Cricotopus*, *Nanocladius*, *Thienemanniella*, *Pentaneura*, *Parasmittia, Dicrotendipes*, *Eukiefferiella*, *Cryptochironomus*, *Stictochironomus*, *Chironomus*, *Demycryptochironomus*, *Oliveridia* y *Parakiefferiella*.

A pesar de su gran diversidad, enorme abundancia y gran relevancia ecológica, estas pequeñas larvas acuáticas son uno de los grupos menos estudiados en Chile. Las larvas de este grupo de insectos juegan un rol ambientalmente importante, ya que son sensibles bioindicadores de condiciones del ecosistema acuático, tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto, nutrientes, además de una amplia gama de substancias tóxicas. Es importante señalar que los efectos de la contaminación en comunidades de quironómidos han sido ampliamente reportados en literatura, mostrando los taxa niveles diferentes de tolerancia a fuentes de contaminación específicas. Como consecuencia de las diferentes tolerancias a la eutroficación y al enriquecimiento orgánico de los sedimentos, los quironómidos son empleados para el estudio del nivel de trofía de los ecosistemas acuáticos. Más aún, se ha reportado el potencial uso de los quironómidos como indicadores de contaminación con metales pesados, basándose en el estudio de deformaciones de sus estructuras bucales o debido al incremento de la dominancia de grupos capaces de habitar ambientes con elevadas concentraciones de metales. Por otra parte, la preferencia de hábitat de los diferentes grupos de quironómidos puede proporcionar información sobre características ecohidráulicas particulares de un cuerpo acuático.

Por otra parte, los quironómidos han adquirido particular relevancia en las últimas décadas desde un punto de vista ecotoxicológico, ya que malformaciones producidas en las estructuras de la cápsula cefálica de las larvas —antenas y partes bucales, tales como mentón o língula, mandíbulas, premandíbulas y peine—, han sido asociadas a contaminación, lo que permite la cuantificación de los efectos subletales de los contaminantes mediante análisis de frecuencias de deformaciones. Dichas alteraciones morfológicas han sido observadas en los géneros *Procladius*, *Chironomus* y *Cryptochironomus*. Además, este grupo de insectos es de gran importancia en estudios paleolimnológicos, ya que las cápsulas cefálicas quitinosas de las larvas se preservan en los sedimentos lacustres, lo que permite su uso en reconstituciones paleoambientales. Por otra parte, este grupo ha tenido una gran relevancia en estudios de biogeografía, siendo empleados como elementos de referencia en relaciones faunísticas intercontinentales.

Otros órdenes de insectos comunes en ecosistemas dulceacuícolas chilenos. Existen otros tres órdenes de insectos que son frecuentes de encontrar en los ecosistemas dulceacuícolas chilenos, aunque con menos abundancia y diversidad que los descritos anteriormente. Estos son: a) Odonata (libélulas o "matapiojos"), representados fundamentalmente por las familias Aeshnidae, Calopterygidae, Gomphidae, Lestidae, Libellulidae, Coenagrionidae, Cordulidae y Petaluridae; b) Megaloptera (neurópteros), representados por las familias depredadoras Corydalidae (*Protochauliode*) y Sialidae (*Sialis*) (véase la figura 1 (28)); c) Hemiptera (chinches y "mulitas"), con las familias Corixidae (véase la figura 1 (15)), Belostomatidae, Notonectidae, Gerridae; y d) Lepidoptera (polillas) con la familia Pyralidae.

Moluscos

Este grupo está representado en Chile por diversas especies de las clases Bivalvia (choritos, almejas) y Gastropoda (caracoles, lapas), las cuales son muy comunes en los diferentes tipos de hábitat dulceacuícolas. El conocimiento de los moluscos de los ecosistemas dulceacuícolas chilenos ha progresado notablemente en los últimos años, especialmente por las contribuciones realizadas por E. Parada, S. Peredo, G. Lara y C. Ituarte, en Bivalvia; y por J. Stuardo, S. Letelier y C. Valdovinos, en Gastropoda.

Bivalvos

Estos organismos se caracterizan porque las partes blandas de su cuerpo (masa visceral y pie), están encerradas por dos valvas calcáreas conectadas dorsalmente por un ligamento flexible. Una completa revisión de este grupo de organismos ha sido realizada por Parada y Peredo (2005), en la cual se basa la presente síntesis. De acuerdo a estos autores, en Chile existen descritas 13 especies pertenecientes a dos familias y cuatro géneros. Numerosos estudios llevados a cabo han demostrado el importante rol que juegan en los ecosistemas que integran. Por ejemplo, las almejas de gran tamaño, conocidos en Chile generalmente como choritos de agua dulce (familia Hyriidae), debido a su alimentación por suspensión y por ser organismos de larga vida, pueden influir de manera importante la abundancia de las comunidades fitoplanctónicas, la calidad de las aguas y el reciclaje de nutrientes. Además, se ha señalado que son un componente importante para el flujo de energía y ciclo de nutrientes, ya que constituyen una porción significativa de la biomasa macrobentónica dulceacuícola. Estos organismos han sido usados como centinelas y considerados como potenciales biomonitores de la salud de los ecosistemas dulceacuícolas. Las almejas "píldora" y las "uñas de dedo" (Familia Sphaeriidae) han sido menos estudiadas por su reducido tamaño, su modo oculto de vida y por la dificultad para identificarlas. Como pueden habitar ambientes donde ningún otro bivalvo puede vivir, pueden servir como biomonitores de las condiciones ambientales de su hábitat.

Las especies descritas a la fecha para Chile pertenecen a la familia Hyriidae (véase la figura 2), representada sólo por el género *Diplodon,* con dos subgéneros: *Diplodon* y *Australis*, cada uno con su respectiva especie *D. (D.) chilensis* y *D. (A.) solidulus* y la familia Sphaeriidae representada por tres géneros: a) *Pisidium*, con las especies *P. chilense*, *P. magellanicum*, *P. lebruni*, *P. observationis*, *P. meierbrooki*, *P. huillichum* y *P. llanquihuense*; b) *Sphaerium*, con las especies *S. lauricochae* y *S. forbesi*; c) Musculium, con las especies *M. argentinum* y *M. patagonicum*.

De acuerdo a Parada y Peredo (2005), el análisis de la distribución geográfica de las especies reportadas para Chile permite proponer la existencia de tres áreas zoogeográficas y la postulación de cuatro especies de *Sphaeriidae* y una

de *Hyriidae* como especies endémicas de Chile. a) Región altoandina: *Pisidium meierbrooki*, *Sphaerium lauricochae* y *Sphaerium forbesi* son especies propias de esta región, que comparten áreas geográficas con Perú y Bolivia; b) Región del centro-sur de Chile: caracterizada por *Pisidium chilense*, *Pisidium huillichum, Pisidium llanquihuensis* y *Musculium argentinum* (las 3 especies de *Pisidium* sólo han sido registradas en Chile, no así *M. argentinum* que es de amplia distribución en el cono sur de Sudamérica); c) Región patagónica: las especies *Pisidium magellanicum*, *P. observationis* y *Musculium patagonicum* son compartidas con Argentina. *Pisidium lebruni* también es una especie patagónica, pero registrada actualmente sólo para Chile. Los autores señalados anteriormente indican que esta propuesta biogeográfica es preliminar y que se requiere de estudios futuros para su validación. Respecto a los Hyriidae, el endemismo está dado a nivel de la subfamilia Hyriinae, la cual es endémica de América del Sur. La especie *Diplodon chilensis* se encuentra ampliamente distribuida en Argentina; no así *D. solidulus*, hecho que permite considerarlo en la categoría de endémica junto con el subgénero *Australis*. Sin embargo, al igual que *Pisidium lebruni*, deberá corroborarse su presencia fuera de Chile.

Afortunadamente para Chile, hasta el momento no existen reportes de introducción de especies exóticas de bivalvos, como está ocurriendo en Argentina con *Corbicula* y *Limnoperna,* o con *Dreissena polymorpha* en el hemisferio norte. La gran capacidad competitiva de estas especies exóticas está causando la declinación de las poblaciones nativas, en especial de los Hyriidae, que son utilizados como sustrato para asentarse, con la consecuente muerte por asfixia.

Gastrópodos

Cómo señala Valdovinos (1999), en los ecosistemas dulceacuícolas de Chile, al igual que en los de otros países del extremo sur de Sudamérica, se encuentran especies de gastrópodos con un elevado grado de endemismo, que presentan relaciones zoogeográficas arcaicas de tipo gondwánico y que constituyen elementos funcionalmente relevantes en las comunidades bentónicas de tales ecosistemas. Estos organismos se caracterizan porque las partes blandas de su cuerpo están protegidas por una concha calcárea de forma espiral (por ejemplo, Hidrobiidae (véase la figura 1 (18)), Chilinidae (véase la figura 1 (16)), Physidae, Lymnaeidae y Planorbidae) o cónica (por ejemplo, Ancylidae (véase la figura 1 (17)). Una revisión de este grupo de moluscos ha sido realizada por Valdovinos (2005), en la cual se basa este documento. De acuerdo a este autor, en Chile existen descritas 73 especies pertenecientes a seis familias y ocho géneros; sin embargo, muchos de estos grupos requieren de revisión (Valdovinos, 2005).

Si bien el inventario de los gastrópodos dulceacuícolas chilenos se inició de manera incipiente en el siglo XVIII y continuó en el siglo XIX, no es hasta inicios y mediados del siglo XX que el número de nuevas especies descritas comienza a estabilizarse. Con posterioridad, desde la última mitad del siglo XX hasta ahora, el número de nuevas especies descritas ha sido notablemente bajo. Desde la compilación de los moluscos gastrópodos de agua dulce del territorio chileno, efectuada por Stuardo (1961), la taxonomía de unas pocas familias ha progresado considerablemente (por ejemplo, Ancylidae, Planorbidae), mientras que otras (por ejemplo, Chilinidae, Hydrobiidae), todavía requiere de la atención de investigadores.

De acuerdo a la revisión de la literatura existente sobre el grupo, los moluscos gastrópodos de aguas continentales en Chile involucran a representantes de las subclases Prosobranchia (una familia) y Pulmonata (cinco familias) (véase la tabla 1). Los Pulmonata constituyen el grupo más numeroso, integrado por caracoles de las familias Chilinidae (30 especies del género *Chilina* (véase la figura 2), Physidae (4 especies del género *Physa*), Lymnaeidae (5 especies del género *Lymnaea*), Planorbidae (7 especies del género *Biomphalaria Preston*), más lapas de la familia Ancylidae (4 especies de los géneros *Anisancylus* y *Uncancylus*). Por otra parte, los prosobranquios están representados sólo por la familia Hydrobiidae (1 especie del género Potamolithus y 21 especies del género Littoridina). De esta manera, de acuerdo a las especies mencionadas en la literatura, la fauna de gastrópodos limnéticos chilenos está constituida por un total de 73 especies.

Como se mencionó anteriormente, desde la compilación de los moluscos gastrópodos de agua dulce chilenos efectuada por Stuardo (1961), la taxonomía del grupo ha sido bastante abandonada, por lo cual la información sobre las especies continúa siendo incompleta. Al respecto, es urgente hacer una revisión taxonómica crítica de las especies de las seis familias descritas para Chile. La mayor parte de ellas han sido descritas sobre la base de caracteres de la concha, los cuales, debido a su fuerte variabilidad intra e interpoblacional, deben ser validados con caracteres taxonómicamente más conservativos, referentes a la protoconcha, rádula y de la anatomía de las partes blandas, a saber, complejo peniano, pulmón. Por otra parte, es evidente que la aplicación de técnicas de taxonomía molecular es requisito para la validación definitiva de las especies, así como ha sido efectuado con otros invertebrados dulceacuícolas chilenos (por ejemplo, Aeglidae, Pérez-Losada et al. 2002).

Estudios preliminares realizadas por el autor del complejo peniano de las especies de *Littoridina* y del sistema nervioso y rádula de *Chilina*, sugieren que varias de ellas serían sinónimas y otras todavía no descritas. Al respecto, se espera que el número de especies válidas descritas para Chile en estos dos géneros se pueda reducir entre un 10 y 20 por ciento. Una situación similar podría ocurrir con las especies de las familias Lymnaeidae y Physidae. Por el contrario, es probable que las especies de *Planorbidae* y *Ancylidae* no presenten grandes cambios taxonómicos en el futuro, aunque observaciones preliminares realizadas en este último grupo sugieren que en Chile central habrían al menos dos especies aún no descritas.

El rango geográfico ocupado por los gastrópodos dulceacuícolas abarca la totalidad del territorio de Chile continental, en su extensión latitudinal, y desde el borde costero (y en muchos casos estuarino) hasta el altiplano andino, en el norte, o hasta la cordillera de los Andes, en el resto del país. Sin embargo, en este rango global no están incluidos todos

los grupos ni la distribución de sus especies es continua. Por el contrario, la mayor parte de las especies presenta una distribución más o menos discontinua, asociada por una parte, a la localización de las cuencas hidrográficas, y por otra, con el mosaico de hábitat que se encuentran dentro de cada una de las cuencas.

Uno de los problemas que enfrenta el análisis de los patrones de distribución geográfica de las especies de gastrópodos dulceacuícolas chilenos es la escasez de muestreos y falta de datos específicos del lugar de recolección. En la práctica, la mayor parte de los registros publicados corresponden al de la localidad tipo. Otro problema evidente es que varias especies presentan localidades imprecisas. A nivel supraespecífico, las familias Hydrobiidae, Lymnaeidae y Physidae son las más ampliamente distribuidas en Chile, desde las cuencas del extremo norte del desierto de Atacama, hasta la región magallánica. Por el contrario, las especies de Chilinidae se distribuyen fundamentalmente entre Valparaíso y Tierra del Fuego. Una excepción dentro de esta familia la constituye *Chilina angusta,* la cual presenta una distribución disjunta con respecto al resto de la familia, y habita en manantiales de la quebrada de Paposo, en la costa del desierto de Atacama. La mayor parte de las especies de la familia Planorbidae se encuentran restringidas a la zona norte y central de Chile (por ejemplo, *Biomphalaria atacamensis, B. schmiererianus, B. montana, B. costata , B. termala* y *B. aymara*; (Valdovinos y Stuardo, 1991). Sólo una especie de Planorbidae se extiende en el centro y sur de Chile hasta el río Puelo (*B. chilensis*). La familia Ancylidae es la que presenta su distribución geográfica más restringida en Chile, y cubre desde Valparaíso a Chiloé. Un grupo muy abundante se encuentra en los ríos costeros pedregosos de la VIII Región.

De acuerdo a los antecedentes disponibles, la mayor densidad de taxa de gastrópodos dulceacuícolas se localiza entre las regiones VII y X; esta última es la que concentra la mayor diversidad de especies. Al sur de Chiloé y al norte del río Choapa, el número de especies tiende claramente a decrecer.

Del total de 72 especies descritas para Chile, el 91,7 por ciento son endémicas del país. Al respecto, todas las especies de las familias Hydrobiidae, Chilinidae, Physidae y Planorbidae son endémicas. De la familia Lymnaeidae, sólo *Lymnaea lebruni* Mabille 1883 es endémica, y sólo ha sido citada para Punta Arenas. Para el caso de Ancylidae, sólo *Uncancylus foncki* es endémica, y citada sólo para el río Maullín y lago Llanquihue.

Al igual que para la mayor parte de los invertebrados dulceacuícolas chilenos, la propuesta de categorías de conservación para las especies de gastrópodos es una tarea dificultosa dada la carencia importante de información (ver Bahamonde y otros, 1998, para el caso de Crustacea Decapoda). Por otra parte, todavía no se han desarrollado criterios y parámetros específicos para la clasificación de los moluscos dulceacuícolas, en las diferentes categorías de conservación propuestas por IUCN (1994), y establecidas en el artículo 37 de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Chile). Debido a ello, no se dispone de un cuadro general referente al estado de conservación de las especies chilenas. La única aproximación al respecto ha sido realizada por Valdovinos y otros (2004), quienes propusieron de manera tentativa, una clasificación de los moluscos dulceacuícolas de la cordillera de la Costa chilena, comprendida fundamentalmente entre los 36°50'S y 39°26'S, siguiendo el "criterio B" de la UICN (1994), que clasifica como amenazada a una especie cuando su distribución geográfica es muy restringida y existen otros factores que permiten sospechar que está en peligro. Según estos autores, su propuesta debe ser considerada con precaución por estar fundamentada en información fragmentaria y observaciones generales, realizadas por Valdovinos en los últimos 20 años. Ellos consideraron dentro de la categoría "vulnerable" a todos los representantes de la familia Chilinidae, ya que, si bien sus especies todavía presentan áreas de ocupación relativamente elevadas, es evidente que existe una continua declinación de la disponibilidad de sus hábitat. En contraste, dadas sus amplias extensiones de presencia y áreas de ocupación, junto a su elevada capacidad de dispersión y colonización, y su abundancia en diferentes tipos de hábitat, las siguientes especies fueron consideradas dentro de la categoría de "menor riesgo": *Littoridina cumingi, Physa chilensis, Lymnaea viator* y *Biomphalaria chilensis*. Debido a la escasez de información, las especies tales como *Littoridina pachispira* fueron clasificadas dentro de la categoría de "datos insuficientes". Siguiendo estos mismos criterios, aparte de estas especies del sur de Chile, la especie *Chilina angusta* de la quebrada de Paposo (Taltal) debe ser considerada "en peligro de extinción".

Otros grupos de invertebrados menos conocidos

Protozooa (varios phyla)

Como señala Moyano (1985), dentro de los protozoos de vida libre, sólo los sarcomastigóforos y cilióforos se encuentran normalmente en las aguas dulces. El primer grupo está representando principalmente por amebas desnudas, tecadas, heliozoos y flagelados diversos; y el segundo, fundamentalmente por ciliados planctónicos como Stentor y Ophrydium y ciliados bentónicos como suctores, hipotricos y semejantes. Woelfl (2005) ha hecho una revisión de los ciliados presentes en los ecosistemas lacustres del centro y sur de Chile. Al respecto, ha destacado la importancia ecológica de las especies de los órdenes Prostomatida (*Balanion planctonicum* y *Urotricha* spp), Haptorida (*Askenasia* spp., *Lacrymaria* sp.), Peritrichida (*Vorticella* sp, *Ophrydium naumanni*, *Vaginicola* sp.), *Heterotrichidae (Stentor amethystinus*, *Stentor araucanus)*, Oligotrichida *(Strombidium* spp, *Strobilidium* spp., *Strobilidium viride*, *Halteria* spp.) *y* Scuticociliatida (*Cyclidium* spp., *Uronema* spp.). Con respecto a las amebas tecadas, el conocimiento taxonómico de este grupo ha progresado sustancialmente en las últimas décadas, habiendo sido descritas una gran cantidad de especies, especialmente en ecosistemas dulceacuícolas del centro y sur de Chile (Zapata, 2005).

Porifera

La mayor parte de los poríferos chilenos son marinos, aunque los espongílidos son los únicos representantes dulceacuícolas (Moyano, 1985). La diversidad de especies es

proporcionalmente baja en relación a otros grupos de invertebrados; sin embargo, suelen ser muy abundantes en el bentos de algunos lagos (entre otros, lago Lleu Lleu). Algunas especies son lucífugas, pero las del género *Spongilla*, por su asociación con zooxantelas, habitan en zonas iluminadas. Como una adaptación a las condiciones altamente variables de los factores abióticos de las aguas dulces, estas esponjas carecen de larvas y producen estructuras de resistencia llamadas gémulas.

Cnidaria

Al igual que los poríferos, los cnidarios están poco representados en los ecosistemas dulceacuícolas chilenos. En algunos sistemas lacustres de Chile central, que presentan claros síntomas de eutrofización (por ejemplo, Laguna Grande de San Pedro, VIII Región), se ha registrado la presencia de la medusa invasora *Craspedacusta sowerbyi*, procedente de Asia. Este organismo es un activo depredador del zooplancton, que puede alterar las comunidades planctónicas de los ecosistemas que invade. Esta pequeña medusa tiene forma de campana, cuenta con entre 50 y 500 tentáculos y no suele sobrepasar los 25 mm de longitud. Algunos de sus tentáculos son largos y le permiten mantener la posición en el agua, a la vez que favorecen el movimiento, mientras que los demás son cortos y tienen una función alimentaria. Es en estos últimos donde se alojan los nematocistos, que incluyen unas pequeñas células en forma de arpón (cnidocitos) que se disparan al entrar en contacto con alguna presa. En cuanto a la coloración, la hidromedusa es translucida, aunque con ciertas tonalidades blanquecinas o verdosas. Además de estas medusas, entre los pólipos se encuentra a Hydra, los cuales son organismos que pueden llegar a ser muy abundantes en sistemas palustres.

Platyhelminthes

De las seis clases de platelmintos, sólo Turbellaria y Temnocephala están representados en los ecosistemas dulceacuícolas como organismos de vida libre o comensales (otros grupos son parásitos, como se verá más adelante). El primer grupo está integrado por los géneros *Dugesia* (*D. anceps, D. chilla, D. rincona, D. dimprpha, D. titicacana, D. sanchezi) y* Curtisia (*C. michaelsen*i), organismos bentónicos todavía imperfectamente conocidos en nuestro país. Los temnocéfalos son un grupo muy interesante que vive como ectocomensales sobre crustáceos Parastácidos y Aéglidos. Los Temnocephala fueron descubiertos originalmente en Chile, y presentan una clara distribución de tipo gondwánica, restringida a los continentes australes (véase la figura 2). Las especies más comunes de este grupo, que se encuentran en el centro-sur de Chile, son *Temnocephala chilensis* y *T. tumbesiana*.

Nemertea

Sólo unos pocos nemertinos se conocen en las aguas dulces a nivel mundial. La mayor parte de los nemertes dulceacuícolas sudamericanos pertenecen al género de hoplonemertes, Prosoma (en Venezuela, Brasil, Argentina). El otro tipo de nemerte sudamericano es el heteronemerte, *Siolineus turbidus*, encontrado en Brasil. En un estudio realizado por Sánchez y Moretto (1988), se señala que en Chile ha sido descrito el bdelonemerte *Malacobdella auriculae* como un ectoparásito de un gastrópodo pulmonado. Estos autores describieron para Chile un nuevo género y especie, *Koinoporus mapochi*, la cual ha sido registrada en Chile central (Talagante, Melipilla, Angostura de Paine, Pelarco, San Javier y Concepción). Esta especie habita en aguas de baja velocidad, tanto en ecosistemas lóticos como en lénticos, asociada a zonas con abundantes macrófitas acuáticas como *Hydrocotile ranunculoides*.

Aschelminthes

Los Rotifera, Nematoda, Nematomorpha y Gastrotricha son grupos muy comunes en ambientes dulceacuícolas chilenos. Los rotíferos forman parte importante del zooplancton lacustre, aunque muchos son bentónicos. Los nemátodos son un grupo muy diverso pero cuya taxonomía ha sido muy poco estudiada, a pesar de ser muy comunes en prácticamente todo tipo de ambientes dulceacuícolas. Los gastrotricos constituyen un grupo de organismos que en ecosistemas dulceacuícolas son aparentemente poco diversos y que frecuentemente se encuentran asociados a fondos fangosos y a las raíces de plantas acuáticas (por ejemplo, Polymerurus, Chaetonotus, Ichthydium, Heterolepidoderma, Lepidodermella, Aspidiophorus). Los "pelos de agua" o nematomorfos son bastante comunes en charcas estacionales, los cuales están representados en Chile por *Gordius chilensis, Gordius paranensis* y *Beatogordius latastei*.

Annelida

De este grupo de gusanos segmentados, los oligoquetos son sin duda los más comunes de encontrar en ecosistemas dulceacuícolas, especialmente en ambientes de aguas de bajo movimiento de lagos y ríos. En ambientes bentónicos con una alta carga orgánica, suelen ser muy abundantes los oligoquetos Tubificidae (Tubifex, Potamothrix, Limnodrilus, Isochaetides, Epirodrilus, Bothrioneurum), mientras que en otros no tan extremos son frecuentes los Naididae (Chaetogaster, Paranais, Nais, Dero, Schmardaella, Pristina, Pristinilla) y Lumbriculidae (Lumbriculus). Este grupo ha sido muy poco estudiado en Chile y su escaso conocimiento ha derivado fundamentalmente de estudios realizados por investigadores argentinos. Otros anélidos comunes, especialmente en ambientes palustres, son los Hyrudinea o sanguijuelas, dentro de las cuales *Mesobdella gemmata* es quizás una de las más comunes en el centro-sur de Chile. Los Polychaeta, el mayor grupo de anélidos, tiene escasa representación en aguas continentales, aunque en ecosistemas estuarinos del centro y sur de Chile se encuentra *Perinereis gualpensis* como macroinvertebrado dominante en los fondos arenosos (Valdovinos, 2004).

Otro grupo bastante frecuente, especialmente en los fondos blandos del estuario de algunos ríos, son los Archiannelida (por ejemplo, en el río Biobío). Dentro de este grupo, los pertenecientes a la familia Histriobdellidae poseen una gran importancia evolutiva y biogeográfica, por ser comensales de crustáceos decápodos (habitan en sus cámaras branquiales)

y por su distribución típicamente gondwánica (entre otros, Tasmania, Nueva Zelanda, Madagascar y extremo sur de Sudamérica). Este es un grupo representado en Chile por dos especies del género *Stratiodrilus*, que está altamente especializado en cuanto a sus hospedadores (Vila y Bahamonde, 1985). Por ejemplo, *Stratiodrilus aeglaphilus* habita sobre el cangrejo *Aegla laevis* (en el río Maipo, en Chile central) y *S. pugnaxi,* sobre el camarón de vega *Parastacus pugnax* (en Reumén, sur de Chile).

Tardigrada

Estos pequeños invertebrados están presentes en casi todo tipo de ambientes acuáticos dulceacuícolas, formando parte del bentos ubicado sobre plantas sumergidas y también en áreas húmedas fuera del agua, por ejemplo, entre los musgos (Moyano, 1985).

Bryozoa

Las seis especies de briozoos Phylactolaemata presentes en los ecosistemas dulceacuícolas chilenos pertenecen a los géneros cosmopolitas, *Fredericella* (*F. sultana*) y *Plumatella* (*P. casmiana, P. mukaii, P. repens, P. patagonica*). Este grupo ha sido estudiado recientemente por Orellana (2005), quien señala que, si bien es reconocido por muchos autores que los briozoos de agua dulce son organismos comunes y abundantes en todos los cuerpos de agua dulce alrededor del mundo (por ejemplo, ríos, lagos, charcas temporales), el desarrollo del conocimiento de estos organismos en Chile y en Latinoamérica es muy escaso y está lejos de ser una línea de investigación que haya perdurado en el tiempo.

Invertebrados parásitos metazoos

Hasta ahora se han mencionado principalmente las formas de vida libre, pero existen muchas otras especies de invertebrados parásitas huéspedes de organismos dulceacuícolas, al menos durante en alguna parte de su ciclo de vida. Este grupo de organismos ha sido estudiado por Olmos y Muñoz (2005), quienes señalan, para el caso de los parásitos metazoos de organismos acuáticos y semiacuáticos, que en Chile existen descritas aproximadamente 60 taxa. Un 47 por ciento de ellos han sido identificados a nivel de especie y un 53 por ciento como género o familia. Estos parásitos se encuentran integrados por cinco phyla (Arthropoda, Acanthocephala, Nematoda, Platyhelminthes y Myxozoa); entre una y tres clases por phylum, con un total de 8 clases, 19 órdenes y 31 familias. El phylum Platyhelminthes es el más diverso, y está compuesto por 3 clases, 11 órdenes y 19 familias. Dentro de este grupo, Digenea es el que posee el mayor número de especies. Al igual que la mayor parte de los grupos de invertebrados dulceacuícolas chilenos, la mayor diversidad se encuentra en el centro-sur de Chile. El estudio de los aspectos ecológicos de los digeneos presentes en organismos dulceacuícolas de nuestro país es de gran importancia, debido a que muchos de ellos afectan negativamente al hombre (por ejemplo, *Fasciola hepatica,* que afecta a la ganadería, y furcocercarias brevifurcadas afaringeadas, que producen dermatitis en los bañistas).

LA ESTRECHA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE BOSQUES RIBEREÑOS E INVERTEBRADOS

Los bosques nativos que recubren las cuencas hidrográficas tienen un efecto fundamental sobre la biodiversidad de los invertebrados de ecosistemas fluviales, los cuales representan el mayor porcentaje de las especies chilenas (Valdovinos, 2001). En especial, los bosques de los ambientes ribereños representan el ecotono entre los ecosistemas dulceacuícolas y terrestres, y constituyen importantes corredores biológicos dentro de las cuencas hidrográficas. Estos ambientes de transición cumplen diversas funciones y tienen una importancia que varía de un lugar a otro dependiendo de sus características físicas, biológicas y culturales. El detritus foliar procedente de las áreas ribereñas ha sido identificado como uno de los principales componentes energéticos de los ecosistemas fluviales (por ejemplo, de diversas especies de *Nothofagus*, entre otras), siendo una importante fuente de alimento para los invertebrados, que son la base alimentaria de la mayoría de los peces fluviales chilenos (por ejemplo, *Diplomystes nahuelbutaensis, Trichomycterus areolatus, Percilia irwini*, y muchas otras). En los ríos pequeños rodeados por abundante vegetación ribereña, normalmente hay una cantidad de luz insuficiente como para sostener una fotosíntesis significativa dentro del río, por lo que la mayor parte de la energía utilizada por los invertebrados acuáticos, procede fundamentalmente de los bosques (fuentes energéticas alóctonas). La mayor parte de esta energía ingresa a los ríos durante la caída de hojas que ocurre en otoño, aunque también hay entradas adicionales procedentes desde los suelos ribereños durante el resto del año. Las hojas que ingresan a los ríos son arrastradas por la corriente y acumuladas en el fondo formando camadas de detritus. Estas camadas son procesadas in situ por macroinvertebrados bentónicos, especialmente Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Diptera, en una serie de etapas bien documentadas en la literatura, en las cuales también participa la comunidad microbiana. El procesamiento de hojas por macroinvertebrados bentónicos es un proceso integrador a nivel de ecosistema, debido a que reúne elementos tales como tipo de vegetación, actividad microbiana y características físicas y químicas de los ríos. El producto de este proceso es que las hojas son convertidas en partículas finas que son distribuidas río abajo y empleadas como fuente energética por diversos invertebrados (entre otros, Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda).

AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD DE INVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS

Como se mencionó anteriormente, en el centro-sur de Chile existe unos 25 *hotspots* de biodiversidad de interés mundial, los cuales incluyen a los invertebrados bentónicos dulceacuícolas (véase el mapa de la página 209). Dadas las condiciones climáticas, geográficas e hidrológicas de este territorio, localizado aproximadamente entre los 35ºS (VII Región) y los 43ºS (XI Región), esta zona también corresponde a un *hotspot* de actividades productivas, las cuales

generan una fuerte presión sobre la biodiversidad acuática. Paradójicamente, la VIII Región del país, que corresponde al corazón de este territorio por su valioso patrimonio de fauna dulceacuícola (peces e invertebrados), es una de las más intervenidas y desprotegidas del país. A modo de ejemplo, en los 36.929,3 km^2 de territorio de la VIII Región, sólo 843,6 km^2 corresponden a "áreas silvestres protegidas" (2,28 por ciento), las cuales están fuera de áreas de interés para la conservación de la biota dulceacuícola. Es necesario destacar que el impacto de mayor intensidad dentro de esta zona se concentra fundamentalmente en la parte media y baja de las cuencas, particularmente en las zonas antiguamente ocupadas por los bosques costeros, cuya importancia ya ha sido mencionada (Smith, 2005; Parra y et al. 2003; Valdovinos y Figueroa, 2000). En la actualidad, estos bosques han sido sustituidos casi en su totalidad por plantaciones de pino y eucalipto, que son el soporte de una producción de celulosa de relevancia mundial (entre otras, de Empresas Arauco y Empresas CMPC).

Existen numerosos factores que ponen en riesgo a las comunidades de invertebrados dulceacuícolas chilenos (al igual que los peces) (Campos y otros, 1998), muchos de los cuales actúan de manera conjunta potenciando los efectos sobre la biota (Valdovinos et al. 2005; Jara, 2005). Al respecto, se considera necesario destacar los factores siguientes.

Pérdida y degradación de hábitat dulceacuícolas

Las importantes "obras faraónicas" llevadas a cabo en el norte y centro de Chile, tales como la construcción de centrales hidroeléctricas (de embalse o de pasada) y obras de regadío (embalses y canales), están actualmente poniendo en riesgo la supervivencia de muchas especies de invertebrados dulceacuícolas, especialmente las de hábitos bentónicos (Moya et al. 2001). Por ejemplo, se ha registrado una notable pérdida de diversidad y extinciones locales (entre otras, *Chilina dombeyana*) en lagos regulados por actividades de generación hidroeléctica, por ejemplo, el lago Laja. También se han observado extinciones masivas de *Aegla pehuenchae*, asociadas a los fuertes cambios horarios en el nivel del río Biobío, producto de la actividad de las centrales del Alto Biobío. De igual manera, se ha observado que los "caudales mínimos ecológicos" considerados en muchos proyectos hidroeléctricos y de riego son insuficientes para la conservación de especies de macroinvertebrados potencialmente amenazadas. A modo de ejemplos, la cuenca del río Maipo se encuentra fragmentada por diez centrales hidroeléctricas (Queltehues, El Volcán, Alfalfal, Maitenes, Puntilla, La Florida, Los Bajos – Caemsa, Los Morros, Carena, Planchada – La Ermita); la del río Maule por ocho centrales (Cipreses, Isla, Pehuenche, Colbún, Machicura, Curillinque, Loma Alta, San Ignacio); la del Biobío por ocho centrales (Abanico, El Toro, Antuco, Pangue, Ralco, Mampil, Peuchén, Rucúe).

Como ya se mencionó, no sólo las "obras faraónicas" son una seria amenaza a la conservación de los invertebrados dulceacuícolas chilenos. La deforestación del bosque nativo de las cuencas y su transformación en áreas dedicadas a la silvicultura, agricultura y urbanización están generando alteraciones de gran magnitud en los ecosistemas dulceacuícolas del centro-sur de Chile (para el caso de los lagos nahuelbutanos, véase Parra et al. 2003). Aunque muchos aspectos de los patrones y procesos que ocurren en los ambientes ribereños han sido estudiados en años recientes, el efecto del tipo de vegetación sobre las comunidades fluviales chilenas es todavía muy poco conocido. Esto ocurre a pesar que el reemplazo de bosque nativo por especies introducidas o la deforestación son prácticas comunes en muchas regiones. Actualmente, en áreas ribereñas de esteros boscosos de Chile central, los componentes nativos caducifolios están siendo reemplazados a gran escala por pino y eucalipto, lo que sugiere que este proceso tiene un importante impacto sobre los invertebrados dulceacuícolas, y en consecuencia, afecta las características energéticas de las comunidades fluviales. Esta situación alcanza su mayor expresión en las regiones VII, VIII y IX, extendiéndose progresivamente hacia el sur. Dentro de estos territorios, las zonas de la cordillera de la Costa han sido destruidas casi en su totalidad, siendo hoy día ocupadas por plantaciones forestales de especies exóticas.

Hay numerosos otros factores que producen la degradación de los hábitat acuáticos, entre ellos la erosión de las cuencas, que produce una fuerte sedimentación en lagos y ríos. Al respecto, se estima que un 70 por ciento de los ríos de Chile central se encontrarían afectados por este proceso, por ejemplo, el Maipo y Cachapoal. Las consecuencias de estas grandes cargas de sedimentos en los ríos son múltiples. Sin embargo, destaca su efecto sobre la fotosíntesis y el desarrollo de microalgas, que limitan la penetración de la luz; y el relleno de microhábitat que son ocupados por los invertebrados bentónicos. Otro efecto directo sobre los hábitat acuáticos es la extracción de áridos directamente del lecho de los ríos. Esto genera profundas alteraciones en las comunidades (como, por ejemplo, en la parte media y baja del río Itata).

Especies invasoras

La introducción de especies de peces exóticas está produciendo efectos negativos de gran significancia sobre las poblaciones de invertebrados dulceacuícolas chilenos, cuya magnitud recién está comenzando a conocerse. Entre las especies más comunes destacan la trucha arco iris (*Oncorynchus mykiss*) y la trucha café (*Salmo trutta*), que depredan activamente macroinvertebrados bentónicos en la parte alta y media de los ríos; los estados juveniles especialmente sobre dípteros Chironomidae, los estados intermedios sobre efemerópteros, plecópteros y tricópteros, y los estados adultos sobre crustáceos Aeglidae. Es muy probable que una de las principales causas de la extinción de poblaciones locales de Aeglidae esté asociada a la fuerte intensidad de depredación por parte de estas dos especies de truchas. En la parte baja de los ríos y en muchos lagos mesotróficos y eutróficos, la carpa (*Cyprinus carpio*) y el pez mosquito (*Gambusia holbrooki*) tienen efectos relevantes sobre las comunidades de invertebrados, ya sea por la resuspensión de sedimento que produce la primera y que afecta a especies suspensívoras como el chorito (*Diplodon chilensis*), o por depredación de organismos planctónicos y bentónicos, que produce la segunda. Otra especie, el "chanchito" (*Cichlasoma facetum*), muy común en lagos de

Chile central —por ejemplo, en el área de Concepción—, es extremadamente voraz y está generando profundas modificaciones en las poblaciones de invertebrados. Como ya se mencionó, en el zooplancton de ecosistemas lénticos localizados en Chile central, con claros síntomas de eutrofización, es posible encontrar a la hidromedusa *Craspedacusta sowerbyi*, procedente de Asia. Este organismo es un activo depredador del zooplancton, que puede alterar las comunidades planctónicas de los ecosistemas que invade.

Contaminación acuática

La contaminación de los ríos y lagos chilenos es una de las amenazas más visibles que afecta la supervivencia de los invertebrados dulceacuícolas. La naturaleza de los compuestos que afectan a la biota acuática varía de una cuenca a otra, dependiendo de las actividades productivas que allí se desarrollen y la intensidad de la presencia de los asentamientos humanos. Por ejemplo, en sectores con una alta densidad de población, los principales factores están asociados a la materia orgánica, como ocurre en la cuenca del río Maipo y muchas otras a lo largo de Chile; en áreas con una fuerte actividad minera, los principales factores son metales y el pH (centro-norte); en zonas agrícolas, los fertilizantes y plaguicidas (centro-sur); en áreas con industrias de la celulosa y el papel, una gran diversidad de compuestos orgánicos tóxicos (cuencas del río Biobío y del río San Pedro) (Habit y et al. 2005b). Un aspecto relevante dentro de este factor de perturbación es la ausencia en Chile de una normativa vigente



Una de las amenazas para la supervivencia de muchas especies de invertebrados dulceacuícolas en nuestro país es la construcción de las grandes centrales hidroeléctricas de embalse o de pasada, y obras de regadío como estanques y canales, registrándose una notable pérdida de diversidad y extinciones locales y masivas. Ralco, Alto BioBío. VIII Región. Foto: Nicolás Piwonka.

que regule la calidad secundaria de las aguas superficiales de los ríos y lagos del país. Es evidente que la ausencia de esta normativa incide negativamente sobre la biota acuática, al no poner límites a las cargas contaminantes aportadas a estos sistemas, ya sea desde fuentes puntuales como difusas.

Sobreexplotación

A excepción del camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*), presente en los ríos del norte de Chile, y de las especies camarón de vega (*Parastacus pugnax*) y camarón de río del sur (*Samastacus spinifrons*), presentes en el centro-sur chileno, no hay otras especies que estén fuertemente afectadas por sobreexplotación. En muchas localidades de Chile central, especialmente de la VIII Región, se ha registrado la desaparición de muchas poblaciones locales del camarón de vega, posiblemente causadas por sobreexplotación.

Cambio climático global

El efecto del cambio climático global sobre los invertebrados dulceacuícolas chilenos es el menos predecible de los cinco factores considerados. Como señalan Allan y Flecker (1993), esta falta de predicción está asociada a la incertidumbre de los escenarios climáticos futuros y a la dificultad de anticipar sus consecuencias ecológicas. Sin embargo, se prevé que los cambios en la disponibilidad de agua y en el régimen térmico serán más serios a latitudes medias y altas, donde se producirán importantes cambios en la distribución latitudinal y altitudinal de las especies. La biota de estas zonas es especialmente vulnerable debido a su régimen térmico —muchas especies estenotérmicas asociadas a aguas con baja temperatura, por ejemplo, Plecoptera—, y al hecho de carecer de rutas de escape expeditas hacia hábitat más adecuados. Es evidente que entre las especies más vulnerables a la extinción dentro de los invertebrados dulceacuícolas están aquellas de gran tamaño (superiores a 10 mm), sin capacidad de volar, estenohalinas y con estrechos rangos de distribución geográfica, tales como muchos crustáceos malacostracos (p. ej. Aeglidae) y moluscos (p. ej. Chilinidae).

EL VALOR DE LOS INVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL

El creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales chilenos, además de estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado en los últimos años el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas en ellos. Dentro de los indicadores biológicos de mayor relevancia en los ríos de Chile destacan los macroinvertebrados bentónicos superiores a 500 µm, debido a que presentan ventajas respecto de otros componentes de la biota acuática. Entre estas se distinguen las siguientes: a) presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos dulceacuícolas, lo cual posibilita realizar estudios comparativos; b) su naturaleza sedentaria permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente; c) los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo, y d) la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, validados en diferentes ríos del mundo.

Los métodos que consideran macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad de las aguas han sido empleados en Europa desde principios del siglo XX. Sin embargo, en Chile han estado siendo utilizados de manera sistemática a partir del estudio llevado a cabo por nuestro grupo de investigación en el río Damas (Figueroa y otros, 2003). En dicho estudio se validó el uso del Índice Biótico de Familias (IBF), propuesto por Hilsenhoff (1988). Este índice, sobre la base del tipo de familias de invertebrados presentes en un tramo del río, consiste en un puntaje asignado a cada familia en función a su sensibilidad a las contaminación y el número de morfoespecies existentes en cada familia, que permite clasificar el tramo de un río de clase I (excelente) a clase VII (muy malo). Dada la simplicidad en la estimación de este índice debido a su bajo nivel de resolución taxonómica y a su adecuada correlación con factores estresores antropogénicos (por ejemplo, contaminación química, modificaciones del hábitat), en la actualidad ha sido ampliamente utilizado en diferentes zonas de Chile y el mundo. Recientemente, se ha propuesto por primera vez el uso de macroinvertebrados bentónicos, en el programa de monitoreo del anteproyecto "Norma secundaria de calidad para la protección de las aguas continentales superficiales en la cuenca del Biobío, VIII Región (2005)".

Otra forma de biomonitoreo se ha realizado con el bivalvo *Diplodon chilensis*, el cual ha sido empleado como bioacumulador para el monitoreo de concentraciones de metales pesados en algunos lagos de Chile central (Valdovinos y otros, 1998).

CONCLUSIONES

Los invertebrados de ríos, esteros y lagos de Chile son uno de los más antiguos testigos de los grandes cambios climáticos sufridos por el paisaje de nuestro país, especialmente durante el Terciario y Cuaternario. En particular, de los ecosistemas dulceacuícolas de los territorios montañosos y de llanuras, comprendidos desde la VII hasta la XI Región, que una vez estuvieron cubiertos por bosques en prácticamente toda su extensión. Actualmente, muchas especies de invertebrados de la zona norte y central de este territorio se encuentran amenazadas, en particular aquellas que presentan poblaciones pequeñas y con una baja capacidad de dispersión. En este territorio de elevada diversidad y endemismo, los ríos se encuentran severamente fragmentados como resultado de la presencia de centrales hidroeléctricas y de obras de regadío. Además, la calidad del agua manifiesta un deterioro progresivo, asociado al fuerte crecimiento industrial y urbano. Asimismo, la deforestación y sustitución del bosque nativo por plantaciones de pino y eucalipto, especialmente del valle central y la cordillera de la Costa, están generando profundos cambios en este grupo de organismos. Sin embargo, en estas zonas, todavía es posible encontrar pequeños ríos asociados a la vegetación nativa, aunque marca-

damente aislados entre sí. Estos remanentes de grandes cambios climáticos y geológicos pasados se encuentran hoy muy amenazados por nuestra propia ignorancia. Esperamos que el esfuerzo de este libro por difundir el conocimiento sobre nuestra biodiversidad, acumulado por investigadores durante décadas, logre crear conciencia, tanto en autoridades como en los ciudadanos, de la importancia de proteger nuestros invertebrados dulceacuícolas, un componente relevante de la biodiversidad.

Bibliografía

Allan, J.D. & A.S. Flecker. 1993. "Biodiversity conservation in running waters". BioScience, 43: 32-43.

Bahamonde, N., A. Carvacho, C. Jara, M. López, F. Ponce, M. Retamal y E. Rudolph. 1998. "Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 47: 91-100.

Camousseight, A. 2005. "Estado de conocimiento de los efemerópteros de Chile". Gayana (*en prensa*).

Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega y I. Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile), 47: 101-122.

Chernicoff, C. y E. Zappettini. 2003. "Delimitación de los terrenos tectonoestratigráficos de la región centro-austral argentina: evidencias aeromagnéticas". Revista Geológica de Chile, 30(2): 299-316.

Figueroa, R., C. Valdovinos, E. Araya y O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 76: 275-285.

Habit, E., B. Dyer y I. Vila. 2005a. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana (*en prensa*).

Habit, E., M. Belk, R. Tuckfield & O. Parra. 2005b. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile. Freshwater Biology (*en prensa*).

Hilsenhoff, W. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. Journal of the North American Benthological Society, 7: 65-68.

Illies, J. 1969. Biogeography and ecology of Neotropical freshwater insects, especielly those from running waters. In: E.J. Fittkau, J. Illies, H. Klinge, G.H. Schwabe & H. Sioli (eds.), vol. 2: 685-707.

Jara, C. 2005. "Crustáceos del género *Aegla* (Decapada: Anomura) en la cordillera de la Costa: su importancia para la conservación de la biodiversidad de aguas continentales en Chile". En: C. Smith, J. Armesto & C. Valdovinos (eds.). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Chile: 307-323.

Jara, C., E. Rudolph y E. González. 2005. Estado de conocimiento de los crustáceos malacostracos dulceacuícolas de Chile. Gayana (*en prensa*).

Jerez, V. y E. Moroni. 2005. Estado de conocimiento de los coleópteros dulceacuícolas de Chile. Gayana (*en prensa*).

Moya, C., C. Valdovinos y V. Olmos. 2001. "Efecto de un embalse sobre la deriva de macroinvertebrados en el río Biobío (Chile central)". Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile.

Moyano, H. 1985. "Componentes animales de los ecosistemas dulceacuícolas". Apunte curso Fauna Chilena. Programa de Magíster en Ciencias Mención Zoología, Universidad de Concepción. 10 pp.

Muñoz, S., G. Mendoza y C. Valdovinos. 2001. "Evaluación rápida de la biodiversidad de cinco lagos costeros de la VIII Región de Chile". Gayana. 65(2): 256-262.

Myers, N., R. Mittermeier, C. Mittermeier, G. da Fonseca & J. Kent. 2000. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". Nature, 403: 853-858.

Noodt, W. 1969. "Die grundwasserfauna Südamerikas". En: E.J. Fittkau, J. Illies, H. Klinge, G.H. Schwabe & H. Sioli (eds.), vol. 2: 659-684.

Orellana, M.C. 2005. "Estado de conocimiento de los briozoos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

Parada, E. y S. Peredo. 2005. "Estado de conocimiento de los bivalvos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

Parra O., C. Valdovinos, R. Urrutia, M. Cisternas, E. Habit y M. Mardones. 2003. "Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central". Limnética 22 (1-2): 51-83.

Pérez-Losada, M., C.G. Jara, G. Bond-Buckup & K.A. Crandall. 2002. Conservation phylogenetics of Chilean freshwater crabs *Aegla* (Anomura: Aeglidae): assigning priorities for aquatic habitat protection. Biological Conservation, 105: 345-353.

Rojas, F. 2005. "Estado de conocimiento de los tricópteros de Chile". Gayana (*en prensa*).

Sánchez, M. & H. Moretto. 1988. A new genus of freshwater hoplonemertean from Chile. Zoological Journal of the Linnean Society. 92: 193-207.

Smith, C., J. Armesto y C. Valdovinos (eds.). 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Chile. 708 pp.

Valdovinos, C. 1999. "Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional". Gayana Zool. 63(2): 111-164.

Valdovinos, C. & J. Stuardo. 1991. Planórbidos Altoandinos del Norte de Chile y *Biomphalaria aymara spec. nov*. (Mollusca: Basommatophora). Studies on Neotropical Fauna and Environment. *26*(4): 213-224.

Valdovinos, C. 2001. "Riparian leaf litter processing by benthic macroinvertebrates in a woodland stream of central Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 341-349.

Valdovinos, C. 2004. "Ecosistemas estuarinos". En: C. Werlinger (ed.). Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos, tomo 2: 395-414.

Valdovinos, C. 2005. "Estado de conocimiento de los gastrópodos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

Valdovinos, C. & R. Figueroa. 2000. "Benthic community metabolism and trophic conditions of four South American lakes". Hydrobiologia, 429: 151-156.

Valdovinos, C., R. Figueroa, H. Cid, O. Parra, E. Araya, S. Privitera y V. Olmos. 1998. "Transplante de organismos bentónicos entre sistemas lénticos: ¿Refleja la biodisponibilidad de metales traza en el ambiente?" Boletín Sociedad Chilena de Química, 43: 467-475.

Valdovinos, C., V. Olmos y C. Moya. 2005. "Moluscos terrestres y dulceacuícolas de la Cordillera de la Costa Chilena". En: C. Smith, J. Armesto y C. Valdovinos (eds.). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Chile: 292-306.

Vera, A. y A. Camousseight. 2005. "Estado de conocimiento de los plecópteros de Chile". Gayana (*en prensa*).

Vila, I. & N. Bahamonde. 1985. "Two new species of *Stratiodrilus*, *S. aeglaphilus* and *S. pugnaxi* (Annelida: Histriobdellidae) from Chile". Proc. Biol. Wash. 98(2): 347-350.

Villalobos, L. 2005. "Estado de conocimiento de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

Woelfl, S. 2005. "Estado de conocimiento de los protozoos planctónicos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

von Ihering, H. 1891. On the ancient relations between New Zealand and South America. Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute 24: 431-445.

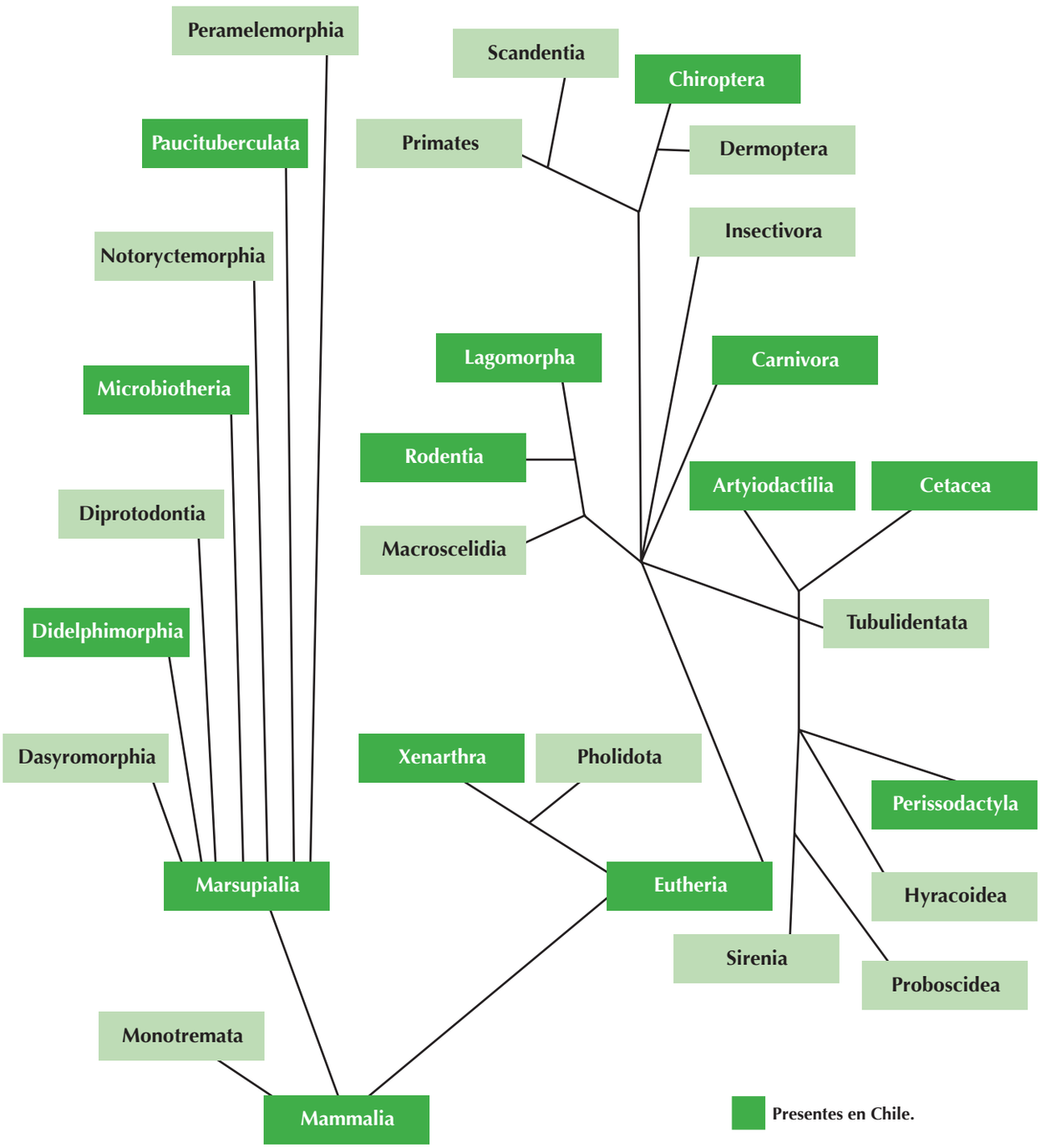
Zapata, J. 2005. "Estado de conocimiento de los tecamebianos dulceacuícolas de Chile". Gayana (*en prensa*).

Páginas siguientes: **Borde del lago Yelcho, X Región de Los Lagos.** Foto: Nicolás Piwonka.





ÓRDENES DE MAMÍFEROS EN EL MUNDO



Bibliografía
Modificado de http://tolweb.org/Mammalia/15040/1995.01.01 in The Tree of Life Web Project.

MAMÍFEROS TERRESTRES

HERNÁN COFRÉ Y YERKO VILINA

Los mamíferos se caracterizan por ser animales endotermos, tener el cuerpo cubierto de pelos, un encéfalo muy desarrollado y presentar una gran diversidad morfológica y conductual en términos de alimentación, locomoción y reproducción. La mayoría de los mamíferos son vivíparos y alimentan a sus crías con leche producida por glándulas mamarias que posee la hembra. Aunque los mamíferos son la clase con menos especies dentro de los vertebrados tetrápodos (cerca de 4.500 especies), se puede sostener que es el grupo más diverso en cuanto a tamaños, formas y funciones, lo que les ha permitido ocupar prácticamente todos los ambientes de la Tierra.

HISTORIA DEL CONOCIMIENTO EN CHILE

Al respecto, se puede reconocer una etapa prehistórica, donde los pueblos originarios que habitaban el territorio nacional reconocieron como parte de su entorno a la fauna, en especial a la mastofauna. Prueba de este conocimiento son los diferentes nombres vernáculos indígenas que se han mantenido hasta el día de hoy para denominar algunas de estas especies (por ejemplo, colocolo, chilla, o huillín). Además, muchos de estos pueblos utilizaron la carne, pieles y huesos de algunas especies de mamíferos; entre ellos, camélidos, roedores de tamaño mediano (tucotucos, degus y cuyes); lobos marinos y cetáceos, incluso para satisfacer necesidades espirituales como la artesanía y la pintura. Finalmente, este conocimiento se tradujo en la domesticación de algunas especies como la llama y la alpaca.

La segunda etapa del conocimiento comienza a fines del siglo XVIII, correspondiente a la obra de destacados naturalistas como J. I. Molina, C. R. Darwin, J. A. Wolffsohn, C. Gay, R. A. Philippi, entre otros, quienes recorrieron el país colectando, describiendo y nominando las distintas especies presentes en Chile.

Actualmente, los mastozoólogos chilenos reconocen en el trabajo de W. H. Osgood "The mammals of Chile" publicado en 1943 en la serie de zoología del Field Museum of Natural History, el comienzo de una tercera etapa en el estudio de los mamíferos de Chile o lo que podríamos denominar la época moderna de la mastozoología chilena. Este tratado sistemático y biogeográfico estableció las bases taxonómicas de la fauna teriológica de Chile y sirvió (y aún lo hace) como referencia obligada para estudios específicos sobre los distintos grupos de mamíferos presentes en el país.

Dentro de los investigadores que hicieron aportes significativos al conocimiento de los distintos grupos de mamíferos chilenos en esta época destacan P. Hershkovitz, C. Koford, G. Mann, O. Reig, J. Creer, J. Péfaur, G. Fulk, entre otros. A comienzos de la década de 1980 (etapa profesional), se puede reconocer un aumento en el número de estudios sobre la





Algunas de las especies de micromamíferos endémicos de la zona mediterránea de Chile. A la izquierda, el degú (*Octodon degus*), a la derecha el ratón chinchilla (*Abrocoma bennetti*). Fotos: Mariana Acuña.

ecología, sistemática, genética, morfología, historia natural y fisiología de especies y grupos particulares de mamíferos de Chile, vigor que se ha potenciado en la actualidad. No obstante, en esta etapa han aparecido pocos trabajos generales o de síntesis sobre el conocimiento del grupo. Algunas excepciones son el trabajo sobre la biología y ecología de mamíferos del cono sur de Sudamérica de K. Redofrd y J. Eisenberg (1992) y el libro "Mamíferos de Chile", editado por Muñoz-Pedreros y Yáñez (2000), el cual incluye una ficha sobre la biología y ecología de todas las especies de mamíferos de Chile (terrestres y marinos), así como capítulos específicos sobre temas del conocimiento de la fauna mastozoológica del país (por ejemplo, biogeografía, evolución, entre otros).

Pese al desarrollo alcanzado en la investigación mastozoológica en Chile, todavía existen muchas especies y grupos completos, como es el caso de Xenarthra (armadillos) y Chiroptera (murciélagos), que no han sido estudiados adecuadamente. Incluso en aquellos grupos mejor estudiados, como es el caso de los roedores, se siguen describiendo nuevas especies para Chile (entre otros, *Ctenomys coyhaiquensis, Loxodontomys pikumche*), indicando que todavía queda mucho trabajo por hacer para conocer adecuadamente la diversidad de mamíferos terrestres de nuestro país.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

En Chile encontramos cerca de 150 especies de mamíferos nativos. De estas, aproximadamente 100 corresponden a mamíferos terrestres, lo que equivale a poco más del 2 por ciento de la diversidad mundial de mamíferos terrestres. Dentro de estas especies encontramos representantes de los órdenes Didelphimorfia (2 especies); Microbiotheria (1 especie), Paucituberculata (1 especie); Chiroptera (11 especies), Xenarthra (3 especies), Rodentia (62 especies), Carnívora (12 especies) y Artiodáctila (7 especies) (véase el cuadro 1).

En los últimos años se ha registrado un gran número de cambios taxonómicos en la mastofauna chilena, donde los autores han generado diferentes listas de especies, las cuales difieren principalmente en las especies de roedores reconocidos para ciertas familias y géneros. Teniendo en cuenta lo anterior y siendo conservadores se puede afirmar que en Chile existen al menos 99 especies de mamíferos terrestres silvestres (véase el cuadro 1), excluyendo a las nutrias, pinnípedos, cetáceos y a todas las especies introducidas. Esta diversidad se distribuye en ocho órdenes, 20 familias y 53 géneros (véase la figura 1). Las familias que presentan la mayor diversidad de especies en Chile son Muridae (36), Octodontidae (9), Vespertilionidae (6), Chinchillidae (5), Ctenomydae (5) y Felidae (5).

En comparación con la diversidad taxonómica de Sudamérica, la mastofauna actual de Chile carece de cuatro órdenes, 14 familias y más de 600 especies. A pesar de la baja diversidad que presenta Chile en comparación con otros países del continente, como Brasil, Perú o Ecuador (megadiversos con más de 350 especies), Chile alberga una riqueza taxonómica importante para ciertas familias presentes en Sudamérica. Por ejemplo, en el país habitan 5 de las 6 especies que componen la familia Chinchillidae, 2 de las 3 especies de la familia Abrocomidae, 9 de las 11 especies de la familia Octodontidae, y la totalidad de las especies que componen las familias Camelidae, Myocastoridae y Microbiotheridae en Sudamérica (véase la figura 1). Es importante señalar que algunas de las especies que pertenecen a estas familias sólo

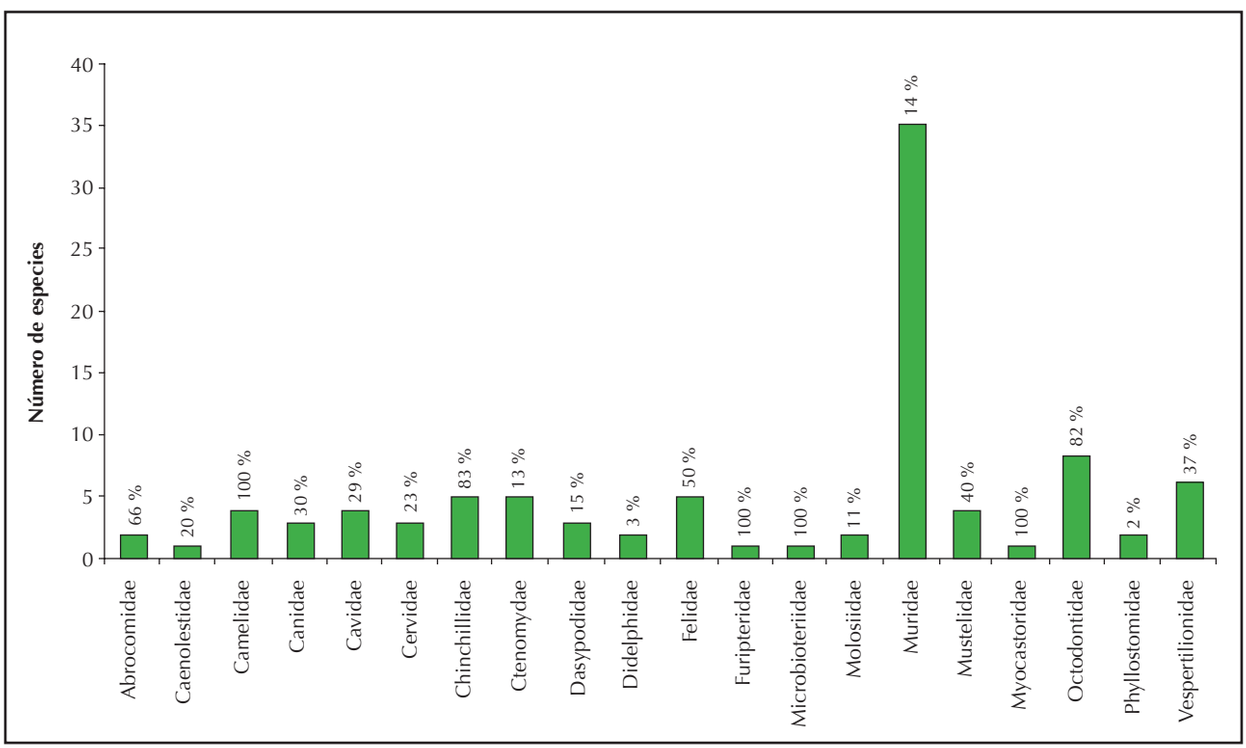
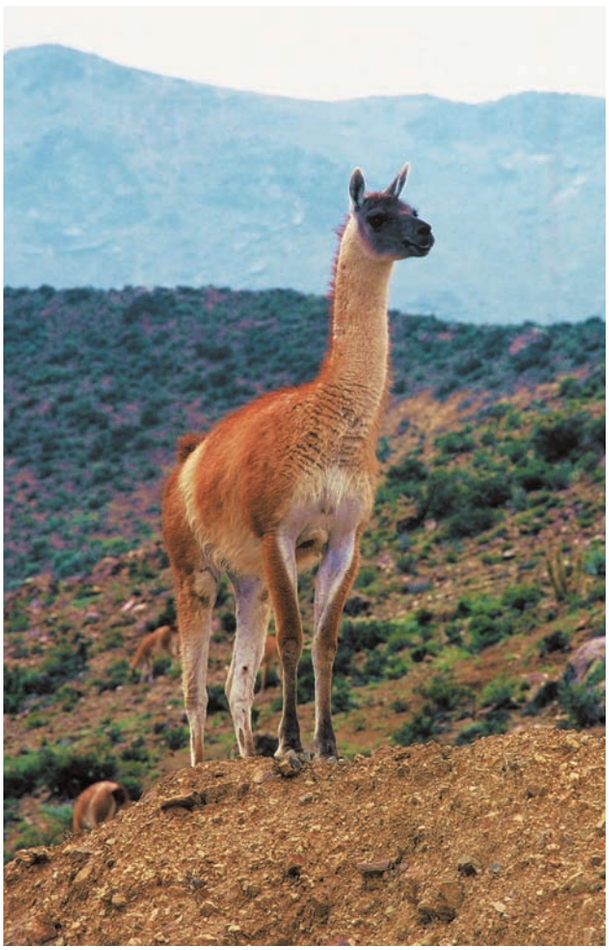


Figura 1. **Riqueza de especies por cada una de las familias de mamíferos terrestres presentes en Chile. El número arriba de las barras indica el porcentaje del total de especies sudamericanas por familia que se encuentran en Chile.**

se encuentran en Chile (endémicas del país) o son propias de regiones ecológicas del sur de Sudamérica, como la puna seca, el matorral y bosque esclerófilo o el bosque templado lluvioso (véase el cuadro 1).

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA

En términos geográficos, la riqueza específica de mamíferos en Chile presenta un patrón latitudinal complejo, que no corresponde a la típica disminución de especies a medida que aumenta la latitud. De hecho, existen dos o tres valores máximos que coinciden con ciertas regiones ecológicas, como la puna y la estepa patagónica (véase la figura 2), o áreas muy especiales de transición faunística como es el sector del río Biobío. En términos de regiones administrativas, se puede observar que la mayor riqueza de especies se encuentra en la Región de Tarapacá (véase la figura 3), debido especialmente a que esta zona es el límite sur de distribución de varias especies de micromamíferos que viven en la zona de la puna o altiplano (véase la figura 2). Entre la VII y la IX Región, existe una gran diversidad de especies asociadas tanto a los ambientes boscosos como a los ambientes de matorral cordillerano. Finalmente, la Región de Magallanes también



Guanaco (*Lama guanicoe*). Especie de camélido que habita principalmente en la cordillera del Norte Grande y las estepas Patagónicas. Sin embargo, aún quedan algunas poblaciones en la cordillera de Chile central. Foto: Mariana Acuña.

Taxa	Número de especies	Taxa	Número de especies
DIDELPHIMORPHIA		XENARTRA	
Thylamys	2	*Chaetophractus*	2
		Zaedyus	1
MICROBIOTHERIA			
Dromiciops	1	RODENTIA	
		Abrothrix	4
PAUCITUBERCULATA		*Akodon*	4
Rhyncholestes (*)	1 (1)	*Andinomys*	1
		Loxodontomys (*)	2 (1)
CARNIVORA		*Auliscomys*	2
Pseudalopex (*)	3 (1)	*Calomys*	1
Galictis	1	*Chelemys* (*)	2 (1)
Lyncodon	1	*Chinchillula*	1
Conepatus	2	*Eligmodontia*	3
Oncifelis	3	*Euneomys*	3
Oreailurus	1	*Galenomys*	1
Puma	1	*Geoxus*	1
		Irenomys	1
ARTIODACTILA		*Neotomys*	1
Hippocamelus	2	*Oligoryzomys*	2
Pudu	1	*Phyllotis* (*)	5 (2)
Lama	3	*Reithrodon*	1
Vicugna	1	*Pearsonomys* (*)	1 (1)
		Cavia	1
CHIROPTERA		*Galea*	1
Platalina	1	*Microcavia*	2
Desmodus	1	*Chinchilla* (*)	2 (1)
Amorphochilus	1	*Lagidium*	3
Tadarida	2	*Myocastor*	1
Histiotus	2	*Aconaemys*	3
Lasiurus	2	*Octodon* (*)	4 (3)
Myotis	2	*Octodontomys*	1
		Spalacopus (*)	1 (1)
		Ctenomys (*)	5 (1)
		Abrocoma (*)	2 (1)

***Cuadro 1.* Número de especies por género en cada uno de los órdenes de mamíferos que habitan en Chile. El (*) muestra los géneros que presentan especies endémicas de Chile.**

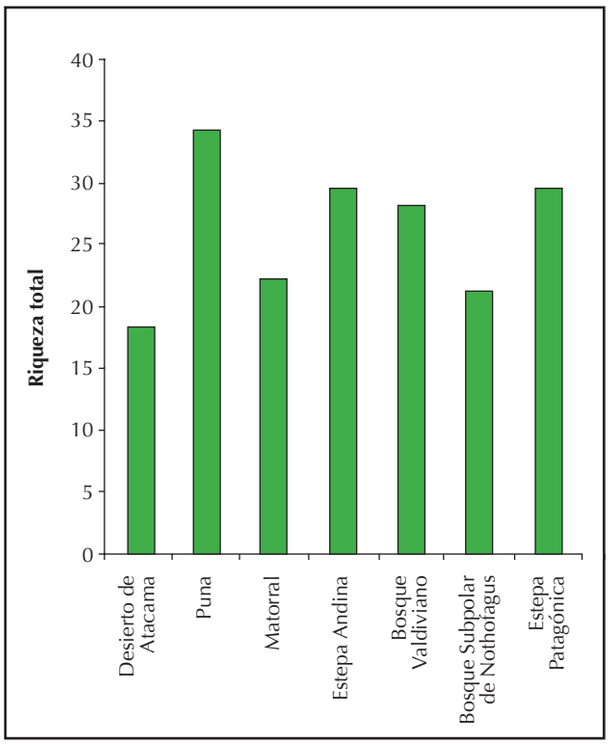


Figura 2. **Riqueza de especies de mamíferos terrestres por región ecológica.**

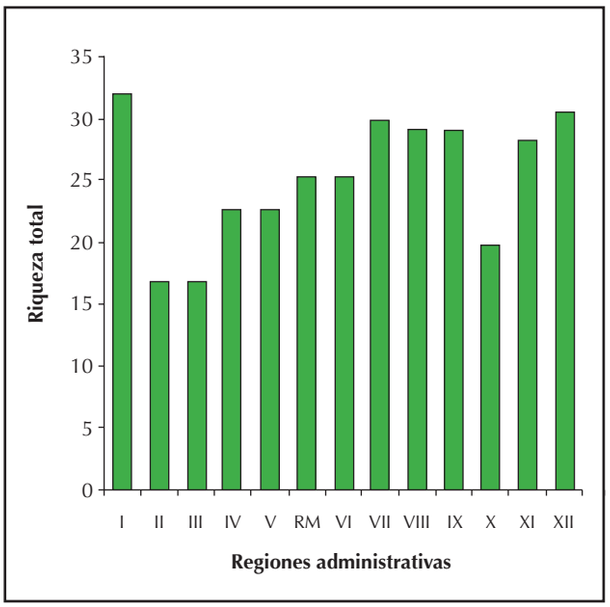


Figura 3.* **Riqueza de especies de mamíferos terrestres por región administrativa.**

presenta un alto número de especies debido a la fauna de mamíferos presente en la ecorregión de la estepa patagónica (véase la figura 2).

Los estudios ecológicos y biogeográficos sobre la diversidad de mamíferos en Chile se han centrado en los ensambles de micromamíferos. Con respecto a ellos se sabe que en la región del desierto costero la mayoría de los ensambles tienen una baja riqueza y existe un gran recambio de especies. Además, se ha observado que en el norte de Chile la riqueza aumenta con la altitud, patrón que ha sido explicado proponiendo al altiplano como un centro generador de especies. Hacia el sur, en el extremo norte de la zona mediterránea, tanto estudios a gran escala geográfica como estudios a largo plazo (Parque Nacional Fray Jorge, Reserva Nacional Las Chinchillas), han mostrado que la diversidad de especies en el ensamble de micromamíferos no fosoriales depende fuertemente de la productividad del sistema, específicamente de variables ambientales como las precipitaciones, la cobertura herbácea del suelo y la cantidad de semillas. En la ecorregión del bosque templado de Chile se ha encontrado que los mismos factores asociados a la productividad de las comunidades explicarían los cambios en la riqueza de micromamíferos. Por ejemplo, se ha mostrado que a partir del volcán Osorno existe una disminución de la riqueza con la latitud, lo que se explicaría por una disminución en la densidad de árboles y el número de troncos caídos (heterogeneidad de hábitat) hacia mayores latitudes. Finalmente, en cuanto a los patrones altitudinales dentro de la ecorregión del bosque templado, se ha registrado que tanto la riqueza como la abundancia disminuyen con la altura, a diferencia de lo encontrado para la zona desértica de Chile y Perú. En resumen, se podría decir que las variables que mejor explican el patrón latitudinal de riqueza de mamíferos de Chile son la productividad o disponibilidad de recursos del sistema y la historia de las biotas (por ejemplo, la historia glacial en el extremo sur y la historia de diversificación reciente de roedores en la puna).

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

La mastofauna de Chile presenta ciertas características biológicas, ecológicas y biogeográficas que la hacen muy particular. En primer término, aunque la riqueza de especies es baja en comparación con otros países de América del Sur, el grado de endemismo es relativamente alto. Por ejemplo, a las 14 especies endémicas que se reconocen en nuestro país (véase el cuadro 1), se pueden sumar otras diez especies propias de la región del cono sur del continente, que sólo se distribuyen marginalmente en países vecinos como Argentina. Con esta suma, podríamos decir que cerca del 25 por ciento de la mastofauna terrestre de Chile presenta una distribución restringida. Asimismo, la mayor parte de nuestra fauna presenta tamaños corporales pequeños, existiendo especies con valores menores o cercanos a 10 gramos para individuos adultos, como es el caso de algunos marsupiales, roedores y quirópteros. Algunas de estas especies de micromamíferos son capaces de regular su metabolismo de acuerdo a las condiciones ambientales, entrando en períodos diarios de baja actividad o sopor; incluso llegan a presentar períodos de hibernación verdadera, como es el caso del monito del monte (*Dromiciops gliroides*). Gran parte de las especies presenta una dieta herbívora, a base de semillas, frutos y tejidos vegetales, aunque también se encuentran especies, carnívoras, insectívoras, omnívoras, fungívoras y hematófagas.

También existen especies altamente sociales como algunos roedores cávidos, chinchíllidos y algunos quirópteros, otras que se reúnen en grupos familiares como camélidos y octodóntidos, y otras solitarias como algunos quirópteros y carnívoros. Existe un grupo importante de especies cursoriales

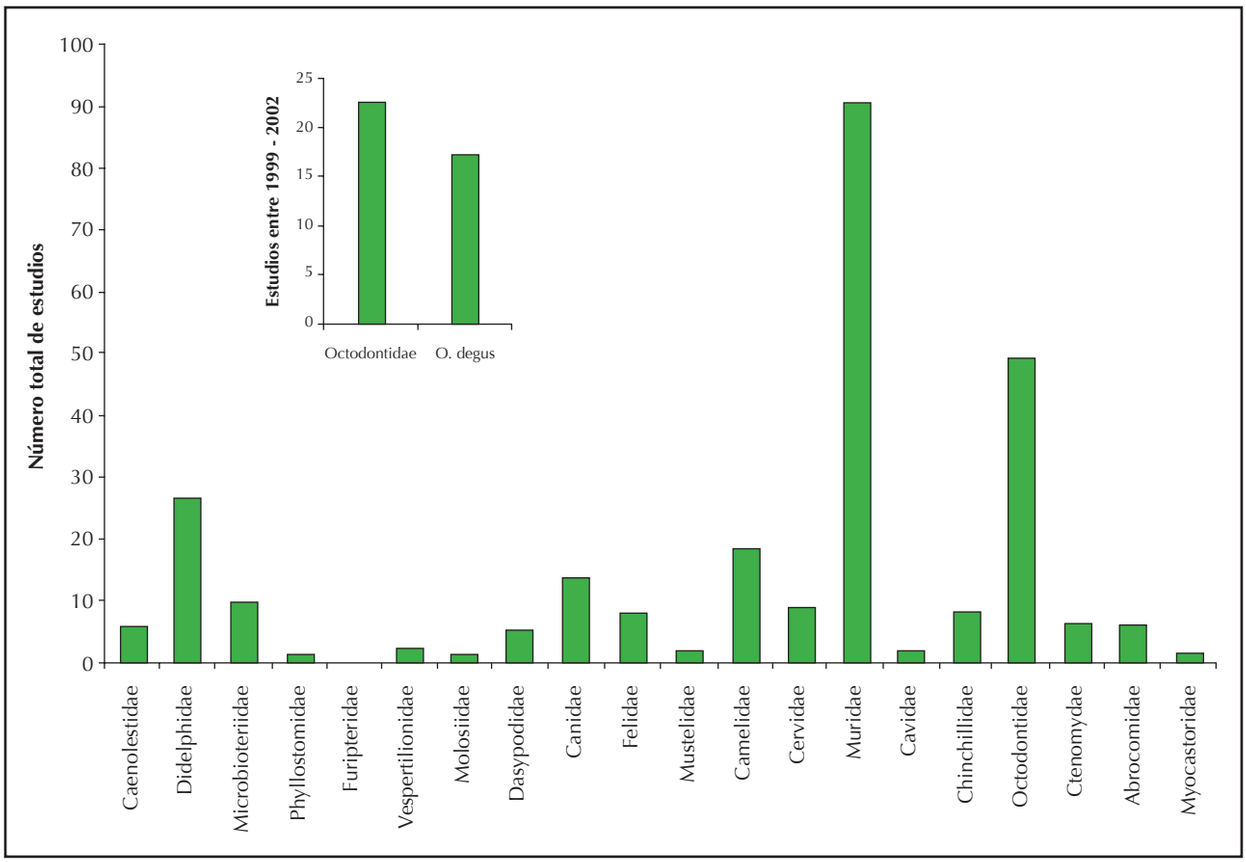
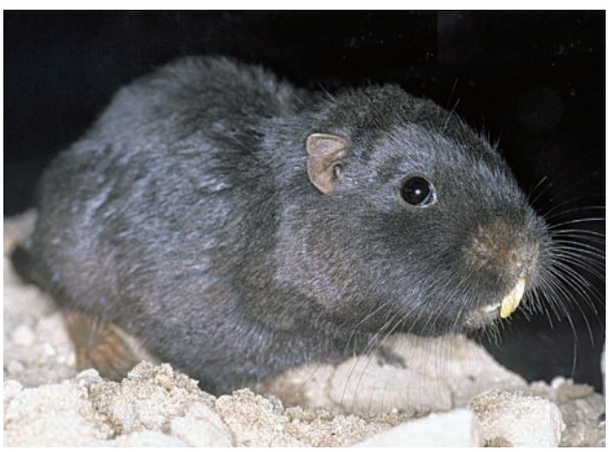


Figura 4. **Número total de trabajos publicados entre 1985 y 2002 en revistas científicas con comité editorial para cada una de las familias de mamíferos terrestres presentes en Chile. El gráfico inserto muestra el número de trabajos entre 1999 y 2002 para la familia Octodontidae y para la especie *Octodon degus*.**



Vizcacha (*Lagidium viscacia*). Especie de roedor herbívoro de gran tamaño que habita principalmente ambientes cordilleranos de Chile. Foto: Mariana Acuña.







***Arriba:* Ratón topo del matorral (*Chelemys megalonyx*). Esta especie es un ratón endémico, semifosorial (que vive bajo tierra, pero también sale al exterior) y muy escaso, que sólo habita en la costa de la zona mediterránea de Chile.** Foto: Yamil Hussein.
***Abajo:* Cururo (*Spalacopus cyanus*). Esta especie es un ratón fosorial estricto, endémico de la zona mediterránea de Chile que habita desde el nivel del mar hasta los 3.000 metros de altitud.** Foto: Yamil Hussein.
***Derecha:* Yaca (*Thylamys elegans*). Una de las cuatro especies de marsupial que existen en Chile. Especie omnívora, frecuente en los matorrales y bosques en Chile central.** Foto: Mariana Acuña.

y cavadoras dentro de los roedores y xenarthras, pero muy pocas especies realmente arbóreas.

Muchas de estas especies tienen un potencial reproductivo bajo —ya que en cada evento de reproducción sólo tienen una o muy pocas crías, como es el caso de algunos quirópteros, xenarthras y artiodáctilos—, sin embargo también hay especies que pueden reproducirse varias veces en el año y que generan muchas crías por camada. Es el caso de algunos roedores múridos, que incluso llegan a niveles de plaga en años de abundancia de alimento.

Finalmente, en términos evolutivos, podemos decir que la mastofauna de Chile está formada principalmente por especies de origen neártico norteamericano (más del 60 por ciento), como la mayoría de los megamamíferos, algunas especies de origen sudamericano temprano (30 por ciento) como los roedores caviomorfos y quirópteros y una pequeña fracción de origen gondwánico (7 por ciento) como los marsupiales caenolestidos y los xenarthra.

SINGULARIDADES EN CHILE

Como ya hemos expresado, Chile no posee una mastofauna extremadamente diversa; sin embargo, en nuestros ambientes terrestres podemos encontrar algunas especies muy particulares. Una de ellas es el marsupial conocido como monito del monte (*Dromiciops gliroides*), el cual es el único representante vivo de un orden taxonómico completo (Microbiotheria). Esta particular especie de marsupial está más emparentada con marsupiales australianos que con sus similares de Sudamérica. Además, en términos biológicos, es la única especie en Chile que hiberna y que posee una bolsa marsupial, y es una de las pocas especies con hábitos arborícolas. Su distribución ha sido ampliada recientemente, llegando a habitar bosques costeros y andinos desde la VII hasta la X Región.

Otro grupo interesante dentro de la mastofauna chilena son los roedores caviomorfos de la familia Octodontidae, tí-

pica de las regiones semiáridas del cono sur de América del Sur. Las especies que habitan en Chile son roedores que pesan entre 100 y 200 gramos, que son buenos cavadores; muchos de ellos pueden vivir bajo tierra y asociarse para vivir en colonias. La mayoría presenta distribuciones geográficas muy restringidas, por lo que 4 de las 9 especies de esta familia que habitan en Chile son endémicas. Entre estas últimas especies se puede destacar al degú (*Octodon degus*), uno de los más bellos y conspicuos roedores de la zona mediterránea de Chile, fácilmente reconocible debido a su abundancia y a sus hábitos diurnos, y al cururo (*Spalacopus cyanus*), una especie de hábitos exclusivamente fosoriales.

Finalmente, la única especie endémica de mamífero mayor que posee Chile es el zorro de Darwin (*Pseudalopex fulvipes*), que merece ser tratada como una singularidad dentro de nuestra mastofauna. Esta especie presenta una distribución geográfica disjunta, es decir, existen poblaciones separadas por varios cientos de kilómetros; una de ellas habita en Nahuelbuta (IX Región) y la más austral ocurre en la Isla Grande de Chiloé (X Región). El zorro chilote es uno de los pocos zorros que habita en ambientes boscosos, lo cual explicaría algunas de sus singularidades morfológicas, como su pequeño tamaño, con un peso de 2,5 a 3,5 kg, pelaje oscuro y patas cortas. Su dieta no sólo incluye insectos y pequeños mamíferos, sino que también frutos de árboles del bosque valdiviano, lo que le confiere además un papel ecológico importante como dispersor de semillas. Estimaciones poblacionales para esta especie indican que no existirían más de 600 individuos en total, lo que la pone en una situación real de peligro de extinción, ya que también se ha descrito que no tolera ambientes intervenidos por el hombre.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Como ya se dijo, a partir de mediados de la década de 1980, ha existido un creciente desarrollo de la investigación mastozoológica en Chile. Desde 1985 y hasta el año 2002 se han publicado más de 260 artículos en revistas científicas sobre la biología y ecología de mamíferos de Chile. Este desarrollo se ha incrementado fuertemente en los últimos años, lo que queda en evidencia al separar el número de publicaciones en los períodos 1985-1998 y 1999-2002. En el primer período se publicaron 150 trabajos en 14 años, mientras que en el segundo período se realizaron 116 en sólo 4 años. Es importante señalar que la investigación se ha concentrado en unas pocas familias de mamíferos y que el desarrollo de nuestro conocimiento sobre las diferentes especies es altamente desigual (véase la figura 4). La gran mayoría de las publicaciones corresponden a estudios realizados en especies o grupos de especies pertenecientes a las familias Muridae, Octodontidae y Didelphidae; es decir, en especies de mamíferos pequeños. Específicamente, muchos de estos estudios corresponden a estudios ecológicos de dos ensambles de micromamíferos en Chile, presentes en la zona del matorral en Chile central y en la zona del bosque valdiviano, en el sur de Chile.

En cuanto a los mamíferos mayores, en los últimos años se han generado una veintena de trabajos sobre la familia Camelidae, la gran mayoría de ellos, sobre el guanaco (*Lama guanicoe*); también hay más de diez trabajos sobre la familia Canidae (zorros) y ocho sobre la familia Felidae (felinos). Sin embargo, existen varias familias en las cuales el desarrollo investigativo ha sido casi nulo, como por ejemplo las familias de murciélagos. Otros grupos donde se ha realizado poca investigación son los mustélidos (quique, chingue, pero no las nutrias), los roedores de la familia Cavidae y los quirquinchos de la familia Dasypodidae. Además, es importante destacar que dentro de las familias más estudiadas el esfuerzo de investigación no es equitativo. Por ejemplo, si bien la familia Octodontidae presenta un número importante de trabajos, la gran mayoría de estos se han realizado sólo en una especie, *Octodon degus* (véase la figura 4), quedando otras especies absolutamente subrepresentadas, como las especies del género *Aconaemys* e incluso otras del mismo género *Octodon*. Dentro de la familia Muridae, existen géneros muy poco estudiados de especies que en general se distribuyen en zonas geográficas distantes como la puna, la región alto-andina y la Patagonia, como es el caso de *Eligmodontia, Euneomys*, *Auliscomys*, *Chelemys, Neotomys, Andinomys*, entre otros.

Finalmente, otra evidencia de que aún falta mucho por investigar es que se siguen describiendo especies de mamíferos en Chile, especialmente micromamíferos como *Pearsonomys annectens* (1992), *Octodon pacificus* (1994) y *Ctenomys coyhaiquensis* (1994). *Loxodomtomys pikunche* es el último mamífero descrito para la ciencia en Chile, en el año 1998. Este micromamífero fue descubierto en un sector tan poblado como el cajón del río Maipo, en la Región Metropolitana. Además, aún se siguen ampliando las distribuciones de especies de mamíferos chilenos, como el monito del monte, *D. gliroides,* o roedores como *G. valdivianus* o *I. tarsalis*, junto a primeros registros de especies para Chile, como es el caso del murciélago de nariz larga, *Platalina genovesium*, en el extremo norte de Chile.

Bibliografía

Bozinovic, F. 2003. Fisiología ecológica y evolutiva. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Jaksic F. 1997. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Miller S. y J. Rotmann. 1976. "Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos". CONAF, Expedición a Chile.

Mella, J. E., J. A. Simonetti, A. E. Spotorno y L. Contreras. 2002. "Mamíferos de Chile". En: Ceballos, G. y J.A. Simonetti (eds.). Diversidad y Conservación de los mamíferos Neotropicales, pp. 151-183.

Muñoz-Pedreros, A., y J. Yáñez. 2000 (eds.). Mamíferos de Chile. Ediciones Cea.

Murúa, R. 1996. "Comunidades de mamíferos del bosque templado de Chile". En *Ecología de los bosques nativos de Chile* (Armesto J.J., C. Villagrán y M.T.K. Arroyo (eds.). Editorial Universitaria, Santiago, Chile, pp. 113-134.

Smith-Ramírez, C., J. J. Armesto y C. Valdovinos. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria.

Spotorno, A.E., H. Cofré, G. Manríquez, Y.A. Vilina, P.A. Marquet y L.I. Walker. 1998. "Una nueva especie de *Loxodontomys*, otro mamífero filotino en los Andes de Chile central". Revista Chilena de Historia Natural, 71: 359-373.

Spotorno, A.E., R.E. Palma, y P. Valladares. 2000. "Biología de roedores reservorios de hantavirus en Chile". Revista Chilena de Infectología, 17: 197-210.

MAMÍFEROS MARINOS

JUAN CAPELLA Y JORGE GIBBONS

Shahmanink se quejaba siempre diciendo que los guanacos eran pequeños y flacos. Kwonype, disgustado, lo transformó en ese animal feroz... matador de ballenas (orca). En adelante cuando veía una poderosa ballena Ohchin, la acometía y la mataba.

Bridges (2000)

Los mamíferos marinos, una denominación funcional más que sistemática, representan un conjunto de cerca de 138 especies en el mundo, agrupados en tres órdenes: Cetacea (delfines, ballenas, marsopas, cachalotes, zifios y mesoplodontes), Sirenia (manatíes y dugongos) y Carnivora (lobos marinos, focas, nutrias, morsa y oso polar). Son animales más o menos heterogéneos en tamaño, aspecto y origen evolutivo, que comparten, en mayor o menor grado, la condición de tener al medio acuático —ya sea marino, estuarino o de agua dulce— como el hogar del que dependen parcial o totalmente para vivir. La mayoría de los mamíferos marinos del mundo pertenece al orden Cetacea (unas 83 especies), que a diferencia del resto de los mamíferos, carecen de pelaje.

En Chile se encuentran 51 especies, un 36 por ciento de la diversidad mundial, con representantes en tres grupos: cetáceos, nutrias y pinnípedos (lobos marinos y focas).



***Delphinus capensis*.** Foto: Juan Capella.



***Arctocephalus australis*.** Foto: Juan Capella.

CONOCIMIENTO HISTÓRICO Y ACTUAL

Históricamente, el conocimiento de los mamíferos marinos en Chile estuvo ligado a su utilización desde antes que Hernando de Magallanes descubriera el país en 1520. Sabemos de esta relación por numerosas evidencias como pictografías de caza de ballenas francas en la quebrada del Médano en la II Región, la navegación en balsas de cuero de lobo común por los changos en todo el norte del país, la construcción de arpones y herramientas de huesos de ballenas por los pueblos canoeros de Chiloé al sur y el relato de caza de ballenas por los kawésqar en el estrecho de Magallanes. Bello ejemplo de su importancia desde antiguo son los mitos sobre una ballena Tempulkalwe que transportaba en su lomo a los espíritus de los muertos desde la costa de Tirúa en dirección al poniente hacia la isla Mocha, donde se encontraba "el mundo de abajo".

El conocimiento posterior generado por los inmigrantes, desde el siglo XVI a nuestros días, estuvo marcado por los cambios en su uso o valor económico. Entre los siglos XVI al XIX se acumuló algo de información de navegantes cuya misión era describir todo lo útil que hubiera en el Nuevo Mundo para sus imperios mandantes. Por ejemplo, para el sector de isla Carlos III en el estrecho de Magallanes, los navegantes reportaron la presencia de ballenas a lo largo de cinco siglos, la primera vez en 1583.

Los descubrimientos de mamíferos marinos fueron seguidos por la caza masiva. Las primeras referencias a explotación comercial se remontan a 1563, cuando Juan Fernández descubre grandes cantidades de lobos marinos finos en el archipiélago que lleva su nombre. La caza de esta especie por parte de ingleses y norteamericanos desde fines del siglo XVII llevó a su aniquilamiento y casi desaparición hacia comienzos del siglo XIX. En la región magallánica, la caza de

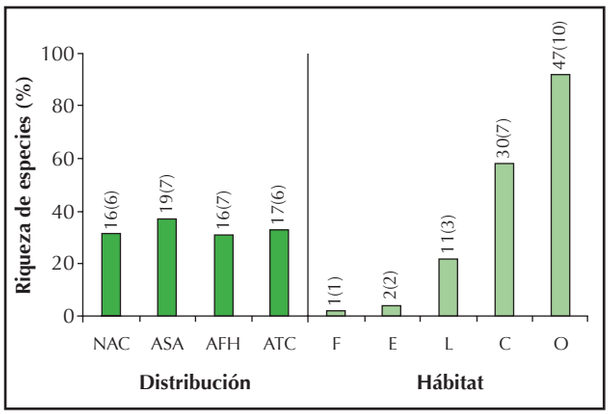


Figura 1. **Riqueza de especies de mamíferos marinos en los ambientes y hábitat donde se distribuyen en Chile. El valor sobre las barras indica el número de especies y entre paréntesis el número de familias. La simbología indica los ambientes: ASA (aguas con afinidad subantártica), AFH (aguas frías de la corriente de Humboldt, ATC (aguas templadas-cálidas), NAC (amplia presencia en todas las aguas nacionales) y los hábitat: sistemas fluviales y lacustres (F), estuarios (E), litoral (L), costero (C) y oceánico (O).**

lobos marinos se remonta a 1790 y a mediados del siglo XIX ya había más de 400 barcos dedicados a esta actividad a lo largo de la costa de Chile.

Una historia similar vivieron las ballenas. El primer barco ballenero en Chile fue el *Amelia* que, entre 1788 y 1790, retornó a puerto con 139 toneladas de aceite. Su éxito y las noticias proporcionadas por James Cook después de su paso por nuestras aguas atrajeron a ingleses y americanos. Las primeras capturas se centraron en la ballena franca austral en aguas de Chile central, pero ya hacia 1860 la disminución en la abundancia de esta y otras ballenas trasladó la actividad hacia el sur. Las balleneras locales en Chile se instalaron poco después de la independencia en 1810, llegando a operar seis estaciones balleneras costeras entre Iquique y el estrecho de Magallanes. Entre 1929 y 1983 se cazaron cerca de 30 mil ballenas en Chile.

Por otra parte, las nutrias también fueron perseguidas al menos desde el siglo XVII, debido al extraordinario valor de su piel, tanto para uso local como para el mercado internacional. Se cazaron miles de ejemplares a lo largo del país hasta bien entrado el siglo XX, y ya desde el siglo XVIII esa práctica era reconocida como un hecho común.

De todo este conocimiento empírico de los cazadores y de los cientos de miles de ejemplares sacrificados quedó poco: en la ciencia, algunas bases acerca de la diversidad de ballenas, lobos marinos, nutrias y focas, y en la literatura, algunos relatos notables de Francisco Coloane. A partir de la labor descriptiva de los primeros naturalistas, se fue cimentando el conocimiento científico posterior acerca de los mamíferos marinos. Desde el trabajo fundador de Ignacio Molina en 1821 donde da cuenta de la existencia de ocho especies de cetáceos para Chile, la información fue aumentando gradualmente por el aporte de distintos autores, especialmente a partir de mediados del siglo XX. Entre los más destacados, se cuentan las recopilaciones y adiciones incorporadas por W. Osgood, P. Yáñez, W. Sielfeld y A. Aguayo, para alcanzar en la actualidad un total de 51 especies reconocidas en el territorio nacional.

Una vez perdida su condición de fuente de riqueza, no es de extrañar que durante el siglo XX el esfuerzo científico por conocer estos grupos en Chile fuera escaso. Su conocimiento actual proviene de estudios basados en información de registros ocasionales de animales varados, enmallados o avistados, esporádicos cruceros de investigación, evaluaciones poblacionales específicas, censos puntuales en el tiempo y el espacio, estudios genéticos ocasionales y esfuerzos aislados. Sin duda que han existido avances importantes en el conocimiento de los mamíferos marinos en Chile en los últimos 50 años, pero el desarrollo de las investigaciones es limitado, fragmentario y en general de corto aliento. Todavía existen muchas especies —en particular tres familias completas de cetáceos como son Ziphiidae (zifios y mesoplodontes), Kogiidae (cachalotes enanos) y Phocoenidae (marsopas)—, que prácticamente no han sido estudiadas.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

En Chile no se ha hecho una revisión del estado sistemático y taxonómico de las especies de mamíferos marinos presentes en el país y dado que la inmensa mayoría habita en amplias regiones del mundo, podemos adoptar la última actualización existente para este grupo a nivel global escrita por Rice en 1998. Desde entonces, se han registrado ocasionales cambios taxonómicos y desacuerdos entre autores sobre el reconocimiento de ciertas familias y géneros y también con algunas denominaciones específicas. En la actualidad, en Chile —excluida la Antártica— se ha reportado la presencia de 51 especies de mamíferos marinos (véase la figura 1) de los órdenes Cetacea (40 especies en ocho familias) y Carnivora (11 especies en tres familias). Las familias que presentan la mayor diversidad de especies son Delpninidae (17), Ziphiidae (10), Balaenopteridae (6) y Otariidae (5 especies).

La diversidad taxonómica de Chile es considerable, un 36 por ciento en relación a la mundial, y comparable a la de países sudamericanos de mayor extensión territorial, como es el caso de Brasil y Argentina. Dentro de la riqueza taxonómica que se encuentra en Chile, es importante destacar dos especies endémicas (sólo habitan en nuestro país): el delfín chileno (*Cephalorhynchus eutropia*), en la costa central y sur, y el lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*), en el archipiélago con ese nombre. Además, se encuentran otras dos especies cuya distribución en el cono sur de Sudamérica abarca territorio de países vecinos en los límites con Chile: la nutria marina o chungungo (*Lontra felina*), con Perú y Argentina, y la nutria de río o huillín (*Lontra provocax*), con Argentina. Para hacerse una idea de cuán reciente es la generación de conocimiento sobre la riqueza de este grupo en Chile basta decir que tres especies de cetáceos, el mesoplodonte pigmeo y el de Travers, y el delfín común de hocico largo, recién fueron reconocidas en aguas chilenas a fines de la década de 1990.



Megaptera novaeangliae. Foto: Juan Capella.



Orcinus orca. Foto: Juan Capella.



***Megaptera novaeangliae* comiendo.** Foto: Juan Capella.

DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DESDE LA GEOGRAFÍA

Este grupo faunístico está íntimamente asociado al mar, por lo que su distribución en buena medida se relaciona con la geografía marina y no con regiones ecológicas continentales o regiones administrativas. En ese sentido, y para efectos descriptivos de la distribución de los mamíferos marinos, se consideraron tres grandes ambientes para las aguas marinas chilenas: 1) masas de agua con afinidad subantártica (ASA) presentes desde la región de Chiloé al sur, incluido el sector de aguas interiores de los fiordos australes, 2) aguas frías de la corriente de Humboldt (AFH) desde Chiloé hasta el límite norte del país, y 3) aguas templadas-cálidas (ATC) ubicadas en el sector de las islas oceánicas (archipiélago Juan Fernández, Isla de Pascua, entre otras) y como cuñas con límites algo dinámicos en el extremo norte del país. Sólo aquellas especies con amplia presencia en cada uno de estos tres ambientes se consideraron con distribución nacional (NAC).

La elevada capacidad de desplazamiento de la mayoría de los mamíferos marinos —particularmente los cetáceos y los pinnípedos—, hace que se encuentren individuos errantes lejos de las áreas de mayor concentración; asimismo, la condición altamente migratoria de muchos de ellos les permite estar habituados a vivir en ambientes bastante diferentes, ocasiona que sea difícil en algunos casos describir un patrón claro de diversidad en relación con la geografía, por lo que debe mirarse este aspecto con cierta flexibilidad. A eso se le suma el conocimiento fragmentario que existe, marcado por un vacío de información en algunas zonas debido a la falta de esfuerzo de muestreo, una mejor información en otras áreas originada por esfuerzos intensivos de registro de más largo aliento y porque la presencia de algunas especies es conocida sólo por restos óseos o ejemplares varados.

En términos geográficos, la riqueza de mamíferos marinos en Chile no presenta un patrón claro (véase la figura 1). Dieciséis especies tienen una amplia distribución nacional, NAC, seis de ellas son cetáceos fuertemente migratorios y otras 18 especies están restringidas a algunos de los tres ambientes marinos: nueve en ASA, siete en ATC y sólo dos en AFH, este último el de mayor extensión en el territorio chileno. Por otra parte, existen 17 especies que se encuentran distribuidas en dos ambientes: siete en ASA-AFH, siete en AFH-ATC y tres en ASA-ATC (véase el cuadro 1). Curiosamente, estas últimas tres especies que son característicamente de aguas subantárticas o antárticas —foca cangrejera (*Lobodon carcinophaga*), lobo fino antártico (*Arctocephalus gazzella*) y zifio de Shepherd (*Tasmacetus shepherdi*)—, también han sido registradas en los territorios insulares oceánicos (véase el cuadro 1). Hay dos especies, foca leopardo (*Hydrurga leptonix)* y foca elefante (*Mirounga leonina*) que no fueron consideradas con una distribución nacional a pesar de existir registros en los tres ambientes marinos, debido a que en su mayoría se trata de observaciones ocasionales de individuos solitarios errantes, salvo una pequeña colonia de foca elefante que es habitual en la XII Región.

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

En Chile se pueden reconocer cinco hábitat principales para los mamíferos marinos y cada especie puede hacer uso de más de uno de ellos (véase el cuadro 1). Estos hábitat son: sistemas fluviales y lacustres (F), estuarios (E), litoral o borde de tierra (L), costero (C) y oceánico (O). De acuerdo a estos hábitat, en Chile hay 21 especies exclusivamente O, 1 exclusivamente C, 17 C y O, 1 C y E, 9 L, C y O, 1 L y C, y 1 F, L, E y C (véanse el cuadro 1 y la figura 1).

La mayoría de las especies presentan una dieta carnívora, en la que se incluye alguno de los siguientes componentes: peces, cefalópodos (calamares y pulpos), zooplancton (krill) y vertebrados mayores (tortugas, aves y mamíferos marinos). La dieta de las nutrias también incluye una mayor variedad de otros invertebrados (moluscos y crustáceos especialmente) y en el caso del huillín, huevos y aves continentales. Con la excepción del huillín en hábitat de agua dulce, el resto de los mamíferos marinos dependen del mar para su alimentación, actividad que realizan por medio del buceo, llevando a cabo la mayoría de las especies una depredación muy activa o, en el caso de las ballenas, un proceso de filtración activo. La mayoría de las especies son buceadoras pelágicas, es decir, sus inmersiones no sobrepasan los 200 a 300 metros de profundidad, aun cuando tienen la capacidad para sumergirse significativamente más. Existe otro conjunto de 12 especies, que incluye a toda la familia Ziphiidae, la foca elefante y el cachalote, que son buceadores de gran profundidad, pudiendo, en el casos de las dos últimas, sumergirse hasta 2 y 3 kilómetros respectivamente. Esto significa que tienen un importante rol dentro del flujo de nutrientes, pues transportan la materia orgánica con rapidez a la superficie, sin lo cual permanecería en ciclos energéticos de profundidad.

El cachalote y la mayoría de las grandes ballenas (familias Balaenopteridae y Balaenidae), exceptuando solamente a la ballena de Bryde, realizan migraciones periódicas entre sus áreas de alimentación en las latitudes altas de las aguas antárticas y sus áreas de reproducción en zonas templadas y tropicales, pudiendo viajar hasta 8.500 kilómetros en un solo tramo, como ocurre con la ballena jorobada.

Entre las especies que se han estudiado está bastante generalizada la existencia de vínculos sociales estrechos y extendidos en el tiempo, especialmente entre los cetáceos de la familia Delphinidae, el cachalote y los lobos marinos. En el caso de las tres familias de ballenas, las especies tienden a ser solitarias, salvo por períodos cortos durante la temporada reproductiva y de alimentación.

Se conoce todavía menos sobre la abundancia de mamíferos marinos que sobre su distribución en el país. La situación más dramática en cuanto a información afecta a 20 especies para las cuales los registros de su presencia en Chile son escasos. Incluso en muchas de ellas se trata de un único registro basado en restos óseos. En estas especies poco conocidas se encuentran cinco pinnípedos (lobo fino antártico y subantártico, foca de Weddell, cangrejera y leopardo), seis Ziphiidae (zifio de Shepherd, Mesoplodonte de Gray, de Héctor, de Blainville, de Travers y pigmeo), cinco delfines (delfín cruzado, delfín listado, común de hocico largo, de diente rugoso y orca pigmea), una marsopa (*Phocoena dioptrica*), dos Kogiidae (cachalote pigmeo y enano) y la ballena franca pigmea. En las especies estudiadas, los datos más recientes indican que la población actual nacional del lobo marino común alcanzaría un total de 94.535 ejemplares, el lobo fino austral, un total de 24.589 ejemplares y el lobo fino de Juan Fernández, cerca de 17.000 ejemplares, este último con un



***Megaptera novaeangliae*.** Foto: Juan Capella.



***Lontra felina*.** Foto: María José Pérez.



***Mirounga leonina*.** Foto: María José Pérez.



Lagenorhynchus obscurus. Foto: Juan Capella.

aumento gradual y sostenido en las pasadas tres décadas. Para cetáceos se dispone de algunos censos aéreos de tonina overa en el sector oriental del estrecho de Magallanes entre 1984 y 1996, que arrojan tamaños variables de la población, con valores que fluctúan entre algunos cientos y algo más de 2.000 ejemplares. También se dispone de estimaciones mediante captura-recaptura de ballenas jorobadas identificadas fotográficamente en el sector de la isla Carlos III en el estrecho de Magallanes, que indican una población ligeramente superior al ciento de animales. La abundancia de las otras especies de cetáceos en Chile no ha sido cuantificada y no se dispone de estimadores confiables. La misma situación sucede con las nutrias.

SINGULARIDADES EN CHILE

A nivel taxonómico, existen dos especies endémicas: el delfín chileno entre la V y XII Región, miembro de un género que cuenta con sólo cuatro especies en el mundo, y el lobo fino de Juan Fernández en el archipiélago de ese nombre. Además, una tercera especie, el huillín, es endémica del sur y extremo austral de Chile y parte del sur de Argentina.

A nivel funcional, cabe destacar cuatro singularidades:

1. En el estrecho de Magallanes se encuentra la única zona de alimentación de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), ubicada al norte de las aguas de la convergencia antártica. Además, estas ballenas son extremadamente fieles a dicha área, retornando cada año un número significativo de individuos, reconocidos mediante fotografías;
2. En las aguas de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (III y IV Región), existe una población de entre 40 y 50 delfines tursión (*Tursiops truncatus*), muchos de ellos residentes en el sector desde hace al menos 18 años;
3. En las aguas frente al golfo Corcovado en Chiloé hay una importante área de alimentación de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*), el único lugar conocido de concentración de esta especie en aguas chilenas, y
4. En el norte de Chile, en aguas oceánicas frente a la I y II Región, se encuentra un área de alimentación de cachalotes (*Physeter macrocephalus*), en la que se reúne un considerable número de ejemplares.

PRINCIPALES FALENCIAS EN SU CONOCIMIENTO

La revisión de la historia del conocimiento de los mamíferos marinos de Chile muestra que este no es neutro, que responde a lo que queremos o necesitamos conocer. Para los selk'nam la predicción de un varamiento de ballenas significaba alimento abundante y esa capacidad la detentaban los chamanes. Para los loberos y balleneros el saber donde y cuando cazar los animales significaba riqueza al retornar a puerto. En este sentido, ¿nosotros, qué necesitamos saber de los mamíferos marinos? ¿Qué es importante en nuestros días? Como se desprende del cuadro 1, en la sección referida a las áreas del conocimiento exploradas con las diferentes especies, pareciera que nada o muy poco del universo de los mamíferos marinos despierta nuestro interés, pues claramente estamos en deuda. De un conocimiento máximo que cubre los 510 casilleros, apenas hemos avanzado —y de

manera parcial en cada uno de ellos— en la generación de información en 128, es decir, un 25 por ciento. Sin embargo este paisaje de escasez parece comenzar a cambiar como resultado de una reorientación de la corriente principal de los intereses de nuestra sociedad en dos áreas:

1. Preocupación por la conservación de la naturaleza, en general, y la biodiversidad, en particular. Nuestras actividades ponen en riesgo la naturaleza, así como nuestra propia integridad. Sin embargo, sabemos muy poco de la abundancia, las tendencias de las poblaciones y las amenazas para su conservación en especies promisorias para actividades comerciales sostenibles (la observación recreativa en su propio medio, por ejemplo), en hábitat protegidos o próximos a serlo ya que es información vital para el manejo de estas áreas, y finalmente en zonas de alto impacto de actividades humanas (como el cultivo de salmón y otros, infraestructura costera, tránsito y transporte de productos potencialmente nocivos, pesquerías). En relación a las tendencias, existen aún muy pocos trabajos orientados a seguir poblaciones de mamíferos marinos en una misma área marina durante períodos prolongados, de tal forma que se puedan hacer comparaciones en el tiempo y entre áreas.

Entre las principales amenazas detectadas y que no han tenido una evaluación precisa y de largo aliento están las siguientes:

a. La ocurrencia de caza para consumo de pequeños cetáceos (marsopa espinosa, delfín oscuro y tursión en el norte de Chile y delfín chileno para la zona centro-sur,

b. La caza de delfín austral, delfín chileno y lobos marinos a partir de la década de 1970 en la región magallánica para usarlos como carnada de las trampas de pesca de centolla,

c. La pesquería de albacora del norte de Chile en la que ocurrirían enmalles de pequeños cetáceos,

d. La interacción —al parecer perjudicial para el rendimiento pesquero del hombre—, de orcas, cachalotes y calderones grises con la pesquería de bacalao de profundidad en la zona sur y central,

e. La mortalidad de mamíferos marinos y otros problemas asociados a la salmonicultura en Chile,

f. La contaminación aguda por derrames de petróleo (como la del buque tanque *Metula* en el estrecho de Magallanes, en 1972, y la de Antofagasta, en 2005), la contaminación crónica por explotación minera, vertidos industriales y urbanos y los desechos sólidos de las embarcaciones de todo tipo,

g. Los efectos de fenómenos climático-oceanográficos, tales como el fenómeno El Niño y el derretimiento de ventisqueros en los fiordos australes del país, en relación a la disponibilidad alimentaria para poblaciones de mamíferos marinos.

2. Creciente valor económico de la industria del avistamiento turístico de ballenas, delfines y lobos marinos. Esta es una actividad sostenible que genera enormes recursos en el mundo. En Chile los mamíferos marinos son utilizados como recursos turísticos sólo de manera marginal, sin monitoreos a largo plazo ni planes de manejo. Están los casos de una pequeña colonia de foca elefante en el seno Almirantazgo, Tierra del Fuego, una pequeña población del delfín tursión en la Reserva Pingüino de Humboldt en la III y IV Región, la temporada de alimentación de las ballenas jorobadas en el estrecho de Magallanes, la zona de alimentación de la ballena azul frente al golfo Corcovado y las agrupaciones de delfín austral en las inmediaciones de Punta Arenas. El reconocimiento de esta tendencia y de las necesidades futuras ha motivado la creación en 2003 del Parque Marino Francisco Coloane para la regulación del turismo de ballenas jorobadas.

Mirando al futuro cabe preguntarse si además de los dos grandes cambios en la forma de valorizar la naturaleza y los mamíferos marinos mencionados arriba, surgirá una nueva perspectiva que integre los mamíferos marinos como habitantes de un mundo donde la ciencia básica tenga un lugar central.

Bibliografía

Aguayo, A., D. Torres y J. Acevedo. 1998. "Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetácea". Ser. Cient. Inach 48: 19-159.

Gibbons, J., J. Capella & C. Valladares. 2003. "Rediscovery of a hump back whale, Megaptera novaeangliae, feeding ground in the Straits of Magellan, Chile". Journal of Cetacean Research and Management, 5(2): 203-208.

Gibbons, J., F. Gazitúa y C. Venegas. 2000. "Cetáceos del estrecho de Magallanes y senos Otway, Skyring y Almirantazgo". Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Nat. (Chile), 28: 107-118.

Goodall, R.N.P. 1994. "Chilean dolphins Cephalorhynchus eutropia (Gray, 1846)". In: S.H. Ridgway & S.R. Harrison (eds.), *Handbook of marine mammals*, vol. 5. San Diego: Academic Press, pp. 269-287.

Hucke-Gaete, R., L.P. Osman, C.A. Moreno, K.P. Findlay & D.K. Ljungblad. 2004. "Discovery of a blue whale feeding and nursing ground in southern Chile". Proc. R. Soc. Lond. Ser. B (Sup pl.) Biology Letters, 271: S170-S173.

Martinic, M. 1977. "Antecedentes históricos sobre la caza de cetáceos en Chile". Anales Instituto Patagonia (Chile), 8: 313-315.

Torres, D., A. Aguayo y J. Acevedo. 2000. "Los mamíferos marinos de Chile: II. Carnivora". Ser. Cient. Inach, 50: 25-103.

Sielfeld, W. 1983. *Mamíferos marinos de Chile*. Ediciones de la Universidad de Chile, Editorial Universitaria, Santiago. 199 pp.

Sielfeld, W. y J.C. Castilla. 1999. "Estado de conservación y conocimiento de las nutrias en Chile". Estud. Oceanol. 18: 69-79.

Páginas siguientes:
Cuadro 1. **Familias y especies de los dos órdenes de mamíferos marinos que habitan en Chile. Para cada especie se incluye su distribución, hábitat y área del conocimiento donde se han realizado estudios. El detalle de la simbología se encuentra en el texto principal.**

Páginas subsiguientes: **La ballena franca austral (*Eubalaena australis*) recibió protección mundial en 1936 por encontrarse al borde de la extinción. Por su aspecto y características externas es inconfundible, alcanza una longitud total entre 15 y 20 metros, es corpulenta y carece de aleta dorsal. Los animales de esta especie son migratorios y de desplazamiento muy lento. Preferentemente habitan en aguas antárticas donde se alimentan principalmente de krill y visitan aguas subtropicales en las que se reproducen en período de verano; su gestación dura unos 11 meses.** Foto: Andrés Morya.

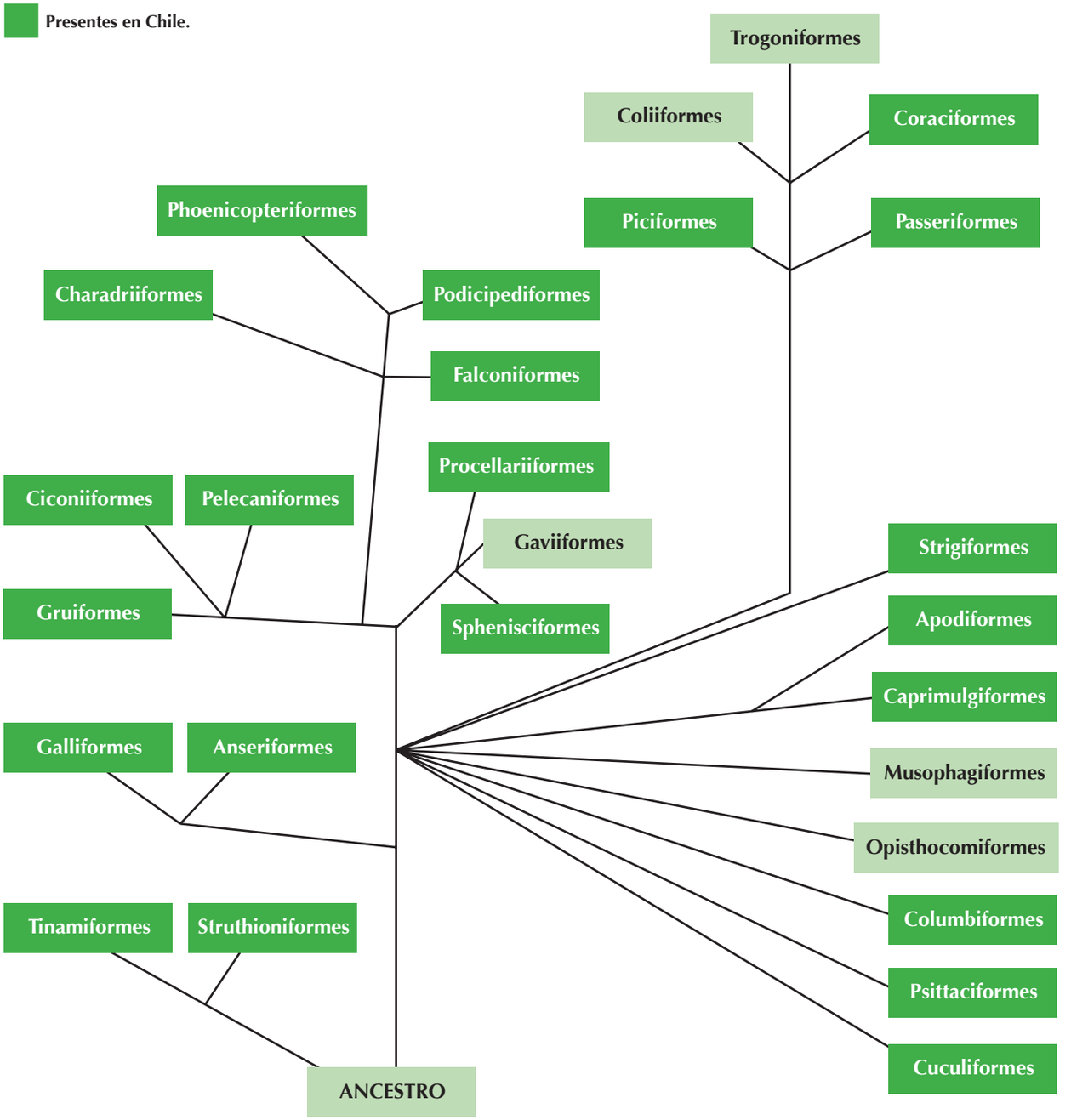
					ESTUDIOS									
Orden / Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**Hábitat**	**Biogeografía**	**Morfología**	**Sistemática**	**Ecología**	**Genética**	**Comportamiento**	**Historia natural**	**Conservación**	**Paleontología**	**Fisiología**
CARNIVORA	*Arctocephalus australis*	Lobo fino sudamericano	ASA, AFH	L, C, O	■	-	-	■	-	■	■	-	-	-
Otariidae	*Arctocephalus gazzella*	Lobo fino antártico	ASA, ATC	L, C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Arctocephalus philippii	Lobo fino de Juan Fernández	ATC, AFH	L, C, O	■	-	-	■	■	■	■	■	-	■
	Arctocephalus tropicalis	Lobo fino subantártico	ATC	L, C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otaria flavescens	Lobo común sudamericano	NAC	L, C, O	■	-	-	■	-	■	■	■	-	-
Phocidae	*Hydrurga leptonix*	Foca leopardo	ASA, AFH, ATC	L, C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Leptonychotes weddellii	Foca de Weddell	ASA	L, C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lobodon carcinophaga	Foca cangrejera	ASA, ATC	L, C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mirounga leonina	Foca elefante	ASA, AFH, ATC	L, C, O	■	-	-	-	-	-	■	-	-	-
Mustelidae	*Lontra felina*	Chungungo o nutria marina	NAC	L, C	■	■	-	■	-	■	■	■	-	■
	Lontra provocax	Huillín o nutria de río	AFH, ASA	FL, L, E, C	■	■	-	■	-	■	■	■	-	■
CETACEA	*Balaenoptera musculus*	Ballena azul	NAC	O, C	■	-	-	■	-	-	■	-	-	-
Balaenopteridae	*Balaenoptera physalus*	Ballena de aleta	NAC	O, C	■	-	-	■	-	-	-	-	-	-
	Balaenoptera borealis	Ballena sei	NAC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Balaenoptera edeni	Ballena de Bryde	AFH, ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke antártica	NAC	O, C	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	NAC	C, O	■	-	-	■	■	■	■	■	-	-
Balaenidae	*Eubalaena australis*	Ballena franca austral	NAC	C, O	■	-	-	-	-	■	■	-	■	-
Neobalaenidae	*Caperea marginata*	Ballena franca pigmea	ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Delphinidae	*Cephalorhynchus commersonii*	Tonina overa	ASA	C, O	■	-	■	■	■	-	-	■	-	-
	Cephalorhynchus eutropia	Delfín chileno	AFH, ASA	C, E	■	■	■	■	■	■	■	■	-	-
	Delphinus capensis	Delfín común de hocico largo	ATC	C, O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Delphinus delphis	Delfín común	ATC, AFH	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-

					ESTUDIOS									
Orden / Familia	**Especie**	**Nombre común**	**Distribución**	**Hábitat**	**Biogeografía**	**Morfología**	**Sistemática**	**Ecología**	**Genética**	**Comportamiento**	**Historia natural**	**Conservación**	**Paleontología**	**Fisiología**
CETACEA	*Lissodelphis peronii*	Delfín liso del sur	NAC	O, C	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lagenorhynchus australis	Delfín austral	ASA, AFH	C, O	■	-	■	■	■	■	■	■	-	-
	Lagenorhynchus cruciger	Delfín cruzado	ASA	O	■	■	-	■	-	-	-	-	-	-
	Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	NAC	O, C	■	■	■	-	-	-	■	■	-	-
	Tursiops truncatus	Tursión	AFH, ATC	O, C	■	-	-	■	■	■	■	■	-	-
	Steno bredanensis	Delfín de diente rugoso	ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Orcinus orca	Orca	NAC	C, O	■	-	-	-	-	-	■	-	-	-
	Globicephala melas	Calderón negro de pectoral larga	NAC	O, C	■	-	-	-	-	-	■	-	-	-
	Globicephala macrorhynchus	Calderón negro de pectoral corta	ATC	O, C	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pseudorca crassidens	Orca falsa	NAC	C, O	■	-	-	■	-	-	■	-	-	-
	Feresa attenuata	Orca pigmea	ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Grampus griseus	Calderón gris	AFH, ATC	O, C	■	-	-	■	-	-	■	-	-	-
Physeteridae	*Physeter macrocephalus*	Cachalote	NAC	O	■	■	-	■	-	■	■	-	-	-
Kogiidae	*Kogia breviceps*	Cachalote pigmeo	AFH, ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kogia sima	Cachalote enano	AFH	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ziphiidae	*Ziphius cavirostris*	Zifio de Cuvier	NAC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon densirostris	Mesoplodonte de Blainville	AFH, ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon grayi	Mesoplodonte de Gray	ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon peruvianus	Mesoplodonte pigmeo	AFH	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon hectori	Mesoplodonte de Héctor	ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon layardii	Mesoplodonte de Layard	ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mesoplodon traversii	Mesoplodonte de Travers	ATC	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hiperoodon planifrons	Hiperodonte del sur	ASA, AFH	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Berardius arnuxii	Zifio de Arnoux	ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tasmacetus shepherdi	Zifio de Shepherd	ATC, ASA	O	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phocoenidae	*Australophocoena dioptrica*	Marsopa antiojillo	ASA	C	■	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	NAC	C, O	■	■	-	-	-	-	■	■	■	-





ÓRDENES DE AVES EN EL MUNDO



Bibliografía

Cooper, A., C. Lalueza-Fox, S. Anderson, A. Rambaut, J. Austin, and R. Ward. 2001. Complete mitochondrial genome sequences of two extinct moas clarify ratite evolution. Nature 409: 704-707.

Cracraft, J., F. Keith Barker, M. J. Braun, J. Harshman, G. Dyke, J. Feinstein, S. Stanley, A. Cibois, P. Schikler, P. Beresford, J. García-Moreno, M. D. Sorenson, T. Yuri, and D. P. Mindell. 2004. Phylogenetic Relationships Among Modern Birds (Neornithes): Toward an Avian Tree of Life, pp. 468-489 in Cracraft, J. and M. J. Donoghue (eds.), Assembling the Tree of Life. Oxford University Press, New York.

Harrath, O., and A. J. Baker. 2001. Complete mitochondrial genome sequences of extinct birds: ratite phylogenetics and the vicariance biogeography hypothesis. Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences 268: 939-945.

AVES TERRESTRES

YERKO VILINA Y HERNÁN COFRÉ

El grupo de las aves incluye más de 9.000 especies que se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de plumas, las mandíbulas modificadas en un pico córneo y porque casi todos los grupos presentan una adaptación completa al vuelo, lo que repercute en su anatomía y su fisiología. Todas las aves son bípedas, presentan corazón con cuatro cámaras y los pulmones están conectados a estructuras especiales llamadas sacos aéreos. Las aves son organismos endotermos que presentan muy pocas glándulas cutáneas y que se reproducen por huevos. En la gran mayoría de las especies, el macho no posee órgano copulador. Las aves poseen un gran desarrollo del cerebro y de los órganos de los sentidos, son altamente sociales, presentan conductas de cortejo, cuidado parental y cerca de la mitad de las especies presentan algún tipo de migración.

En este capítulo se resume la información disponible sobre la diversidad de aves terrestres de Chile, entendiendo por ave terrestre aquella que puede realizar su ciclo de vida completo sin necesidad de habitar ambientes acuáticos o marinos.

HISTORIA DEL CONOCIMIENTO EN CHILE

La historia de la ornitología chilena no está aún escrita, por lo tanto aquí resumimos parcialmente la historia de cómo hemos avanzado en el conocimiento de las aves terrestres de Chile. Paralelamente, es preciso reconocer que probablemente los pueblos originarios conocieron bastante bien estas especies de vertebrados, lo que está representado en su cultura, ya sea por la toponimia de algunos lugares, por formar parte de su mitología, porque les sirvieron de recursos alimentarios o porque sus plumas formaron acaso parte de sus atuendos.

En cuanto al conocimiento aportado por los primeros autores clásicos que dan cuenta de la diversidad natural de Chile, se debe necesariamente mencionar al abate Juan Ignacio Molina, a Claudio Gay y a Rodulfo Amando Philippi, período que abarca desde 1782 hasta 1904 aproximadamente. Una segunda etapa que podríamos reconocer se inicia con la obra "Las aves de Chile y su clasificación moderna", del padre Rafael Housse (1883–1963), quien resume en forma anecdótica el conocimiento que hasta ese momento existe sobre las aves que habitan en el país. Durante este período contribuyen a su conocimiento también Carlos S. Reed (1888-1949) y Rafael Barros (1890-1970), entre otros. Una tercera etapa está determinada por la obra "Las aves de Chile: su conocimiento y sus costumbres", de los autores J. D. Goodall, A. W. Jonson y R. A. Philippi, quienes en 1946 publican el primer volumen de esta obra, que está dedicado fundamentalmente a las aves terrestres. Luego, en 1951, publican el segundo volumen, en el cual incorporan a las aves acuáticas continentales y marinas, pero también a algunas terrestres, como las aves rapaces. Esta relevante información, cualitativamente superior a todo lo conocido hasta entonces, es aumentada por medio de la publicación de dos suplementos, en 1957 y 1964, respectivamente. En esta etapa, cada vez más profesional, resalta la obra de Braulio Araya y Guillermo Millie: "Guía de Campo de las Aves de Chile", quienes en 1986 resumen de forma muy precisa y rigurosa, la presencia de cada especie en el país, su distribución, incluso a nivel de subespecies.

Posteriormente dos estudiosos daneses, J. Fjeldsa y N. Krabbe en 1990 publican de "Birds of the High Andes", en donde se describen las aves que habitan los Andes, incorporando a la gran mayoría de las especies de aves terrestres y acuáticas continentales que habitan en Chile. Esta obra entrega información sobre la biología básica de cada especie, su distribución y migraciones, considerando a las subespecies, todo lo anterior acompañado con hermosos dibujos en colores de cada especie e incluso subespecies, pintados por el Dr. Fjeldsa.

Finalmente, la etapa actual es muy prolífica, con numerosos estudiosos de las aves, muchos de ellos dedicados a las aves terrestres, con particular énfasis en aquellas que habitan el bosque templado, algunos dedicados a las migraciones y otros aspectos de gran relevancia como son los efectos de fragmentación y reemplazo de los bosques nativos por monocultivos boscosos de especies exóticas de interés económico. Esta productividad científica es muy fructífera y permitirá realizar planes de conservación de estas aves, los cuales son necesarios, y en algunos casos, urgentes.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

La taxonomía actual reconoce más de 20 órdenes agrupados en dos superórdenes: Paleognathae y Neognathae. En el primer grupo se incluyen dos órdenes de formas primitivas, terrestres con poca o nula capacidad de volar: Tinamiformes (perdices) y Struthioniformes (ñandúes, avestruces y emúes). El superorden Neognathae incluye la mayoría de los órdenes de aves actuales. Algunos de los órdenes de aves terrestres más diversos son los apodiformes (colibríes y vencejos), los piciformes (carpinteros), los psitaciformes (loros) y los passeriformes (aves cantoras).

De las más de 460 especies de aves que se han descrito para Chile, se puede decir que cerca de 213 utilizan ambientes terrestres como estepas, matorrales, bosques, y desiertos. Estas especies pertenecen a 13 órdenes, 35 familias y 119 géneros (véase el cuadro 1).

En general, Chile es un país con poca representación de especies de órdenes de aves terrestres bastante diversos como los apodiformes (10 en Chile, más de 420 en el mundo), los piciformes (4 en Chile, más de 410 en el mundo), o los psitaciformes (4 en Chile, más de 360 en el mundo). Dentro de los passeriformes, el orden más diverso dentro de las aves con cerca de 5.000 especies, existe una tendencia similar en términos de la representación de especies en Chile. En general, el número de especies por familia (por ejemplo, Tyrannidae, Fringillidae o Emberizidae), no sobrepasa el 5 por ciento de la diversidad mundial. Una excepción a esta baja diversidad la constituyen las familias endémicas de Sudamérica: Furnariidae y Rhinocriptidae, donde la riqueza que se observa en Chile corresponde aproximadamente al 10 y al 28 por ciento del total de especies que existen en América del Sur, respectivamente (véase el cuadro 1).

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA

En términos geográficos, la diversidad de especies de aves terrestres se ajusta al patrón unimodal típico que ha sido descrito para otros taxa en Chile como árboles, arbustos y mamíferos (véase la figura 1). En los valles del extremo norte, así como en la puna de la I Región es posible encontrar cerca de 75 especies de aves terrestres; sin embargo, esta riqueza disminuye a menos de 65 especies en la II Región. A partir de los 28 grados de latitud, existe un incremento en el número de especies, el cual llega a su máximo cerca de la latitud 36 grados, lo que corresponde a la zona sur de la región mediterránea y comienzos de la región del bosque templado. A partir de los 38 grados comienza un descenso en la riqueza de especies que finalmente presenta los menores valores en los bosques del extremo sur del continente. Si ahora estudiamos el número total de especies de aves terrestres que se pueden encontrar en las diferentes regiones ecológicas de Chile podemos ver que es justamente en la región mediterránea y en la puna donde se presentan los mayores valores de especies, seguidas del desierto costero y la estepa patagónica (véase la figura 2). Las grandes riquezas totales que presentan las regiones de la puna y el desierto costero no se reflejan en el patrón latitudinal muy probablemente debido a que las especies que allí habitan presentan distribuciones muy restringidas, lo que hace que exista un alto recambio de especies a través de las regiones de la zona norte.

En términos de endemismos en la región continental de Chile existen nueve especies endémicas, las que se concentran en la región mediterránea o del matorral esclerófilo. Estas son: el picaflor de Arica, *Eulidia yarrellii*, que habita en esta ciudad y sus alrededores, aunque existirían registros —no recientes— de su presencia en los valles de la ciudad peruana de Tacna; la chiricoca (*Chilia melanura*), que habita entre el sur de la III Región hasta la VI Región. Aves endémicas de la región mediterránea de Chile son la perdiz (*Nothoprocta predicaria*), la turca (*Pteroptochos megapodius*), el tapaculo (*Scelorchilus albicolis*), la tenca (*Mimus thenca*), y el canastero (*Asthenes humilis*), del cual existen registros probables en Argentina, que deben ser confirmados. Otras dos especies asociadas al bosque templado y que no han sido registradas

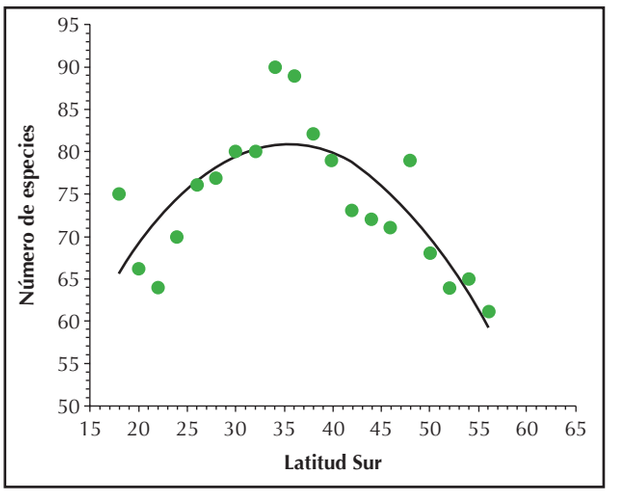


Figura 1. **Número de especies por cuadrícula de 2º de lado, en función del gradiente latitudinal.**

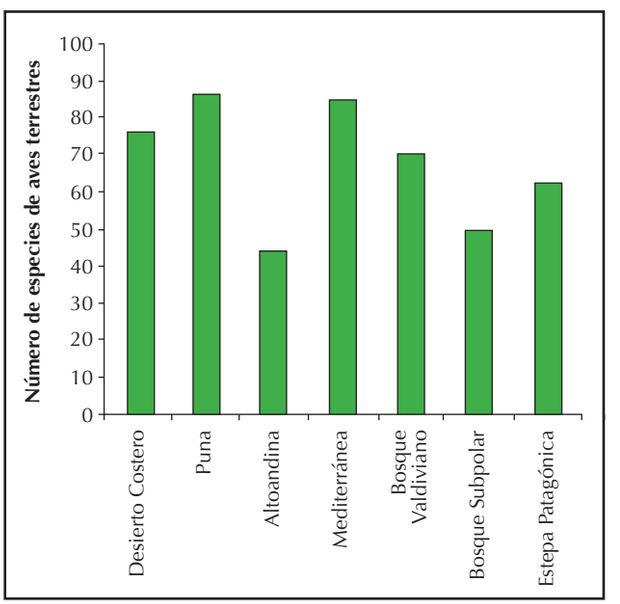


Figura 2. **Número de especies presentes en las distintas ecorregiones de Chile.**



Águila (*Geranoaetus melanoleucus*). Esta especie es uno de los depredadores más importante dentro del ecosistema de la región mediterránea de Chile. Foto: Mauricio Páez.



Tenca (*Mimus tenca*). Especie endémica de la zona mediterránea de Chile, abundante en las zonas de matorral y espinal.
Foto: Mariana Acuña.

en Argentina son el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*) y el huet-huet castaño (*Pteroptochos castaneus*).

En las islas del archipiélago Juan Fernández habitan otras tres especies que son endémicas de estas islas y en consecuencia también del país. Tal es el caso del picaflor de Juan Fernández (*Sephanoides fernandensis*), el rayadito de Más Afuera (*Aphrastura masafuerae*), sólo presente en isla Más Afuera (actual Alejandro Selkirk), y el cachudito de Juan Fernández (*Anairetes fernandezianus*). En este archipiélago existen también algunas subespecies endémicas de especies que habitan también en el continente, como por ejemplo, la del cernícalo (*Falco sparverius fernandensis*) y del churrete (*Cinclodes oustaleti baeckstroemii*). Respecto a endemismos en las otras islas oceánicas de Chile, sólo se ha reportado la presencia de algunas de las subespecies endémicas del archipiélago Juan Fernández, como es el caso del aguilucho (*Buteo polyosoma exsul*), en las islas Desventuradas. En la isla Salas y Gómez no se han reportado aves terrestres, lo cual se relaciona con el pequeño tamaño de esta isla y la escasa vegetación que se desarrolla en ella. Lamentablemente, la fauna de aves terrestres que existió naturalmente en Isla de Pascua fue extinta por los primeros colonizadores y actualmente sólo existen aves introducidas desde el continente.

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

A diferencia del hemisferio norte, las aves terrestres que habitan en Chile no migran formando grandes bandadas, sino aparentemente en forma solitaria y probablemente de noche, lo que hace más difícil detectar estas migraciones. Tampoco ocurre esto con las especies de aves rapaces diurnas, que en Europa y África migran en gran número, constituyendo un importante atractivo turístico. Sin embargo, varias de estas especies realizan estos desplazamientos caracterizados por ser estacionales, generalmente de largas distancias y modulados por complejos procesos fisiológicos, en que participan hormonas.

El fío-fío (*Elaenia albiceps*), probablemente constituye la especie más conocida y estudiada a este respecto. Durante la primavera arriba a gran parte del país, en donde nidifica y desaparece durante fines del verano e inicios del otoño, pasando el invierno probablemente en la Amazonía. Otra especie que migra es la viudita (*Coloramphus parvirostris*), la cual se reproduce en el extremo sur del país, asociada a los bosques de robles, lengas y coigües (*Nothofagus* spp.) y se desplaza principalmente hacia el centro del país durante los inviernos, donde se asocia al bosque esclerófilo, principalmente a quebradas con maitenes y quillayes. El picaflor

gigante (*Patagonas gigas*), arriba durante la primavera al centro del país, donde nidifica y migra hacia el Ecuador durante el otoño. En el norte, el comesebo de los tamarugales (*Conirostrum tamarugense*), migra desde los bosques de tamarugos donde se reproduce, hacia las regiones arbustivas de la prepuna, donde pasa el invierno. Una migración similar la realiza la dormilona tontita (*Muscisaxicola macloviana*), que se reproduce en la región altoandina de los Andes centrales y desciende a las planicies costeras y de los valles centrales durante el invierno. El halcón peregrino (*Falco peregrinum tundrius*), llega todos los veranos desde el hemisferio norte; no nidifica en Chile y regresa durante el otoño. Para varias otras especies, el patrón migratorio es menos conocido y está sujeto a discusiones. Es el caso del picaflor común (*Sephanoides sephanoides*), que realizaría migraciones similares a la viudita, pero con algunas poblaciones que serían residentes en Chile centro-sur. Algo parecido ocurriría con el diucón (*Xolmis pyrope*). Además de los mencionados, existen varios otros ejemplos de la ocurrencia de estos procesos, muchos de ellos escasamente estudiados.

Respecto al rol ecológico que desempeñan las aves terrestres, aunque estos son muy diversos y han sido poco estudiados, recientemente se ha avanzado bastante en el conocimiento sobre algunos de los procesos ecológicos en que participan las aves en los bosques australes. Ejemplos de ello son algunos mutualismos, como, por ejemplo, el rol clave que desempeña el fío-fío como dispersor de las semillas de algunas especies arbóreas, y el del picaflor, como agente polinizador de varias especies de plantas. También es el caso de algunas aves insectívoras, como el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), y el pitío (*Colaptes pitius*), que actúan como reguladores de las poblaciones de insectos xilófagos. Estos estudios han permitido establecer fehacientemente que la composición y estructura del bosque templado sería muy distinta si la estructura de los ensambles de las aves terrestres fuese otra. Interesantes son también los avances que se han reportado con respecto a los ensambles de aves que habitan en los bosques exóticos, como, por ejemplo, en los bosques de pino. En este caso, los resultados obtenidos muestran que no todas las especies de aves se ven afectadas negativamente por el reemplazo del bosque nativo; no obstante, algunas de las especies sí dependen del bosque nativo, como aquellas que requieren cavidades en los árboles para nidificar.

Finalmente, en el caso de las aves rapaces existen trabajos sobre su ecología, especialmente en el ensamble que habita la zona semiárida de Chile. En esta región, Jaksic y otros han demostrado que tanto la diversidad del ensamble de aves rapaces como el número de especies de presas por cada depredador dependen en gran medida de la productividad del sistema, lo que en último término depende de la cantidad de lluvias que se registren en el año (años lluviosos o El Niño versus años secos o La Niña).

Cuadro 1. **Representación de taxa de aves presentes en Chile.**

Orden	Familia	Géneros	Especies (endémicas)
Struthioniformes	1	1	1
Tinamiformes	1	3	6 (1)
Ciconiiformes	2	4	5
Falconiformes	2	9	18
Charadriiformes	4	5	7
Columbiformes	1	4	9
Psittaciformes	1	3	4 (1)
Strigiformes	2	5	7
Caprimulgiformes	1	2	2
Apodiformes	2	9	10 (1)
Coraciformes	1	2	2
Piciformes	1	3	4
Paseriformes	Furnariidae	9	25 (2)
	Rhinocryptidae	4	8 (3)
	Tyrannidae	16	36 (1)
	Hirundinidae	7	9
	Troglodytidae	2	2
	Contingidae	1	1
	Turdidae	3	4
	Mimidae	1	3
	Motacilidae	1	3
	Vireonidae	1	1
	Thraupidae	5	6
	Cardinalidae	1	1
	Emberizidae	10	26
	Parulidae	2	2
	Icteridae	5	7
	Fringillidae	1	5
Total		119	213

SINGULARIDADES EN CHILE

En la avifauna terrestre de Chile existen algunos grupos y especies notables desde el punto de vista ecológico, taxonómico y de distribución. En primer lugar, cabe mencionar las tres especies endémicas de las islas oceánicas, particularmente del archipiélago Juan Fernández, las cuales fueron mencionadas anteriormente y que presentan poblaciones muy reducidas dentro de un rango extremadamente pequeño. Existen algunas otras especies de distribuciones restringidas en Chile continental, como es el caso de la pizarrita (*Xenospingus concolor*), especie poco abundante que habita las quebradas, oasis y riberas de río Loa, en el extremo norte del país, del cometocino de dorso castaño (*Sicalis dorsalis*), restringido a la puna de Iquique y lugares adyacentes de los países limítrofes, y el ya austral *Melanodera melanodera*, restringido a la costa continental del estrecho de Magallanes y



Chucao (*Scelorcilus rubecula*). Especie endémica del bosque templado de Sudamérica. Habitante común del sotobosque donde se alimenta y se reproduce utilizando oquedades de troncos o del terreno. Foto: Nicolás Piwonka.

similar región de la Isla Grande de Tierra del Fuego, entre otras especies. En cuanto a las aves rapaces, se puede citar al carancho negro (*Phalcoboenus australis*) y al aguilucho de la puna (*Buteo poecilochrous*) como las especies con distribución más restringida dentro del país.

Una familia completa que se puede destacar por sus hábitos ecológicos particulares y por tener distribuciones restringidas son los rhinocriptidos, familia endémica de América del Sur. Estas especies son habitantes del matorral y sotobosque; son poco voladores y se alimentan principalmente de insectos y frutos. Estas especies construyen sus nidos en huecos ubicados en la tierra o en troncos de árboles maduros, por lo que dependen fuertemente de la presencia de bosque nativo. Otro grupo singular en Chile son los picaflores (Trochilidae), dado que entre las nueve especies registradas en el país están las dos que constituyen un borde morfofisiológico dentro de este grupo: por una parte, uno de los picaflores más pequeños que existen, el picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*), que mide sólo 8 cm de largo y de un peso menor a los 4 g, y por otra, el picaflor gigante (*Patagonas gigas*), uno de los de mayor tamaño, con 22 cm y 20 g de peso, de esta familia. Otra especie interesante desde la perspectiva ecofisiológica es la rara *Phytotoma rara*, un ave frecuente en el centro y sur del país, y una de las pocas especies de aves que, siendo de pequeño tamaño, se alimenta de hojas y no ha perdido la capacidad de volar, ya que, en general, la herbivoría se asocia a aves de gran envergadura, dado el tamaño del intestino requerido para degradar las fibras vegetales.

En Chile existen siete especies pertenecientes al género *Muscisaxicola*, todas ellas de apariencia muy similar, algunas de las cuales pueden coexistir en una misma área. Esto constituye una singularidad ecológica, dado que en general las especies pertenecientes a un mismo género o congenéricas tienden a segregarse espacialmente en sus distribuciones. Esta particularidad llamó la atención de M. L. Cody, quien en los años setenta menciona este grupo de aves en su clásico estudio sobre evolución y teoría del nicho.

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Si bien se reconoce que el estudio profesional y sistemático de la ornitofauna en Chile tiene más de 35 años, a partir del trabajo de M. L. Cody (1970) publicado en la revista *Ecology*, ha quedado en evidencia que no todos los grupos ni todas las áreas de la ornitología han alcanzado el mismo desarrollo. En cuanto a las aves terrestres, existen algunos grupos, como las aves rapaces y las aves paserinas asociadas al bosque templado, sobre los cuales se ha avanzado bastante en el conocimiento de su ecología (dieta, reproducción, relaciones ínterespecíficas y efectos de la fragmentación de hábitat, entre otros).

Uno de los temas que ha alcanzado mayor desarrollo es el de la fragmentación del bosque nativo, concentrándose específicamente en cuatro zonas del país: la zona austral, donde se ha estudiado la estructura comunitaria de aves asociadas a bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) con diferente grado de perturbación; la zona de Chiloé, donde se ha estudiado principalmente los efectos de la fragmentación del bosque nativo sobre la distribución, abundancia y

reproducción de aves paserinas, especialmente de la familia Rinocriptidae; la zona del bosque maulino, donde también se ha estudiado la distribución, abundancia y reproducción de aves paserinas asociadas a la fragmentación, pero bajo la influencia de otro tipo de matriz (bosque de pino), y los bosques relictos de olivillo (*Aetoxicon punctatum*) de la zona centro norte de Chile, donde se ha estudiado el efecto de la fragmentación y el aislamiento que ha sufrido el ensamble de aves en los últimos miles de años.

Otra área de investigación que se ha desarrollado en los últimos años es la fisiología ecológica de pequeñas aves. Por ejemplo, están los estudios de ecofisiología hídrica realizados en especies de *Cinclodes*, los estudios de bioenergética realizados en picaflores y los estudios de fisiología digestiva y de altura, realizados en la rara y el chincol, respectivamente. También dentro de la autoecología de las aves pequeñas, pero con una visión de interacción entre especies, se han estudiado las relaciones planta-ave (polinización, frugivoría y dispersión) principalmente en la zona del bosque valdiviano. En los últimos años, también se ha avanzado en el estudio de las relaciones filogenéticas de varios grupos de especies: picaflores, rayaditos y cachuditos, donde se incluyeron especies endémicas de islas oceánicas, dormilonas (*Muscisaxicola*), churretes (*Cinclodes*), y mineros (*Geositta*). Finalmente, en cuanto a los estudios de aves rapaces se ha avanzado en la descripción de las relaciones tróficas y la respuesta a cambios en la abundancia de presas en las especies que habitan zonas semiáridas, y también se han descrito nuevos antecedentes sobre la reproducción y conducta de algunas especies en diferentes regiones de Chile.

En resumen, si bien existe un conocimiento importante de la ecología y biología de algunos grupos de especies de aves terrestres, existen otros grupos como los psitaciformes, piciformes (con la excepción de *Campephilus magellanicus* donde recientemente se ha descrito su abundancia y ecología trófica en los bosques australes), columbiformes, tinamiformes, Fringillidae, Emberizidae, entre otros, donde no se ha realizado la investigación suficiente para conocer aspectos básicos de la biología y ecología de las especies que los componen. Asimismo, existen ciertos ambientes o regiones donde el estudio también ha sido escaso, como los ensambles que habitan los ambientes de matorral en Chile central, las especies que habitan el desierto y el altiplano, y aquellas que viven en los ambientes de estepa patagónica. Finalmente, existen muchas áreas donde se debería aumentar la cantidad de estudios, por ejemplo, migraciones, reproducción, conducta, evolución y biogeografía.

Bibliografía

Araya B. y G. Millie. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Patrocinio Editorial Universitaria, Santiago, 406 pp.

Cornelius C., H. Cofré & P.A. Marquet. 2000. "Effect of habitat fragmentation on bird species in a relict temperate forest in semiarid Chile". Conservation Biology, 14: 534-543.

Estades, C.F. 1997. "Bird habitat relationships in a vegetational gradient in the Andes of central Chile". Cóndor, 99: 719-727.

Jaksic F. (1997) Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, 262 pp.

Jaksic, F.M. 2004. "El Niño effect on avian ecology: Lesson Learned from the Southeastern Pacific". Ornitología Neotropical, 15: 61-72.

Jaramillo, A., P. Burke y D. Beadle. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, 240 pp.

Lazo, I., J. Anabalón y A. Segura. 1990. "Perturbación humana del matorral y su efecto sobre un ensamble de aves nidificantes de Chile central". Rev. Chilena de Historia Natural, 63: 293-297.

López-Calleja, M.V. & C.F. Estades (1996) "Natural history of the tamarugo conebill (*Conirostrum tamarugense*) during the breeding period: diet and habitat preferences". Revista Chilena de Historia Natural, 69: 351-356.

Martínez, D. y G. González. 2004. Las aves de Chile. Nueva guía de campo. Ediciones del naturalista, 620 pp.

Martínez, D.R. 2005. "El concón (Strix rufipes) y su hábitat en los bosques templados australes", pp. 477-484. En: Smith-Ramírez C., J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.), Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 708 pp.

Muñoz-Pedreros, A., J. Rau y J. Yáñez. 2004. Aves rapaces de Chile. Ediciones Cea. 387 pp.

Rozzi R., J.J. Armesto, A Correa, J.C. Torres-Mura y M. Sallaberry (1996) "Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del Archipiélago de Chiloé, Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 69: 125-139.

Willson, M.F., T.L. De Santo, C. Sabag & J.J. Armesto. 1994. 2Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile". Conservation Biology, 8: 508-520.

Página derecha, arriba: **Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*). Esta especie se encuentra restringida al extremo norte de Chile y sus poblaciones han disminuido en los últimos años.**
Foto: Mariana Acuña.

Página derecha, abajo: **Suri o Ñandu (*Pterocnemia pennata*). Aves gregarias de hábitos diurnos que habitan las estepas altiplánicas y patagónicas de Chile. El macho es quien empolla y cuida las crías.**
Foto: Mariana Acuña.





Lista de las aves terrestres consideradas en este ensayo

Nombre Científico	Nombre Común
Nothoprocta perdicaria	Perdiz chilena
Nothoprocta pentlandii	Perdiz cordillerana de Arica
Nothoprocta ornata	Perdiz cordillerana
Tinamotis pentlandii	Perdiz de la puna
Tinamotis ingoufi	Perdiz austral
Eudromia elegans	Perdiz copetona
Pterocnemia pennata	Ñandú
Theristicus melanopis	Bandurria
Cathartes aura	Jote de cabeza colorada
Coragyps atratus	Jote de cabeza negra
Vultur gryphus	Cóndor
Geranoaetus melanoleucus	Águila
Accipiter chilensis	Peuquito
Elanus leucurs	Bailarín
Circus cinereus	Vari
Circus buffoni	Vari huevetero
Buteo polyosoma	Aguilucho
Buteo ventralis	Aguilucho de cola rojiza
Buteo albiluga	Aguilucho chico
Caracara plancus	Traro
Phalcoboenus australis	Carancho negro
Phalcoboenus albogularis	Carancho cordillerano del sur
Phalcoboenus megalopterus	Carancho cordillerano
Milvago chimango	Tiuque
Falco sparverius	Cernícalo
Falco femoralis	Halcón perdiguero
Falco peregrinus	Halcón peregrino
Burhinus superciliaris	Chorlo cabezón
Oreopholus ruficollis	Chorlo de campo
Bartramia longicaudata	Batitú
Attagis gayi	Perdicita cordillerana
Attagis malouninus	Perdicita cordillerana austral
Thinocorus orbignyanus	Perdicita cojón
Thinocorus rumicivorus	Perdicita
Larus serranus	Gaviota andina
Patagioenas araucana	Torcaza
Zenaida auriculata	Tórtola
Zenaida meloda	Tórtola de alas blancas
Columbina talpacoti	Tórtola rojiza
Columbina picui	Tortolita cuyana
Columbina cruziana	Tortolita quiguagua
Metriopelia ceciliae	Tortolita boliviana
Metriopelia aymara	Tortolita de la puna
Metriopelia melanoptera	Tórtola cordillerana
Cyanoliseus patagonus	Tricahue
Enicognathus ferrugineus	Cachaña
Enicognathus leptorhynchus	Choroy
Psilopsiagon aurifrons	Perico cordillerano
Crotophaga sulcirostris	Matacaballos
Coccyzus melacoryphus	Cuclillo de pico negro
Bubo magellanicus	Tucúquere
Tyto alba	Lechuza
Asio flammeus	Nuco
Strix rufipes	Concón
Glacidium nanum	Chuncho
Glacidium peruanum	Chuncho del norte
Athene cunicularia	Pequén
Chordeiles acutipennis	Gallina ciega peruana
Caprimulgus longirostris	Gallina ciega
Aeronautes andecolus	Vencejo chico
Chaetura pelagica	Vencejo de chimenea
Oreotrochilus leucopleurus	Picaflor cordillerano
Oreotrochilus estella	Picaflor de la puna
Sephanoides sephanoides	Picaflor chico
Sephanoides fernandensis	Picaflor de Juan Fernández
Patagonas gigas	Picaflor gigante
Rhodopis vesper	Picaflor del norte
Thaumastura cora	Picaflor de Cora
Eulidia yarrellii	Picaflor de Arica
Colibri corruscans	Picaflor azul
Campephilus magellanicus	Carpintero negro
Colaptes pitius	Pitío
Colaptes rupicola	Pitío del norte
Picoides lignarius	Carpinterito
Geositta cunicularia	Minero
Geositta antarctica	Minero austral
Geositta punensis	Minero de la puna
Geositta maritima	Minero chico
Geositta isabellina	Minero grande
Geositta rufipennis	Minero cordillerano
Geositta tenuirostris	Minero de pico delgado
Upucerthia albiluga	Bandurrilla de Arica
Upucerthia jelskii	Bandurrilla de la puna
Upucerthia dumetaria	Bandurrilla
Upucerthia rufucaudus	Bandurrilla de pico recto
Eremobius phoenicurus	Patagón
Chilia melanura	Chiricoca
Pygarrhichas albogularis	Comesebo grande
Sylviorthorhynchus desmursii	Colilarga
Aphrastura spinicauda	Rayadito
Aphrastura masafuerae	Rayadito de Más Afuera
Leptasthenura aegithaloides	Tijeral
Leptasthenura striata	Tijeral listado
Asthenes pyrrholeuca	Canastero
Asthenes modesta	Canastero chico
Asthenes arequipae	Canastero del norte
Asthenes pudibunda	Canastero de quebradas
Asthenes anthoides	Canastero del sur
Asthenes hunilis	Canastero
Pteroptochos tarnii	Hued Hued del sur
Pteroptochos castaneus	Hued Hued castaño
Pteroptochos megapodius	Turca
Scelorchilus albicollis	Tapaculo
Scelorchilus rubecula	Chucao
Eugralla paradoxa	Churrín de la Mocha
Scytalopus fuscus	Churrín del norte
Scytalopus magellanicus	Churrín del sur
Polioxolmis rufipennis	Birro gris

Nombre Científico	Nombre Común
Agriornis montana	Mero gaucho
Agriornis andicola	Mero de la puna
Agriornis livida	Mero
Neoxolmis rufiventris	Cazamoscas chocolate
Muscisaxicola rufivertex	Dormilona de nuca roja
Muscisaxicola albilora	Dormilona de ceja blanca
Muscisaxicola juninensis	Dormilona de la puna
Muscisaxicola cinerea	Dormilona cenicienta
Muscisaxicola maculirostris	Dormilona chica
Muscisaxicola flavinucha	Dormilona fraile
Muscisaxicola albifrons	Dormilona gigante
Muscisaxicola frontalis	Dormilona de ceja negra
Muscisaxicola capistrata	Dormilona rufa
Muscisaxicola macloviana	Dormilona tontita
Muscigralla brevicauada	Cazamoscas de cola corta
Ochthoeca oenanthoides	Pitajo rojizo
Ochthoeca leucophrys	Pitajo gris
Coloramphus parvirostris	Viudita
Pyrocephalus rubinus	Saca tu real
Myiophobus fasciatus	Cazamoscas pico chato
Knipolegus aterrimus	Viudita negra
Xolmis pyrope	Diucón
Elaenia albiceps	Fío-Fío
Pitangus sulphuratus	Benteveo
Empidonomus aurantioatrocristatus	Tuquito gris
Myodynastes maculatus	Benteveo chico
Tyrannus tyrannus	Benteveo blanco y negro
Tyranus savana	Cazamoscas tijereta
Tyrannus melancholichus	Benteveo real
Hirundinea ferruginea	Birro común
Anairetes parulus	Cachudito
Anairetes fernandezianus	Cachudito de Juan Fernández
Anairetes flavirostris	Cachudito del norte
Anairetes reguloides	Cachudita de cresta blanca
Tachycineta meyeni	Golondrina chilena
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro
Riparia riparia	Golondrina barranquera
Haplochelidon andecola	Golondrina de los riscos
Hirundo rustica	Golondrina bermeja
Petrochelidon pyrrhonota	Golondrina grande
Progne elegans	Golondrina negra
Progne murphyi	Golondrina peruana
Progne tapera	Golondrina parda
Cistothorus platensis	Chercán de las vegas
Troglodytes aedon	Chercán
Phytotoma rara	Rara
Turdus flacklandii	Zorzal
Turdus chiguanco	Zorzal negro
Chatarus fuscescens	Zorzal tropical
Rturdus amaurochalinus	Zorzal argentino
Mimus thenca	Tenca
Mimus triurus	Tenca de alas blancas
Anthus helmayri	Bailarín chico argentino
Anthus lutescens	Bailarín peruano
Anthus correndera	Bailarín chico

Nombre Científico	Nombre Común
Vireo olivaceus	Verderón de ojos rojos
Dendroica striata	Monjita americana
Setophaga ruticilla	Candelita americana
Conirostrum cinereum	Comesebo chico
Conirostrum tamarugense	Comesebo de los tamarugales
Violatina jacarina	Negrillo
Sporophila telasco	Corbatita
Catamenia analis	Semillero
Catamenia inornata	Semillero peruano
Diglossa brunneiventris	Comesebo negro
Salatator aurantiirostris	Pepitero
Thraupis bonariensis	Naranjero
Piranga rubra	Piranga
Oreomanes fraseri	Comesebo gigante
Sicalis uropygialis	Chirihue cordillerano
Sicalis auriventris	Chirihue dorado
Sicalis lutea	Chirihue peruano
Sicalis olivacens	Chirihue verdoso
Sicalis lebruni	Chirihue austral
Sicalis luteola	Chirihue
Curaeus curaeus	Tordo
Agelaioides badius	Tordo bayo
Molothrus bonariensis	Mirlo
Sturnella loyca	Loica
Sturnella bellicosa	Loica peruana
Sturnella superciliaris	Loica argentina
Dolichonyx oryzivorus	Charlatán
Phrygilus patagonichus	Cometocino patagónico
Phrygilus gayi	Cometocino de Gay
Phrygilus atriceps	Cometocino del norte
Phrygilus fruticeti	Yal
Phrygilus laudinus	Platero
Phrygilus unicolor	Pájaro plomo
Phrygilus plebejus	Plebeyo
Phrygilus dorsalis	Cometocino de dorso castaño
Phrygilus erythronotus	Cometocino de Arica
Diuca speculifera	Diuca de alas blancas
Diuca diuca	Diuca de alas blancas
Melanodera melanodera	Yal austral
Melanodera xanthogramma	Yal cordillerano
Xenospingus concolor	Pizarrita
Zonotrichia capensis	Chincol
Carduelis crassirostris	Jilguero grande
Carduelis magellanica	Jilguero peruano
Carduelis barbatus	Jilguero
Carduelis uropygialis	Jilguero cordillerano
Carduelis atrata	Jilguero negro

Páginas siguientes: **Zorzal (*Turdus falcklandii*). Especie común en los bosques del centro y sur de Chile donde se alimenta de frutos y realiza una función importante para el ecosistema como dispersor de semillas.** Foto: Nicolás Piwonka.





AVES MARINAS

YERKO VILINA Y CAROLINA PIZARRO

Consideramos como ave marina a todas aquellas especies que hacen su vida principalmente en el mar, entendiéndose por esto, aquellas especies que se alimentan en forma directa del medio marino, lo que incluye a las que se alimentan exclusiva o parcialmente en las orillas, zonas de rompientes, marismas y costa arenosa o limosa, y a aquellas que utilizan este hábitat en sus épocas reproductivas o que alguna fase de su ciclo de vida lo realizan principalmente en este tipo de ambiente.

En este artículo se consideraron aquellas especies que, cumpliendo con lo anterior, tuviesen más de un registro en el mar o la costa continental o insular chilena, dejando fuera a aquellas cuya distribución y/o reproducción estuviese restringida al territorio antártico chileno. Se consideraron, por lo tanto, aquellas aves marinas tanto oceánicas como costeras, además de algunas especies de aves marinas costeras pertenecientes a las familias Anatidae (patos quetrus, caranca), Accipitridae (águila pescadora) y Furnaridae (churrete costero).

La literatura internacional considera como aves marinas aquellas que obtienen su alimento del mar, al menos en la época reproductiva, no sólo vadeando en la zona de la rompiente, sino que con desplazamientos y dispersión sobre el océano a una cierta distancia de la costa. Algunos investigadores consideran que aves marinas son aquellas que viven y hacen su vida en el ambiente marino, el cual incluye áreas costeras, islas, estuarios, humedales costeros e islas oceánicas.

La mayoría de estas especies se caracterizan por ser longevas (20 a 60 años), con tamaños de nidadas reducidos, en muchos casos de un solo huevo, y madurez sexual retardada (la edad reproductiva la alcanzan sobre los 10 años), presentan extensos períodos de crianza, a menudo sobre los seis meses, y son en general monógamas sociales, filopátricas y coloniales. De acuerdo a la proporción de actividad que desarrollan en el océano, estas especies pueden ser clasificadas, según el hábitat que utilizan, como aves marinas oceánicas o aves marinas costeras.

Las familias a las que pertenecen estas especies comparten características propias de un ave marina:

- obtienen su alimento en el mar o en las costas marinas,
- gran parte de sus fecas son depositadas en el mar o en sus sitios de nidificación, y
- participan gran parte del tiempo de los ciclos de energía del ecosistema marino.

Lo anterior es válido para las familias Diomedeidae (albatros), Procellariidae (fardelas y petreles), Hydrobatidae (golondrinas de mar), Pelecanoididae (petreles zambullidores), Spheniscidae (pingüinos), Phaetontidae (aves del trópico), Sulidae (piqueros), Pelecanidae (pelícanos), Phalacrocoracidae (cormoranes), Fregatidae (aves fragata), y algunas especies de Charadriidae (chorlos), Haematopodidae (pilpilenes), Scolopacidae (playeros), Laridae (gaviotas y gaviotines) y algunos Anatidae (patos), las que, si bien no son tradicionalmente consideradas como aves marinas, presentan características ecológicas, conductuales y taxonómicas que las relacionan estrechamente con las anteriores.

ÁMBITO DE LAS AVES MARINAS EN CHILE

Se considerará como área de estudio las costas de Chile continental e insular, exceptuando el territorio chileno antártico. La línea costera de Chile continental se extiende desde los 18°S hasta los 56°S, lo que corresponde a 48 grados aproximadamente de extensión latitudinal y representa cerca de 55.000 kilómetros de línea de costa. El 95 por ciento de su extensión corresponde al área conocida como archipiélago chileno, desde Chiloé hasta el cabo de Hornos. La línea de costa desde Arica (18°20'S) hasta la Isla Grande de Chiloé (41°47'S) es continua, suave y carece de quiebres o rasgos geográficos mayores, y constituye la unidad geomorfológica de las planicies litorales.

Una característica oceanográfica importante del norte y centro de Chile es la surgencia costera de aguas subsuperficiales hacia capas superficiales, asociada principalmente a la masa de agua ecuatorial subsuperficial, que crea temperaturas bajas anómalas y una alta productividad. Por otra parte, todo el borde continental que se extiende entre Puerto Montt (42°30'S) y el cabo de Hornos (55°30'S) corresponde a un extenso sistema estuarino resultante de procesos tectónicos y de glaciación. Este gran sistema insular (el archipiélago chileno) está conformado por un sistema mixto de valles, ríos ahogados, fiordos y mares interiores.

Otro aspecto relevante son las "anomalías" oceanográficas y atmosféricas ligadas a la dinámica de la circulación atmosférica global, particularmente el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS). Respecto a las aguas circundantes de las islas oceánicas chilenas, el archipiélago Juan Fernán-

dez es alcanzado por aguas subantárticas pertenecientes a la rama oceánica del sistema de corrientes de Humboldt, pero además es circundado periódicamente por aguas subtropicales, usualmente cerca de la superficie; las islas Desventuradas, Salas y Gómez, e Isla de Pascua son dominadas por aguas subtropicales pertenecientes a la contracorriente ecuatorial.

CONOCIMIENTO HISTÓRICO Y ACTUAL

El origen del conocimiento sobre las aves marinas que habitan en Chile debería ser recopilado por los estudiosos de los pueblos originarios, lo que aún no ocurre. Los relatos más antiguos provienen del abate Molina y de los aportados por los exploradores europeos que visitaron Chile, particularmente por aquellas expediciones marinas donde destacan, entre otras, la realizada por Charles Darwin entre 1832 y 1836. Un salto cualitativo lo representa la clásica obra de R. C. Murphy (1936), "The Oceanics Birds of South America", en la que el autor no sólo describe y comenta sobre las especies existentes, sino que además entrega una gran cantidad de información sobre las áreas en que se reproducían, su distribución en el mar, el tamaño aproximado de algunas de las colonias y también sobre sus conductas. Posteriormente, otra obra clásica es la de Goodall y otros (1946, 1951), "Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres", en la que se recoje la información aportada por Murphy y se enriquece, particularmente, por la contribución de Guillermo Millie. Con posterioridad a esto, la obra de Araya y Millie (1986), "Guía de campo de las aves de Chile", incorpora en forma sucinta nuevos registros sobre la distribución de estas aves.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

En Chile se ha determinado la presencia de al menos 473 especies de aves. De las regiones bioclimáticas descritas para Chile, la macrozona con mayor riqueza de especies de aves es precisamente el ambiente marino, dada su extensión y variación latitudinal. De acuerdo a esta revisión, un total de 150 especies pueden ser consideradas como aves marinas. Este valor destaca la importancia que tiene este grupo de aves en relación a la avifauna nacional (32 por ciento).

Es importante destacar que no fueron incluidas en el listado especies que en algunos lugares o condiciones ambientales utilizan parcialmente el mar como hábitat, pero que gran parte de sus poblaciones no requieren del medio marino para subsistir, como es el caso, por ejemplo, del cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), que en épocas de sequías se alimenta en el mar, lo cual realiza también en fiordos y canales australes. Asimismo, tampoco fueron incluidas especies que presentan poblaciones que en ciertas latitudes de Chile utilizan el medio marino, pero cuya especie en su



En Chile un total de 150 especies pueden ser consideradas como aves marinas, es decir obtienen su alimento en el mar o las costas marinas; éstas participan gran parte del tiempo de los ciclos de energía del ecosistema marino y sus fecas son depositadas en el mar o en sus sitios de nidificación. Foto: Jordi Plana.

totalidad no requiere necesariamente de este medio para subsistir, por ejemplo el huairavo (*Nycticorax nycticorax*), en la zona sur de Chile; el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*), en la zona del estrecho de Magallanes; el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), en las costas desde Chiloé hacia el sur, entre otras. Junto con ellas, tampoco fueron consideradas especies cuya presencia en el mar o costa es rara u ocasional (por ejemplo, el perrito, el pitotoy solitario), y aquellas que, a pesar de estar registradas en la costa, de acuerdo a la información existente no se describen como relevantes en los ambientes marino-costeros (por ejemplo, algunas especies de garzas y zambullidores).

Cuadro 1. **Riqueza de especies de aves marinas por región administrativa y a nivel nacional.***

	Región												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total País
Riqueza (n)	80	75	76	72	106	63	60	68	61	80	60	82	150

* Los números representan los valores absolutos obtenidos para cada región de acuerdo con la regionalización vigente a la fecha de la primera edición de este libro.

DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DE AVES MARINAS*

A nivel regional, el menor valor de riqueza se encuentra en la VII y XI Región con 60 especies, mientras que el valor más alto se registra en la V Región, la que presenta 106 especies (véase el cuadro 1), de las cuales cabe destacar que cerca del 20 por ciento corresponde a especies de islas oceánicas, como Isla de Pascua, isla Sala y Gómez, archipiélago Juan Fernández e islas San Félix y San Ambrosio.

Desde el punto de vista político-administrativo, la V Región destaca como un área de gran relevancia para las aves marinas de Chile, ya que concentra la mayoría de las especies de islas oceánicas de Chile y sus colonias reproductivas más importantes.

Dentro de Chile, también existe un grupo de aves marinas, que incluye a aquellas especies características de la corriente de Humboldt (I a X Región), y que se diferencia de un segundo grupo, compuesto principalmente por especies subantárticas (XI y XII Región).

HÁBITAT

Para la descripción de los requerimientos espaciales, se definió como hábitat a aquel espacio con características físicas particulares en el que existe una determinada especie. De esta manera fueron definidas cuatro categorías de hábitat: 1) mar; 2) islas, las cuales se subdividieron en: a) oceánicas, correspondientes a todas aquellas de origen volcánico, como Isla de Pascua, Archipiélago Juan Fernández, isla Salas y Gómez, e islas San Félix y San Ambrosio, y b) continentales, incluidas todas aquellas originadas por el desprendimiento de la placa continental, tanto de la costa pareja como desmembrada; 3) costa, subdividida en: a) rocosa y b) arenosa; 4) desembocaduras y lagunas costeras; y 5) humedales interiores.

Muchas de las especies que aparecen utilizando únicamente el mar como hábitat regular corresponden principalmente a aquellas que tienen sus áreas de nidificación en la región antártica, como es el caso de la mayoría de las especies pertenecientes a las familias Diomedidae, Procellariidae y Spheniscidae. Otras especies que presentan el mismo patrón corresponden a especies que nidifican en latitudes menores, como el caso del ave del trópico de cola blanca (*Phaeton lepturus*) y del ave fragata (*Fregata magnificens*). Ocurre algo similar con algunas especies de la familia Oceanitidae; sin embargo, para este grupo la información sobre sus áreas de nidificación es deficiente, debido en gran media a la naturaleza críptica de sus sitios de nidificación.

Los ambientes marinos pelágicos albergan un número importante de especies de aves del orden de los procelariiformes, tales como albatros y petreles. Sin embargo, actualmente no existe información suficiente sobre dónde estas especies se concentran en estos ambientes para alimentarse.

La conservación de las islas tanto oceánicas como continentales cobra vital importancia en la protección de las poblaciones de especies altamente pelágicas, ya que conforman hábitat específicos para su reproducción.

El segundo ambiente más requerido por las especies de aves marinas y que corresponde al de islas continentales se caracteriza, entre la I y la IV Región, por albergar a un gran número de especies, principalmente de las familias Pelecanidae, Pelecanoididae, Sulidae, Phalacrocoracidae y Spheniscidae, proporcionándoles hábitat para la nidificación y el descanso. Es en este tipo de hábitat donde se encuentran las mayores concentraciones de estas especies.

La costa arenosa representa un hábitat relativamente escaso en Chile y, sin embargo, es utilizado por alrededor de un tercio de las especies de aves marinas. Dentro de estas áreas es de importancia la costa occidental de Chiloé para especies como el playero blanco (*Calidris alba*), el zarapito común (*Numenius phaeopus*), y el zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*). El sector de Bahía Lomas, en la Región de Magallanes, es también muy relevante para el zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) y el playero ártico (*Calidris canutus*), ya que ambos sectores albergan concentraciones importantes y proporcionan hábitat de alimentación y descanso para estas especies migratorias provenientes del hemisferio norte (Alaska y Canadá), de las cuales todas ellas, excepto el zarapito común (*Numenius phaeopus*) presentan poblaciones en clara disminución en la región de Norteamérica.

* La regionalización considerada en esta sección es la vigente a la fecha de la primera edición de este libro.

Página derecha: **El pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) pertenece al género Spheniscus, diminutivo de la palabra griega Sfina que significa cuña, en una directa alusión a la forma corporal de los pingüinos que les permite ser muy buenos nadadores bajo el agua. El alimento principal del pingüino de Humboldt, al igual que para muchos otros depredadores, son los cardúmenes de anchovetas y sardinas.** Foto Nicolás Piwonka.





Albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophrys*), uno de los albatros más comunes de las costas chilenas de hábitat pelágico, aunque es abundante en el Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane ubicada en el corazón del estrecho de Magallanes. Foto: Jordi Plana.

ESTATUS DE RESIDENCIA

Para establecer patrones de movimientos a macroescala de las aves marinas consideradas, se reconocieron tres categorías:

- Sedentaria: aquella especie que puede ser registrada en forma permanente en un área;
- Migratoria: aquella especie que presenta desplazamientos de carácter cíclico, generalmente circanual, de grandes distancias, asociados a fluctuaciones estacionales del ambiente; y
- Dispersiva: aquella especie que no presenta un patrón regular en sus desplazamientos, ya sea en el carácter temporal o espacial, ya que sus desplazamientos son de naturaleza oportunista, generalmente asociados a la oferta de alimento.

Según el tipo de movimientos a macroescala que estas presentan, 54 especies de aves marinas serían migratorias (37 por ciento), 65 especies serían dispersivas o presentarían movimientos oportunistas sin patrones definidos (44 por ciento), 26 especies serían sedentarias (17 por ciento) y para 3 especies (2 por ciento) no existe información.

En las regiones administrativas del país dominan las especies migratorias por sobre aquellas dispersivas. Las excepciones a este patrón corresponden a la V Región, que presenta proporciones similares entre ambas categorías y la XII Región, que presentó un mayor porcentaje de especies de carácter dispersivo por sobre aquellas migratorias, siendo de esta manera la única región que sigue el patrón identificado a nivel nacional (véase el cuadro 2).

Para las aves marinas migratorias, el mar y la costa de Chile cumplen un rol importante como área de descanso y alimentación. Algunas especies alcanzan a concentrar aproximadamente el 50 por ciento de su población americana en el extremo sur del país durante el verano austral. La pérdida de un eslabón, necesario en las rutas de migración invernal y/o estival para estas aves, puede conducir a la reducción en el éxito reproductivo de sus poblaciones. Las áreas utilizadas por estas especies cubren una superficie restringida en nuestro país, con alta factibilidad de pérdida de sus hábitat al ser destinadas a otros usos, como el turismo y la urbanización.

ESTATUS REPRODUCTIVO

Sólo para 59 especies de aves marinas existen citas sobre sitios reproductivos en Chile, lo que corresponde a un 12,5 por ciento del total nacional. Para cada una de las especies restantes, existen dos opciones posibles: no han sido debidamente registrados sus eventos reproductivos o no se reproducen en nuestro país.

Para Chile, exceptuando el territorio antártico, se han identificado un total de 93 sitios de nidificación, correspondientes a 59 especies de aves marinas. De estos, 49 sitios (53 por ciento) se localizaron en lugares correspondientes a isla e islotes continentales, mientras que siete (7,5 por ciento) correspondieron a islas oceánicas, 33 (35,5 por ciento) for-

Cuadro 2*. Estatus de residencia de aves marinas por región administrativa y a nivel nacional.

	Región												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total País
Migratoria	38 48%	34 46%	37 49%	37 52%	45 41%	34 54%	32 54%	34 50%	30 49%	38 47%	27 45%	29 35%	54 37%
Dispersiva	29 37%	30 40%	25 33%	23 32%	43 42%	18 29%	17 28%	21 31%	18 30%	24 30%	21 35%	37 45%	65 44%
Sedentaria	11 14%	10 13%	13 17%	11 15%	15 14%	11 17%	11 18%	13 19%	13 21%	18 23%	12 20%	16 20%	26 17%
Sin Información	1 1%	1 1%	1 1%	1 1%	3 3%	0	0	0	0	0	0	0	3 2%

* Los números representan los valores absolutos obtenidos para cada región de acuerdo con la regionalización vigente a la fecha de la primera edición de este libro.

man parte de la costa continental de Chile y cuatro (4,3 por ciento) se localizaron en el interior del continente.

Con respecto al número de especies nidificantes por sitio o área destacan las islas Diego Ramírez con 12 especies descritas, Salas y Gómez y la isla Chañaral con 10, la isla Choros con nueve e isla Guafo con ocho. Con respecto a los sitios con mayor número de especies nidificantes en categoría de conservación a nivel internacional, resaltan las islas Diego Ramírez, que albergan seis de estas especies.

Entre las especies nidificantes, existen algunas de las que se conocen pocos sitios o áreas de reproducción. Tal es el caso de las golondrinas de mar, el yunco de Magallanes, el yunco de los canales, el cormorán de las Malvinas, el pilpilén austral, la caranca, el quetru no volador y quetru volador, aunque algunas de ellas forman colonias, como los yuncos y cormoranes. Junto con estas especies, existen otras que, a pesar de ser bastante abundantes, tienen pocos sitios descritos, como es el caso del yeco y del pelícano. Dentro de las especies mejor estudiadas y para las cuales se conocen bastantes sitios de nidificación, destacan aquellas pertenecientes a la familia Spheniscidae, como el pingüino de Humboldt y el pingüino de Magallanes.

Las regiones que presentaron la mayor cantidad de sitios de nidificación descritos corresponden a las regiones X y XII, con 25 y 21 sitios respectivamente. También destaca la región centro-sur, en donde la IX Región no cuenta con sitios descritos para su costa (véase el cuadro 3).

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

Las aves marinas, como parte de los ecosistemas marinos, participan en las tramas tróficas, principalmente como carnívoros secundarios o terciarios y carroñeros. Dada su alta tasa de alimentación, metabolismo y sus requerimientos de energía, estos organismos son considerados componentes claves de los ecosistemas costeros y pelágicos, además de ser potenciales indicadores de la disponibilidad de alimento y de la presencia de contaminantes dentro de estos ecosistemas.

Respecto a la ecología trófica, se reconocen seis categorías de hábitos tróficos en las aves marinas de Chile. La mayoría clasifica para hábitos del tipo carnívoro que consumen invertebrados y vertebrados (72 especies, 47 por ciento), en forma secundaria figuran aquellas consumidoras de invertebrados, vertebrados y carroña, como, por ejemplo, muchas especies de albatros y gaviotas. También están aquellas consumidoras exclusivas de invertebrados (con 30 especies, 20 por ciento) como muchas especies de la familia Scolopacidae. Los menores valores están asociados a aquellas especies consumidoras exclusivas de vertebrados (7 especies, 5 por ciento), entre las cuales se encuentran el guanay y el piquero (*Phalacrocorax boungainvilii* y *Sula variegata*), aquellas herbívoras y a la vez carnívoras de invertebrados, como por ejemplo, la caranca (*Chloephaga hybrida*) y aquellas carnívoras de vertebrados y a la vez de carroña (4 especies, 3 por ciento para ambas categorías) como el pelícano (*Pelecanus thagus*).

***Cuadro 3*. Sitios de nidificación descritos para cada región administrativa.**

	Región												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total País
N° de sitios	3	11	5	11	12	2	1	1	0	25	4	21	93

ÁREAS DE CONCENTRACIÓN

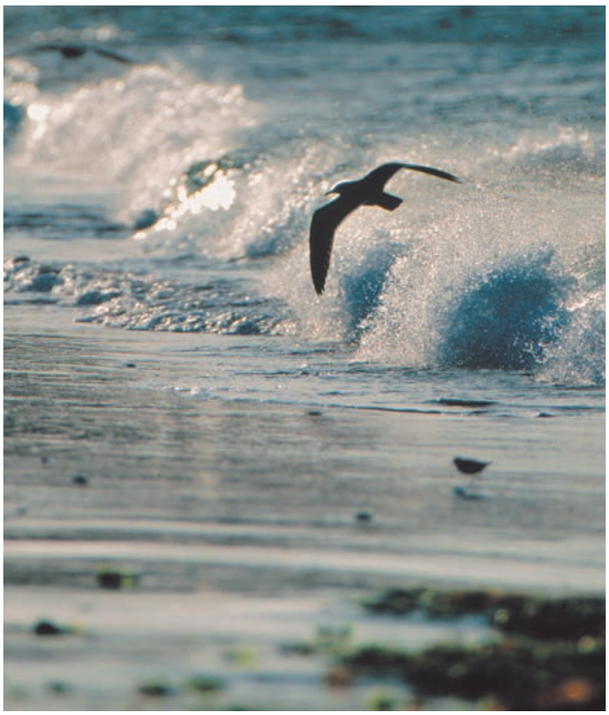
Una característica relevante de las aves marinas es que usualmente se congregan en colonias durante su reproducción, pero también durante su alimentación y descanso. Este fenómeno se puede observar en la bahía de Mejillones (II Región), las islas Chañaral y Pan de Azúcar (III Región). La isla Choros (IV Región), la isla Guafo (X Región), las islas Noir, Magdalena y Diego Ramírez (XII Región), entre otras, son de gran importancia, ya que albergan tamaños poblacionales considerables; las islas Diego Ramírez puede llegar a sostener poblaciones de más de 2 millones de individuos de aves marinas.

Algunos sitios o islas albergan poblaciones importantes para las especies globalmente amenazadas, como es el caso de las planicies costeras al norte de Mejillones, relevante para el gaviotín chico (*Sterna lorata*), la isla Chañaral para el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), la isla Choros, de gran importancia para el yunco (*Pelecanoides garnotii*), isla Mocha (IX Región), para la fardela blanca (*Puffinus creatopus*).

Cuadro 4. **Especies presentes (X) y aquellas que nidifican (N) en las islas oceánicas de Chile.***

Nombre común	Nombre científico	Archipiélago Juan Fernández	Islas Desventuradas	Isla Salas y Gómez	Isla de Pascua
Petrel gigante	*Macronectes giganteus*				X
Fardela blanca de Más a Tierra	*Pterodroma defilippiana*	X (N)	X (N)		
Fardela blanca de Más Afuera	*Pterodroma longirostris*	X (N)			
Fardela blanca de Juan Fernández	*Pterodroma externa*	X (N)	X (N)		
Fardela blanca de Cook	*Pterodroma cooki*	X (N)	X (N)		
Fardela negra de Juan Fernández	*Pterodroma neglecta*	X (N)	X (N)	X (N)	X (N)
Fardela heráldica	*Pterodroma arminjoniana*				X (N)
Fardela de Fénix	*Pterodroma alba*				X (N)
Fardela de Pascua	*Puffinus nativitatis*			X (N)	X (N)
Fardela blanca	*Puffinus creatopus*	X (N)			
Petrel moteado	*Daption capense*			X	X
Golondrina de mar de vientre blanco	*Fregetta grallaria*	X (N)	X (N)		
Golondrina de mar de garganta blanca	*Nesofregatta fuliginosa*			X (N)	V
Piquero de patas rojas	*Sula sula*			X	
Piquero blanco	*Sula dactylatra*	V	X (N)	X (N)	X (N)
Piquero de patas azules	*Sula nebouxii*		X		
Ave del trópico de cola blanca	*Phaeton lepturus*	V		X (N)	X (N)
Ave del trópico de pico rojo	*Phaeton aethereus*			X (N)	**?**
Ave del trópico de cola roja	*Phaeton rubricauda*			X (N)	X (N)
Ave fragata grande	*Fregatta minor*			X (N)	X
Gaviotín de San Ambrosio	*Procelsterna cerulea*	V	X (N)	X (N)	X (N)
Gaviotín de San Félix	*Anous stolidus*		X (N)	X (N)	X (N)
Gaviotín de corna blanca	*Anous minutus*			X	
Gaviotín apizarrado	*Sterna fuscata*		X (N)	X (N)	X (N)
Gaviotín pascuense	*Sterna lunata*			V	
Gaviotín blanco	*Gygis alba*			X (N)	X (N)
Zarapito de Tahiti	*Numenius tahitiensis*				X
Playero albo	*Calidris alba*				X

* Se incluye información no publicada por el primer autor.



Los ecosistemas marinos de las costas chilenas poseen riquísimas comunidades de algas, invertebrados y vertebrados, como consecuencia de las corrientes y de las surgencias; estos fenómenos le confieren una altísima productividad primaria, la cual permite mantener una gran variedad de aves marinas.
Foto: Nicolás Piwonka.

SINGULARIDADES EN CHILE

Algunas de las islas oceánicas de Chile presentan poblaciones importantes de aves marinas (véase el cuadro 4), e incluyen algunas especies globalmente amenazadas.

Chile se destaca, además, por poseer los dos únicos sitios reproductivos descritos para la fardela blanca (*Puffinus creatopus*). Otro hecho relevante, es la existencia de importantes áreas de nidificación para la gaviota garuma (*Larus modestus*), la cual nidifica formando colonias varios kilómetros al interior del desierto de la II Región. En las costas de Chile se pueden observar importantes áreas de concentración para algunas de las especies de aves playeras migratorias provenientes de Alaska y el Canadá, como es el caso del playero ártico (*Calidris canutus*) el zarapito de pico recto (*Limosa haemastica*) y el zarapito (*Numenius phaeopus*). En el país existen además las mayores concentraciones conocidas en todo el rango de su distribución para algunas de estas especies, como es el caso del yunco (isla Choros), el pingüino de Humboldt (isla Chañaral), el gaviotín chico (norte de Mejillones), entre muchas otras.

Bibliografía

Araya B. & G. Millie. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Patrocinio Editorial Universitaria, Santiago, 406 pp.

Camus P. 2001. "Biogeografía marina de Chile continental". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 587-617.

Castilla J.C. 1981. "Perspectivas de investigación en estructura y dinámica de comunidades internmareales rocosas de Chile central: II. Depredadores de alto nivel trófico". Medio Ambiente, Chile, 5: 190-215. ll

Castilla J.C. & R. Paine. 1987. "Predation and community organization on Eastern Pacific, temperate zone, rocky intertidal shores. Revista Chilena de Historia Natural, 60: 131-151.

Cornelius C., S. Navarrete & P. Marquet. 2001. "Efects of Human Activity on the Structure of Coastal Marine Bird Assemblages in Central Chile". Conservation Biology, 15: 1396-1404.

Frere E., P. Gandini, J. Ruiz & Y. Vilina. 2004. "Current status and breeding distribution of Red-legged Cormorant *Phalacrocorax gaimardi* along the Chilean coast". Bird Conservation International, 14: 113-121.

Goodall J., A. Johnson y R.A. Philippi. 1946-1951. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres, vols. I y II. Establ. Graf. Platt. Buenos Aires, Argentina.

Guerra C. & M. Cikutovic. 1983. "Un nuevo sitio de nidificación para la 'Garuma' *Larus modestus* (Aves, Charadriiformes: Laridae)". Estudios Oceanológicos, 3(1): 13-20.

Guicking D., S. Mickstein y R. Schlatter. 1999. "Estado de la Población de Fardela Blanca (*Puffinus creatopus*, COUES, 1864) en Isla Mocha, Chile". Boletín Chileno de Ornitología 6: 33-35.

Jaramillo A. 2003. Birds of Chile. New Jersey, Princeton University Press, 240 pp.

Morrison RIG & R.K. Ross. 1989. Atlas of shorebirds on the coast of South America. Canadian Wildlife Service, Ottawa (Canada), vol. 1, 128 pp.

Murphy R.C. 1936. Oceanic birds of South America, vols. I y II. American Museum of Natural History, New York, USA. 1.245 pp.

Pacheco C.J. y J.C. Castilla. 2000. "Ecología trófica de los ostreros *Haematopus palliatus pitanay* (Murphy 1925) y *Haematopus ater* (Vieillot et Oudart 1825) en mantos del tunicado *Pyura praeputialis* (Heller 1878) en la Bahía de Antofagasta, Chile". Revista Chilena de Historia Natural 73, (3): 533-541.

Sabat P. & C. Martínez del Río. 2002. Inter- and intraespecific variation in the use of marine food resourses by three *Cinclodes* (Furnaridae, Aves) species: carbon isotopes and osmoregulatory physiology. Zoology, 105: 247-256.

Sabat P., J.M. Fariña & M. Soto. 2003. "Terrestrial birds living on marine environments: Does dietary preferences of *Cinclodes* species (Passeriformes: Furnariidae) predict their osmotic load?" Revista Chilena de Historia Natural, 73: 335-343.

Schlatter R.P. 1987. "Conocimiento y situación de la ornitofauna en islas oceánicas chilenas". En: J.C. Castilla (ed.). Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones: 271-285. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Schlatter R.P. y A. Simeone. 1999. "Estado del conocimiento y conservación de las aves en mares chilenos". Estudios Oceanológicos ,18: 25-33.

Schlatter R. y R. Hucke-Gaete. 1999. "La importancia de la cooperación internacional para la conservación de aves y mamíferos presentes en Chile". Estudios Oceanológicos, 18: 13-24.

Simeone A. & M. Bernal. 2000. "Effects of habitat modification on breeding seabirds: a case study in central Chile". Waterbirds, 23: 449-456.

Simeone A., G. Luna-Jorquera, M. Bernal, S. Garthe, F. Sepúlveda, R. Villablanca, U. Ellenberg, M. Contreras, J. Muñoz & T. Ponce. 2003. "Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 76: 323-333.

Venegas C. 1999. "Estado de conservación de las especies de pingüinos en la región de Magallanes, Chile". Estudios Oceanológicos, 18: 45-56.

Vilina Y. 1992. "Status of the Peruvian Diving Petrel, *Pelecaniodes garnotii,* on Chañaral Island, Chile". Colonial Waterbirds, 15(1): 137-139.

Vilina Y., J. Capella, J. González y J. Gibbons. 1995. Apuntes para la conservación de las aves de la Reserva Nacional Pingüinos de Humboldt". Boletín Chileno de Ornitología, 2: 2-6.

Vilina Y. & F. Gacitúa. 1999. "The birds of Salas y Gómez Island, Chile". Waterbirds, 22(3): 459-462.

AVES ACUÁTICAS CONTINENTALES

YERKO VILINA Y HERNÁN COFRÉ

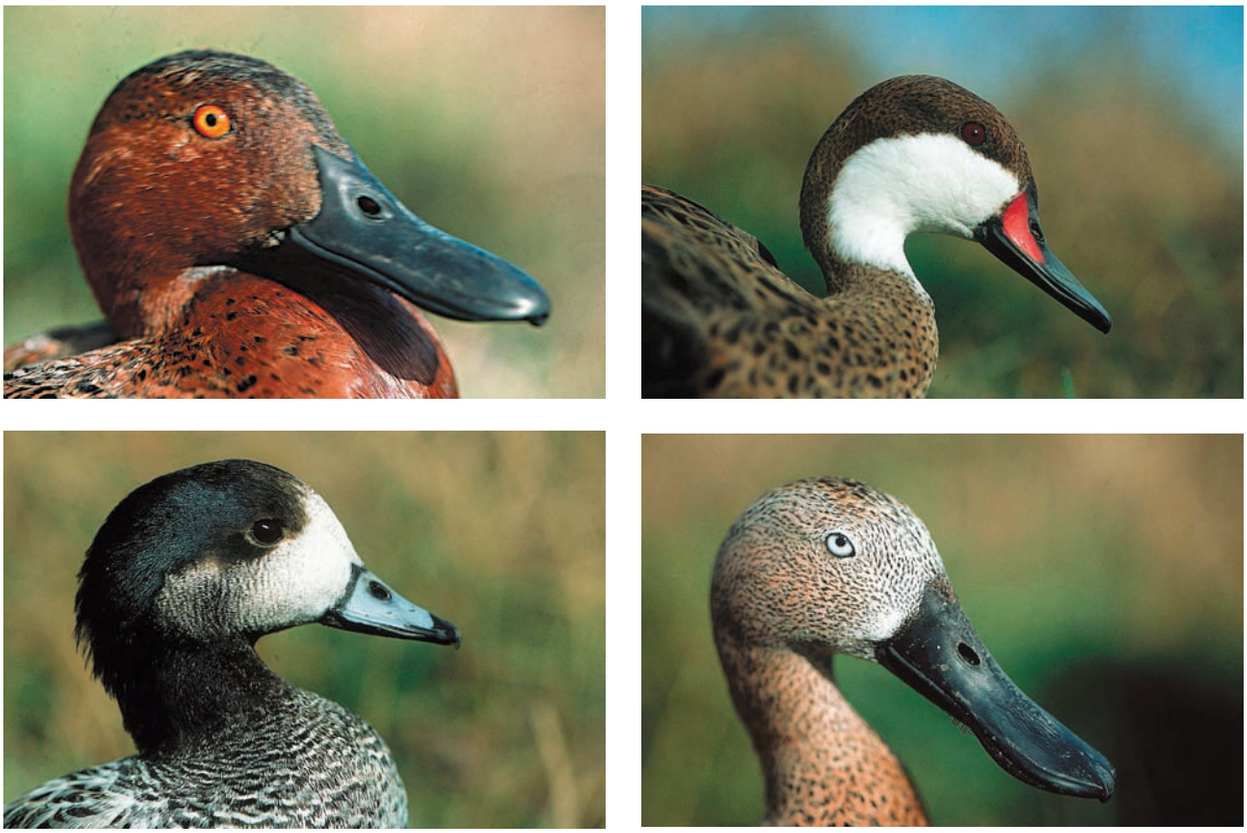
Se entenderá por especies de aves acuáticas continentales a aquellas que no se esperaría estuviesen presentes si es que no existiese un humedal; por ello, se incluyen las especies asociadas a la vegetación emergente, totorales y pajonales, y no se incluyen las golondrinas, dado que estas especies depredan sobre concentraciones de insectos, no necesariamente donde hay ambientes acuáticos. No obstante lo anterior, los autores reconocen la validez de otros criterios a este respecto.

En Chile existen numerosas especies de aves que se pueden asociar con los humedales continentales, estos últimos entendidos como aquellas zonas húmedas que se encuentran al interior del continente o de las islas, y que presentan una gran diversidad y heterogeneidad de hábitat para estas especies, incluidos lagos, lagunas, salares, ríos, esteros, arroyos, bofedales, vegas, pantanos, hualves (bosques inundados), mallines, totorales (*Thypha* sp.), entre otros, sean estos estables (siempre inundados) u ocasionales, salinos o dulceacuícolas, naturales o artificiales.

De este análisis se descartan aquellas especies de aves que utilizan principalmente las costas marinas, las cuales fueron analizadas en el capítulo referente a aves marinas; sin embargo, se debe tener en consideración que varias de las especies costeras (por ejemplo, chorlos, playeros, gaviotas), también utilizan los humedales continentales, ya sea para alimentarse, descansar e incluso ocasionalmente reproducirse. Del mismo modo, algunas de las especies consideradas en este capítulo pueden utilizar el mar o las costas marinas, en algunos períodos de su ciclo de vida o en algunas regiones del país, como podría ser el caso del blanquillo (*Podiceps occipitalis*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melancorhyphus*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), entre otros, quienes ocasionalmente se alimentan en el mar, particularmente en la región austral del país. Por lo tanto, la separación entre aves acuáticas marinas y marino-costeras, por un lado, y aves pertenecientes a los humedales continentales, por otro, es sólo artificial, pero permite realizar un análisis respecto a su diversidad y al tipo de hábitat que más frecuentan.

HISTORIA DEL CONOCIMIENTO EN CHILE

Al igual que en los otros grupos de aves, la historia de su conocimiento debe necesariamente radicar en las culturas precolombinas, dado que con seguridad estas hacían uso de aquellas como recurso alimentario y probablemente asociado a ceremonias y creencias. Su conocimiento posterior se refleja en los escritos del abate Molina (1778) y de principios del siglo XIX, escritos por el naturalista Claudio Gay (1847); quien, por ejemplo, refiriéndose al cisne en cuello negro observado en el lago Budi, menciona: "Este cisne es mui común en la América meridional i sobre todo en La Plata, donde se comercia con su pellejo. Se encuentra en los lagos i llanos de las cordilleras de Chile. Solo puede huir en el agua así los paisanos suelen matarlos a palos cuando se encuentran en tierra... los huevos son dos o tres veces mayor que los del pavo, de buen gusto i que se venden en los mercados". Posterior al aporte realizado por estos naturalistas clásicos, existen varios otros estudios de gran relevancia, realizados a mediados del siglo XIX por otros naturalistas, entre los que destaca Rodulfo Philippi, quien además de varias contribuciones, describe por primera vez para la ciencia la existencia del flamenco andino o parina grande, *Phoenicoparrus andinus*. Algo similar ocurre con Carlos S. Reed, quien siendo Director del Zoológico Nacional publicó varios escritos relativos a este tema y quien publica en 1938 el trabajo "Los anseriformes, chilenos. Su nomenclatura actual y su distribución geográfica", una obra pionera para la época. Los dos volúmenes y dos anexos publicados a mediados del siglo XX por Goodall, Johnson y Philippi, "Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres" —en los que se describe mucha de la información de campo obtenida por los autores—, constituye otro hito en el desarrollo de la ornitología de Chile, con mucha información sobre la historia natural de estas especies. Posteriormente, la obra de B. Araya y G. Millie "Guía de Campo de las Aves de Chile", publicada por primera vez en 1986, constituye un gran aporte, al establecer en forma rigurosa la presencia y distribución de todas las especies de aves que habitan en Chile, incluidas las aves acuáticas continentales.



Especies de patos posibles de observar en los humedales de la zona central de Chile: Arriba a la izquierda: Pato colorado (*Anas cyanoptera*); arriba a la derecha: Pato gargantillo (*Anas bahamensis*); abajo a la izquierda: Pato real (*Anas sibilatrix*); abajo a la derecha: Pato cuchara (*Anas platalea*). Fotos: Nicolás Piwonka.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

En nuestra revisión consideramos a 91 especies de aves asociadas principalmente a los ambientes acuáticos continentales, exceptuando las costas marinas (véase el cuadro 1).

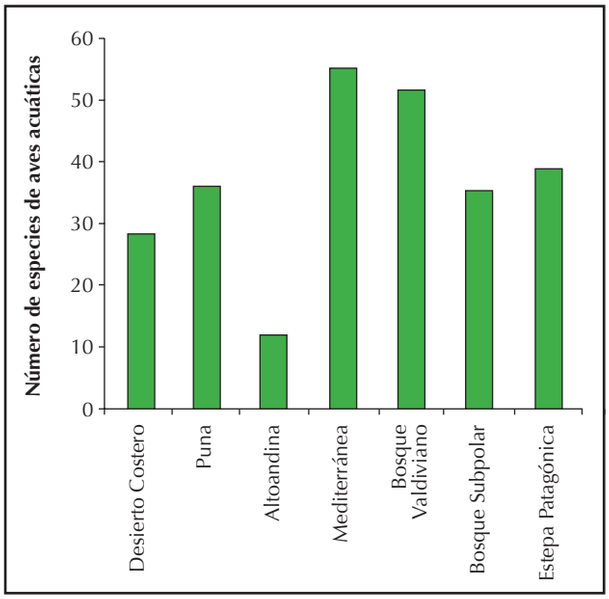
Cabe destacar que algunos de estos taxa, a nivel de orden o familias, están bien representados en el país en relación a la diversidad presente en Sudamérica. Tal es el caso de los flamencos, para los cuales están presentes en Chile las tres especies existentes en Sudamérica. Otros de los taxa bastante diversos en el país es la familia Anatidae (cisnes, gansos y patos), con 29 especies descritas para Chile, de las cuales 26 de ellas se analizan en este capítulo y las otras tres en el capítulo referente a aves marinas. En Sudamérica habitan 32 especies de esta familia, por lo que en Chile habita el 90 por ciento de sus representantes. Para los otros órdenes, su representación en el país respecto a Sudamérica, es cercana al 50 por ciento o menor.

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA

La mayoría de las especies de aves acuáticas migratorias provenientes del hemisferio norte utilizan además los ambientes marinos, por lo que fueron analizadas en el capítulo respectivo. Dentro de ese grupo de aves es necesario destacar que hay al menos tres especies que son frecuentes y en algunos casos abundantes en los humedales de la región de la puna, como es el caso del playero de Baird (*Calidris bairdii*), el pollito de mar tricolor (*Steganopus tricolor*) y, en menor abundancia, el pitotoy chico (*Tringa flavipes*). Más al sur del país, estas especies descienden hacia las tierras bajas, particularmente el playero de Baird y el pitotoy chico, utilizando las playas arenosas y los humedales costeros. Existen algunas especies de este grupo migratorio para los cuales sus registros, aunque ocasionales, han ocurrido principalmente en los ambientes acuáticos interiores, como es el caso del pato de alas azules (*Anas discors*), el chorlo gritón (*Charadrius vociferus*) y recientemente registrado en Chile, el churrete dorado (*Seiurus novaboracensis*), quienes migran desde Norteamérica. En síntesis, la gran mayoría de las especies de aves acuáticas migratorias que provienen desde el hemisferio norte, se asocian más frecuentemente a los ambientes marino-costeros que a los humedales interiores, con algunas excepciones como las antes mencionadas.

Una ruta migratoria poco conocida es la que realiza el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), el cual aumenta considerablemente sus poblaciones durante los inviernos en la región austral, entre Chiloé y Magallanes, y es registrado sólo entre otoño y primavera en los humedales costeros de la zona central de Chile, entre ellos, las desembocaduras de los ríos Reloca y Mataquito y el humedal del estero El Yali. Es altamente probable que estas aves provengan desde los humedales de Argentina, pero su origen no está claramente establecido.

Figura 1. **Riqueza de especies de aves acuáticas por región ecológica.**



Cuadro 1. **Representación de taxa de aves acuáticas en Chile.**

Orden	Familias	Géneros	Especies
Podicipediformes	1	3	5
Ciconiformes	3	9	13
Phoenicopteriformes	1	2	3
Anseriformes	1	11	26
Gruiformes	1	6	13
Charadriiformes	6	13	16
Coraciiformes	1	2	2
Paseriformes	3	8	12

Una situación similar ocurre con dos especies migratorias de hábitos insectívoros, el run-run (*Hymenops perspicillata*) y el pájaro amarillo (*Pseucolopteryx flaviventris*), quienes llegan durante la primavera y verano a reproducirse en los ambientes acuáticos de Chile central, y están particularmente asociados a la vegetación emergente, como los totorales, y la vegetación ripariana, como los bosques de sauces (*Salix* spp.) que bordean tranques, lagunas o esteros. Migran hacia las tierras bajas con pastizales de Argentina, donde pasan el otoño y la primavera.

El canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*) se reproduce en los humedales costeros del estrecho de Magallanes y de la Isla Grande de Tierra del Fuego, y migra durante el otoño e invierno a las pampas de Argentina, próxima a Buenos Aires, y el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), que habita en los humedales cordilleranos de la puna y altoandinos, y migra durante los otoños e inviernos en la zona central hacia los humedales de los valles transversales y costeros.

Aunque dentro de este grupo de aves no existen endemismos a escala nacional, algunas de ellas sólo están restringidas a una de las regiones ecológicas que existen en el país. Ejemplo de ello son las doce aves que en Chile están restringidas a los humedales de la puna, como el cuervo del pantano de la puna (*Plegadis ridwayi*), el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), el flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), el pato puna (*Anas puna*), entre otras. Para las otras regiones ecológicas el endemismo es menor, ya que varias especies habitan en más de una región ecológica, destacando aquellas que son compartidas entre las regiones de la puna y la altoandina, como el piuquén y el chorlo cordillerano (*Phegornis mitchellii*).

En la figura 1 se muestra el número de especies de aves acuáticas continentales presentes en cada región ecológica de Chile.

En Chile, ocasionalmente también se registran especies frecuentes y abundantes en los humedales pampeanos y en los pantanales ubicados en la vertiente atlántica, como es el caso de los patos del género *Dendrocygna* y del cuervo del pantano (*Plegadis chihi*). Este último ha sido más regularmente observado e incluso ocasionalmente se reproduce en la región austral. Otras especies similares, pero registradas con menor frecuencia, son la cigüeña de cabeza pelada (*Mycteria americana*), el pillo (*Euxenura maguari*) y la espátula (*Platalea ajaja*).

Para algunas de estas especies existen evidencias relativamente recientes de que están ampliando su distribución en el país, como es el caso de la tagüita del norte (*Gallinula chloropus*), la cual en forma paulatina se está expandiendo hacia el sur, siendo recientemente observada en la laguna El Peral.

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

La información sobre la ecología de las poblaciones de estas especies de aves es escasamente conocida, probablemente porque requiere estudios de largo plazo o bien cubrir extensas regiones geográficas. Es por eso que no está claramente descrito cómo están conformados los ensambles de aves acuáticas continentales, cuáles y cuántas son las especies que dominan los ensambles y cuáles son aquellas que parecen como las más raras, con menores abundancias y/o menos frecuentes. En las siguientes figuras resumimos los resultados obtenidos por los autores respecto a la estructura de los ensambles de estas aves para dos regiones ecológicas de Chile, las regiones de la puna y mediterránea (véanse las figuras 2 y 3).

Los factores que determinan los patrones de distribución y abundancia de las aves acuáticas son complejos y no están bien estudiados. Para el caso de los humedales de la región central de Chile, en 1999 los autores establecieron que el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) es un factor relevante para explicar los cambios que ocurren en algunos grupos de aves acuáticas (por ejemplo, zambullidores) que habitan en esta región del país. Posteriormente, en 2002 algo



Tagua gigante (*Fulica gigantea*). Especie endémica del altiplano de Sudamérica. Gran parte de su población se encuentra en los humedales de Chile, como el lago Chungará. Foto: Mariana Acuña.



Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*). Esta especie se observa frecuentemente en el Altiplano y la Patagonia chilena. Sin embargo, también se le puede observar en algunos puntos de la costa de Chiloé y de la zona central de Chile, como el humedal estero El Yali. Foto: Yerko Vilina.

similar informamos para la población del cisne de cuello negro (*Cygnus melancorhyphus*) en Chile central y lo mismo hizo R. Schlatter para esta especie en el caso de la población del río Cruces. Dado lo anterior, el fenómeno El Niño constituye un factor clave para comprender los cambios en los tamaños de las poblaciones de aves acuáticas continentales de Chile, el cual parece incidir fuertemente en las dinámicas y procesos ecológicos que ocurren en los humedales, incluidas las aves acuáticas continentales de todo el país.

Una de las temáticas de gran relevancia para comprender la dinámica de las poblaciones de aves acuáticas continentales es aquella relacionada con la conectividad entre los humedales dentro del país y con los otros humedales de Norteamérica y Sudamérica; por ejemplo, aquella referida a la conexión entre los humedales costeros y los valles transversales del centro del país con los de la región austral; la relación y conexión existente entre los humedales australes, de Valdivia al sur, con los humedales de la región atlántica; la relación existente entre los humedales de la puna con los de esta misma región ecológica de los países vecinos (Perú, Bolivia y Argentina). En este caso son destacables los esfuerzos que la Corporación Nacional Forestal (CONAF) realiza con las instituciones de estos otros países para determinar el estado de las poblaciones de las tres especies de flamencos que habitan en la región de la puna. Para el caso de los humedales de la región altoandina, que compartimos con Argentina, las conexiones parecen ser más complejas y, al igual que en los otros casos, permanecen desconocidas.

SINGULARIDADES EN CHILE

Algunas especies que tienen una distribución restringida a escala regional y mundial tienen en Chile un porcentaje importante de su población. Uno de estos casos es la tagua gigante (*Fulica gigantea*), para la cual el lago Chungará, en el extremo norte del país, alberga más del 80 por ciento de la población mundial de esta especie; otro caso similar ocurre con la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), para la cual las lagunas de Miñiques y Miscanti constituyen también sitios de relevancia mundial. El chorlo de Magallanes (*Pluvianellus socialis*) se distribuye sólo en la Isla Grande de Tierra del Fuego y en la región continental del estrecho de Magallanes, con una población probablemente inferior a los 10 mil individuos.

En los humedales mediterráneos de la zona central del país habita una de las aves acuáticas más especiales y enigmáticas que existen, el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*). Esta es la única ave en el mundo que siempre pone sus huevos en nidos de otras especies de aves y cuyos crías tienen hábitos nidífugos, es decir, la cría nace en el nido de una especie distinta (por ejemplo, tagüas, huairavos, y

otras especies de patos), y tan pronto nace abandona el nido sin recibir cuidado parental. Otras especies de aves, aunque también ponen sus huevos en nidos de otras especies, las crías son nidícolas, es decir, permanecen en el nido después de nacer y son alimentadas y cuidadas por la especie hospedero (por ejemplo el mirlo).

En el caso de las dos especies de flamencos cuya distribución se restringe a los salares y lagos de la puna, como es el caso de la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y de la parina chica (*P. jamesi*), su singularidad radica en que ambas se alimentan de diatomeas, un recurso abundante en este tipo de ambientes, en tanto la otra especie de este grupo que habita en Chile, el flamenco chileno, se alimenta de invertebrados acuáticos. Es posible que esto explique el hecho de que Chile posea tres de las cinco especies de flamencos que existen en el mundo.

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Una de las últimas especies de aves acuáticas continentales registradas para la ciencia fue el flamenco de James o parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), descrito por Sclater (1886); sin embargo, en forma paulatina pero constante se describen nuevas especies de aves que son por primera vez registradas en Chile, entre ellas el pimpollo tobiano (*Podiceps gallardoi*) descrito en humedales de Aisén, y recientemente el churrete dorado (*Seiurus novaboracensis*), registrado en julio de 2005 por Jean Paul de la Harpe en unas vegas del sector de Toconao, San Pedro de Atacama. En el caso de otras especies que se consideraban como raras o muy pocos abundantes, nuevos registros revelan que su frecuencia y abundancia era mayor a lo anteriormente establecido.

Lo anterior permite establecer que el estado del conocimiento de este grupo de aves es en algunos casos deficiente, particularmente en lo que respecta a su función ecológica dentro de los complejos procesos que ocurren en los humedales. Otra deficiencia manifiesta ocurre respecto al estado de sus poblaciones, estructura de los distintos ensambles y, muy primordialmente, a los desplazamientos y/o migraciones dentro del país, y a su relación con las otras poblaciones de los países vecinos. Hay varias especies cuyas poblaciones, al parecer, vienen declinando, pero cuyo estatus permanece desconocido; entre ellas destacan el pato anteojillo

Figura 2. **Relaciones de abundancia para 36 especies que habitan 19 humedales de la región mediterránea.**

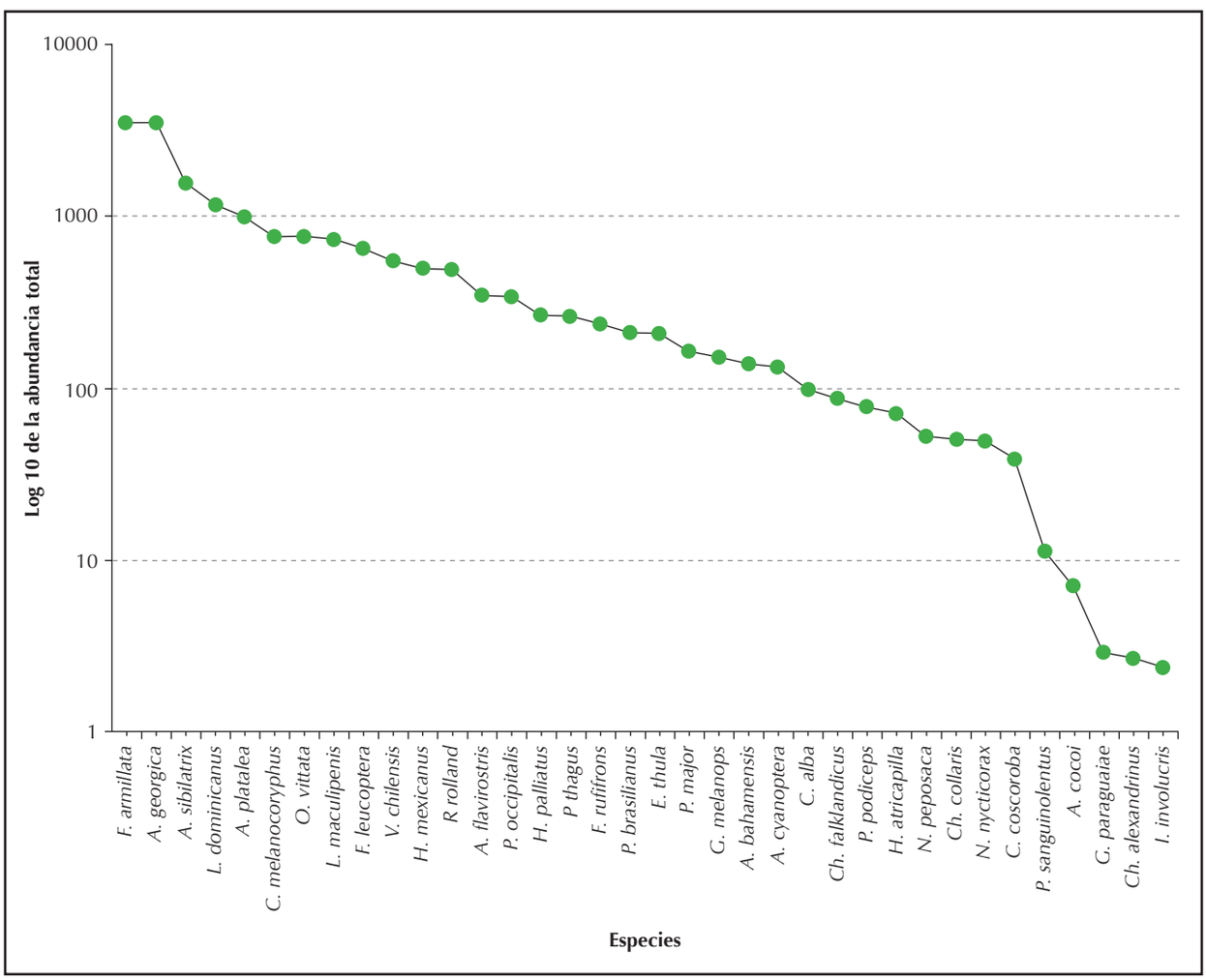
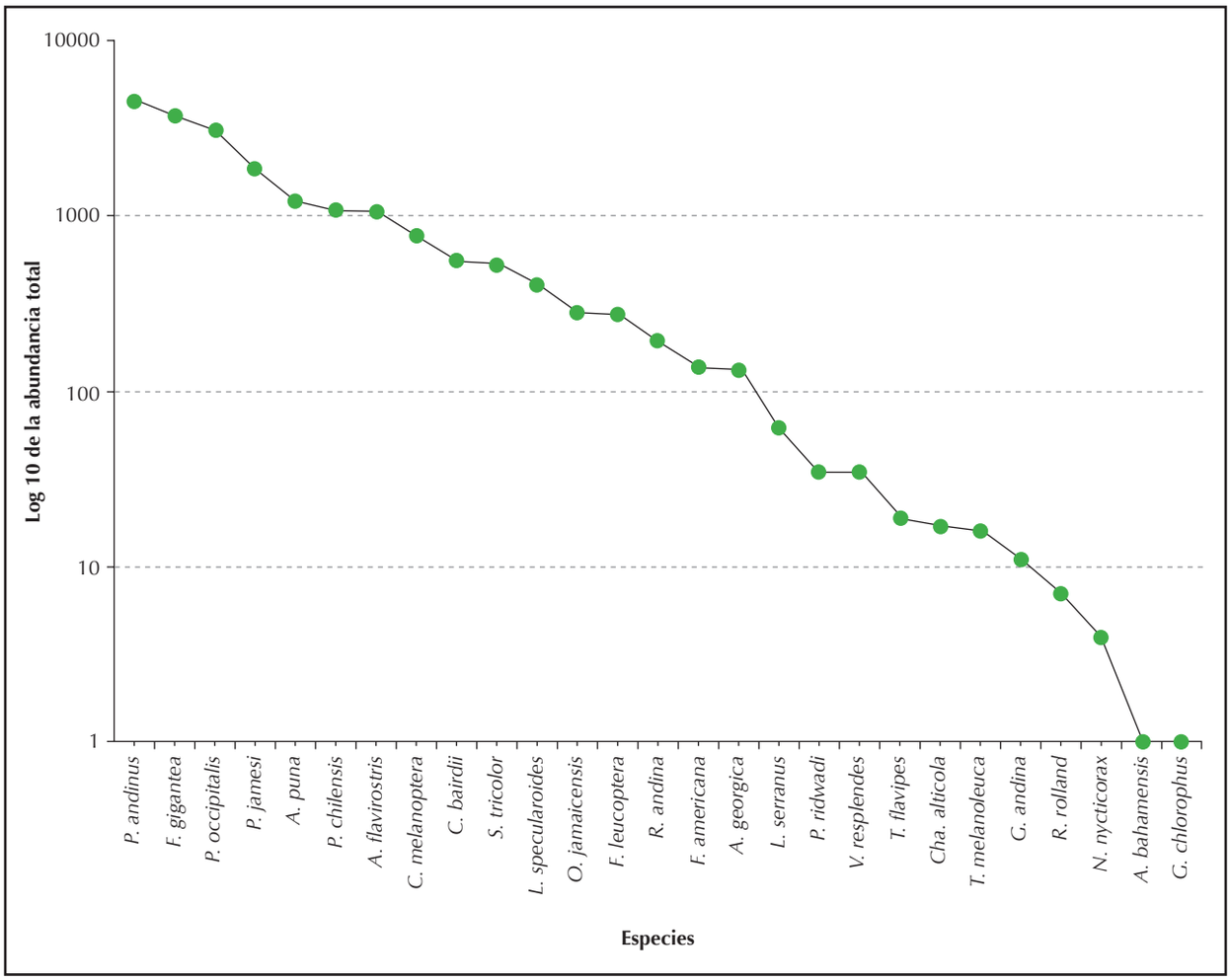
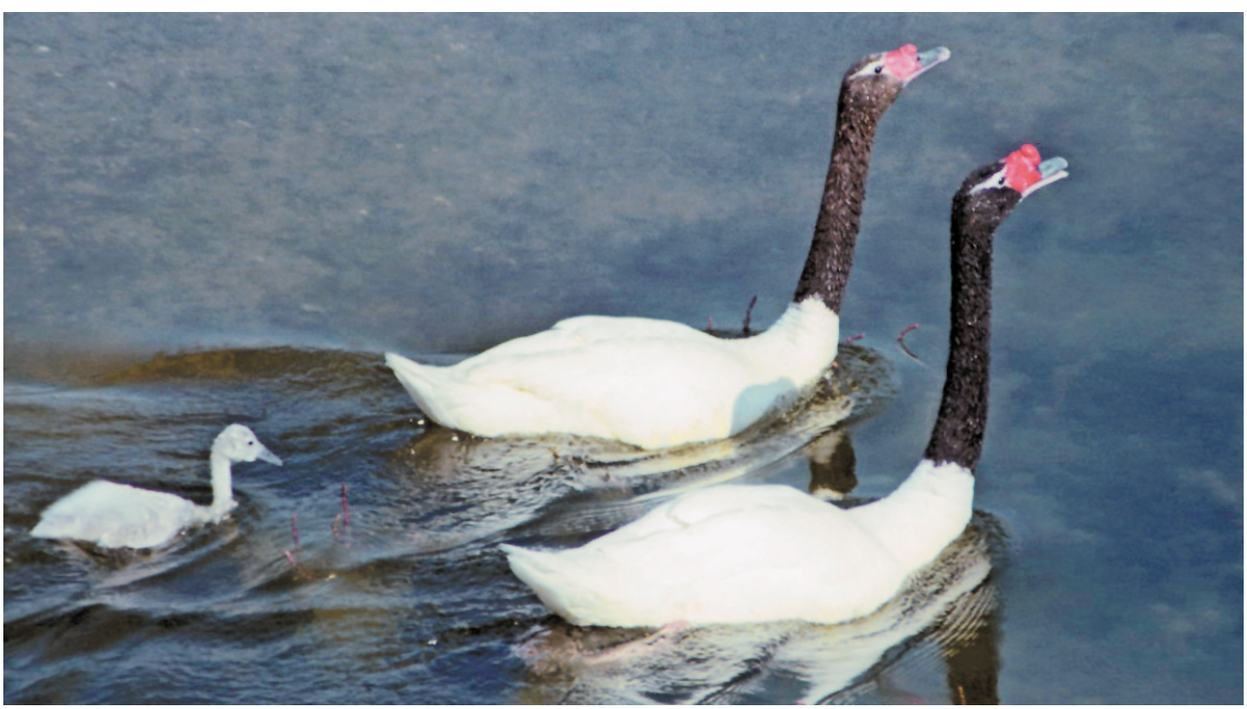


***Figura 3*. Relaciones de abundancia para 27 especies en humedales de la región de la Puna.**





Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*). Especie común en los humedales de las zonas centro, sur y austral de Chile. Se alimenta casi exclusivamente de luchecillo y anida en los pajonales más tupidos al borde de las lagunas. Foto: Mariana Acuña.



Martín pescador (*Ceryle torquata*), ave asociada a las riberas de lagos y ríos de la región de los bosques templados. Se alimenta de peces los que caza lanzándose al agua desde su percha. Foto: Mariana Acuña.

(*Speculanas specularis*), que se asocia a los ríos forestados de bosque nativo de la región austral, la becacina pintada (*Nycticryphes semicollaris*), escasamente registrada en los humedales mediterráneos, y el run-run (*Hymenops perspicillata*), asociado a la vegetación ripariana, entre varias otras.

Bibliografía

Araya B. y G. Millie. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Patrocinio Editorial Universitaria, Santiago, 406 pp.

Garay, G., W. E. Johnson & W. L. Franklin. 1991. "Relative abundance of aquatic birds and their use of wetlands in the Patagonia of southern Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 64: 127-137.

Goodall, J., A. Johnson y R.A. Philippi. 1946-1951. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres, vol. I y II. Establ. Graf. Platt. Buenos Aires, Argentina.

Jaramillo, A., P. Burke & D. Beadle. 2003. Birds of Chile including the Antarctic Peninsula, the Falkland islands and South Georgia. Helm Field Guides. Christopher Helm, London.

Schlatter, R.P., R.A. Navarro & P. Corti. 2002. "Effects of El Niño Southern Oscillations on numbers of Black-necked Swans at Río Cruces Sanctuary, Chile". Waterbirds, 25 (Special Publication 1): 114-122.

Schlatter, R.P. 2005. "Distribución del cisne de cuello negro en Chile y su dependencia de hábitat acuáticos de la cordillera de la Costa". En: Smith-Ramírez et al. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile: 498-504.

Sielfeld, W.; N. Amado, J. Herreros, R. Peredo y A. Rebolledo. 1996. "La avifauna del Salar del Huasco: Primera Región, Chile". Boletín Chileno de Ornitología, 3: 17-24.

Valqui, M.; Caziani, S. Rocha, O. y E. Rodríguez. 2000. "Abundance and distribution of the South America Altiplano Flamingos". Waterbirds, Special Publication (1)23: 110-113.

Vilina, Y. A. & H. Cofré. 1999. "Abundance and habitat association patterns of four Grebes (Podicipedidae) in the 'Estero El Yali' wetland, central Chile". Colonial Waterbirds, 23: 103-109.

Vilina, Y.A., H.L. Cofré, C. Silva-García, M.D. García & C. Pérez 2002. "Effects of El Niño on abundance and breeding of Black-necked swans on El Yali wetland in Chile". Waterbirds, 25 (Special Publication 1): 123-127.

Von Meyer, A. y L. Espinosa. 1998. "Situación del flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) en Chiloé y sur de la Provincia de Llanquihue". Boletín Chileno de Ornitología, 5: 16-20.

Vuilleumier, F. 1997. "A large concentration of swans (*Cygnus melancoryphus* and *Coscoroba coscoroba*) and other waterbirds at Puerto Natales, Magallanes, Chilean Patagonia, and its significance for swans and waterfowl conservation". Ornitología Neotropical, 8: 1-5.

Páginas siguientes: **Los flamencos habitan en Chile desde Tarapacá hasta Tierra del Fuego, en zonas de agua poco profundas, dulces o saladas, desde la costa hasta unos 4.000 msnm. Las hembras de todas las especies de flamencos ponen un solo huevo al año y nidifican en años de abundante lluvia y en zonas más bien lejanas, evitando que sus huevos sean predados por el hombre y ser molestadas por otros animales. Su baja fertilidad significa que la protección de esta especie sólo es posible mediante una veda indefinida.**
Foto: Nicolás Piwonka.

Lista de las aves acuáticas continentales consideradas en este ensayo

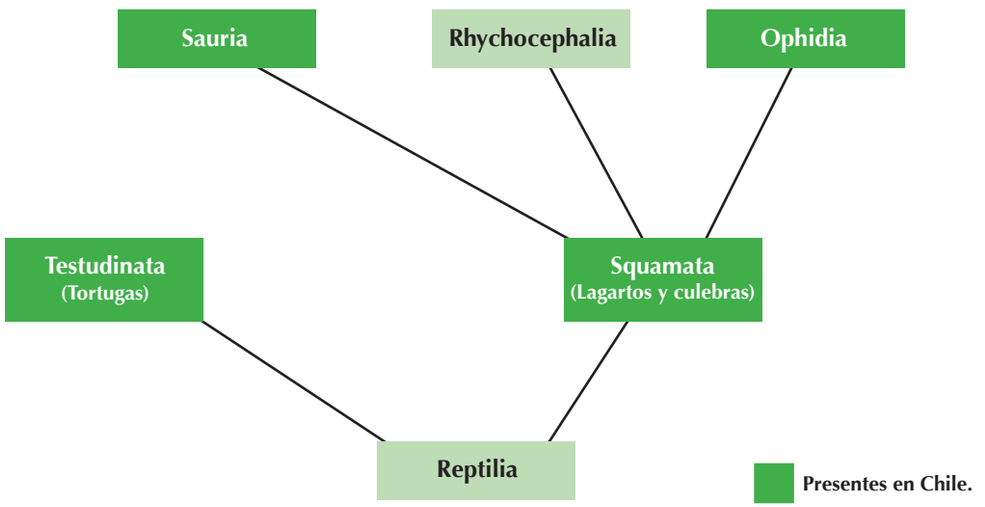
Nombre Científico	Nombre Común
Podiceps major	Huala
Rollandia rolland	Pimpollo
Podiceps occipitalis	Blanquillo
Podiceps gallardoi	Pimpollo tobiano
Podilymbus podiceps	Picurio
Euxenura maguari	Pillo
Mycteria americana	Cigüeña de cabeza pelada
Ardea alba	Garza blanca
Ardea cocoi	Garza cuca
Egretta thula	Garza chica
Egretta caerulea	Garza azul
Egretta sacra	Garza de los arrecifes
Bubulcus ibis	Garza boyera
Nycticorax nycticorax	Huairavo
Butorides striatus	Garcita azulada
Ixobrychus involucris	Huairavillo
Plegadis chihi	Cuervo del pantano
Plegadis ridwayi	Cuervo del pantano de la puna
Phoenicopterus chilensis	Flamenco chileno
Phoenicoparrus andinus	Parina grande
Phoenicoparrus jamesi	Parina chica
Platalea ajaja	Espátula
Dendrocygna bicolor	Pato silbón
Dendrocygna viduata	Pato pampa
Dendrocygna autumnalis	Pato silbón de ala blanca
Coscoroba coscoroba	Coscoroba
Cygnus melancorhyphus	Cisne de cuello negro
Chloephaga melanoptera	Piuquén
Chloephaga poliocephala	Canquén
Chloephaga rubidiceps	Canquén colorado
Chloephaga picta	Caiquén
Speculanas specularis	Pato anteojillo
Lophonetta specularis	Pato juar jual
Merganetta armata	Pato cortacorrientes
Anas georgica	Pato jergón grande
Anas flavirostris	Pato jergón chico
Anas bahamensis	Pato gargantillo
Anas puna	Pato puna
Anas versicolor	Pato capuchino
Anas sibilatrix	Pato real
Anas discors	Pato de alas azules
Anas cyanoptera	Pato colorado
Anas platalea	Pato cuchara
Netta peposaca	Pato negro
Netta erythropthalma	Pato castaño
Oxyura ferruginea	Pato de pico ancho

Nombre Científico	Nombre Común
Oxyura vittata	Pato rana de pico delgado
Heteronetta atricapilla	Pato rinconero
Pardirrallus sanguinolentus	Pidén
Pardirrallus maculatus	Pidén moteado
Rallus antarticus	Pidén austral
Laterrallus jamaicensis	Pidencito
Gallinula melanops	Tagüita
Gallinula chloropus	Tagüita del norte
Porphyrula martinica	Tagüita purpurea
Fulica leucoptera	Tagua chica
Fulica armillata	Tagua común
Fulica rufifrons	Tagua de frente roja
Fulica ardesiaca	Tagua andina
Fulica gigantea	Tagua gigante
Fulica cornuta	Tagua cornuda
Vanellus chilensis	Queltehue
Vanellus resplendens	Queltehue de la puna
Himantopus melanurus	Perrito
Recurvirostra andina	Caití
Charadrius alticola	Chorlo de la puna
Charadrius vociferus	Chorlo ártico
Phegornis mitchellii	Chorlito cordillerano
Tringa solitaria	Pitoty solitario
Calidris himantopus	Playero de patas largas
Gallinago paraguaiae	Becacina
Gallinago andina	Becacina de la puna
Gallinago stricklandii	Becacina grande
Nycticryphes semicollaris	Becacina pintada
Steganopus tricolor	Pollito de mar tricolor
Jacana jacana	Jacana
Larus serranus	Gaviota andina
Ceryle torquata	Martín pescador
Chloceryle americana	Martín pescador chico
Cinclodes patagonicus	Churrete
Cinclodes antarcticus	Churrete austral
Cinclodes atacamensis	Churrete de alas blancas
Cinclodes fuscus	Churrete acanelado
Seiurus novaboracensis	Churrete dorado
Phleocryptes melanops	Trabajador
Hymenops perspicillata	Run run
Lessonia rufa	Colegial del norte
Lessonia oreas	Colegial
Pseudocolopteryx flaviventris	Pajaro amarillo
Tachuris rubrigastra	Siete colores
Agelaius thilius	Trile





ÓRDENES Y SUBÓRDENES DE REPTILES EN EL MUNDO



Bibliografía

Modificado de http://www.embl-heidelberg.de/~uetz/LivingReptiles.html

REPTILES

HERMAN NÚÑEZ

Los reptiles son vertebrados mandibulados, terrestres o acuáticos, de piel seca casi desprovista de glándulas y cuerpo recubierto de escamas epidérmicas queratinizadas, a veces superpuestas o con osificaciones dérmicas. Exhiben sólo un cóndilo occipital. Su mandíbula está compuesta de varios huesos; tetrápodos, con cinco dedos hasta ápodos, en distintos grados, entre otras muchas características.

BREVE HISTORIA DE SU CONOCIMIENTO EN CHILE

El pueblo mapuche hizo de ellos parte de su cosmogonía e incorporó a las serpientes como protagonistas de la formación de las tierras. Trentren, la entidad protectora, contra Caicai Vilú la destructora, fueron estos mitológicos seres; por otra parte, Vilcún es la lagartija.

Aparentemente, la primera persona que menciona a un reptil en Chile es el sacerdote jesuita Ignacio Molina en 1782, que señaló a las culebras y a dos especies de lagartos, el matuasto y la iguana cuyas descripciones someras han provocado confusión y controversia, especialmente en tiempos recientes.

La obra de Claudio Gay de 1847 incluye a los reptiles, y es ésta la primera compilación que da cuenta del elenco de los reptiles de Chile, capítulo escrito por Guichenot.

La llegada del naturalista alemán Rodulfo Philippi, a mitad del siglo XIX, significó un importante impulso en que se generaron las primeras colecciones científicas propiciadas por él. Efectuó viajes de exploración por el país y muchos de los resultados de esas expediciones mantienen vigencia hasta hoy.

Ferdinand Lataste hizo notables contribuciones a la herpetología de Chile, reduciendo notablemente las numerosas especies que describió Rodulfo A. Philippi.

Bernardino Quijada, en 1916, hizo un catálogo de los reptiles depositados en el Museo Nacional de Historia Natural y es este otro hito en la historia de la herpetología, pues da cuenta de los reptiles chilenos con el aporte de las copiosas descripciones de Philippi.

En la primera mitad del siglo XX llegó a Chile Walter Hellmich, uno de los herpetólogos de mayor relevancia de nuestro país; describió unas 30 especies de *Liolaemus* y sus estudios acerca de la distribución y modelos de los lagartos de Chile, han sido los más gravitantes de la historia natural de estos seres, agregando importantes trabajos relativos a la evolución de este grupo. Ha sido un naturalista de gran peso en los estudios de estos animales y hasta hoy son vigentes sus ideas. Es difícil separar a Hellmich de Lorenz Müller, quien contribuyó a la descripción de especies de reptiles, especialmente de *Liolaemus*.

En 1947, Roberto Donoso Barros publicó su primer trabajo; sería el inicio de una destacada carrera que culminó con dos importantes obras, consideradas capitales para la herpetología de Chile y América del Sur: "Reptiles de Chile" de 1966, que trata a todos los reptiles de nuestro país y "Catalogue of the Neotropical Squamata" (1970), en conjunto



Tenuis. Foto: Herman Núñez.

con James Peter, obra que ha marcado un hito en la historia del conocimiento de los reptiles saurios de toda la zona Neotropical.

Esta creciente marea de trabajos dedicados principalmente a la taxonomía cede lugar a un número importante de estudios ecológicos en que los modelos son los reptiles, y en este interés, los aportes de Eduardo Fuentes Quezada y Fabián Jaksic han sido singularmente importantes. De particular valor es el trabajo de Fuentes en 1976 "Ecological convergence of lizard communities in Chile and California".

Otra línea de investigación enmarcada en la taxonomía y sistemática es la que desarrolla Alberto Veloso, de la Universidad de Chile, relativa a citogenética, herramienta cuyas proyecciones son de gran relevancia en la consecución de evidencias de relaciones sistemáticas de este complejo conjunto de seres. Patricia Iturra y José Navarro han continuado esta línea con significativos aportes.

Madeleine Lamborot y Juan Carlos Ortiz han desarrollado este campo, describiendo especies nuevas o documentando singulares casos en el ámbito de la citogenética.

Variadas líneas se han desarrollado en los últimos años y las contribuciones, un tanto controvertidas de Richard Etheridge, han jugado un importante rol en la orientación de los estudios de los reptiles chilenos.

Antonieta Labra ha iniciado una línea de trabajo con una gran trayectoria en ecofisiología y conducta, un ámbito en que es pionera y cuyos resultados se han materializado en importantes trabajos.

Por nuestra parte hemos contribuido, con José Navarro, describiendo especies de distintas partes del país.

Los nuevos valores de la herpetología se personalizan en jóvenes de tenaz empuje como Daniel Pincheira-Donoso, nieto de Roberto Donoso. Con Daniel hemos escrito un texto acerca de las lagartijas del género *Liolaemus*. Otros jóvenes son Pablo Espejo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, y Carlos Garín de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Los reptiles de Chile se originan en el Terciario y aparentemente su diversificación es producto de los procesos orogénicos que han afectado al país en su historia geológica, cambios climáticos debidos a la instauración de la corriente de Humboldt y a atributos intrínsecos de estos animales.

Fuentes y Jaksic en 1979, propusieron una hipótesis muy acertada para *Liolaemus* relacionada con procesos de especiación de reptiles debido a las glaciaciones que han afectado al territorio nacional, que obligaban a las especies de montaña a bajar a los valles para eludir a los glaciares y, a la retirada de éstos, retornar a las montañas aunque no necesariamente a las mismas; este recurrente proceso habría resultado en una fuerte diferenciación de poblaciones cuyo resultado final serían especies, o al menos subespecies, en la zona centro-sur del país. La zona norte habría sido modificada básicamente por los efectos desertificantes de la corriente fría de Humboldt, generando refugios en los que



Quadrivittatus. Foto: Heiko Werning.



Constanzae. Foto: Heiko Werning.



Philodryas. Foto: Herman Núñez.



Fabiani. Foto: Heiko Werning.

las especies, impedidas de flujo génico, habrían especiado con modelos similares a los provocados por los glaciares; la cordillera andina habría sido una eficaz barrera para las especies chilenas y transandinas, generando dos grupos de especies muy diferenciados para las que se han propuesto dos subgéneros.

Navarro y sus coautores en 1981, han planteado un modelo que, a juicio del suscrito, más que alternativo es un complemento a las propuestas de Fuentes y Jaksic, y su vía de explicación se encamina por mecanismos cromosómicos robertsonianos, de manera tal que dichos cambios una vez estabilizados habrían operado estableciendo barreras postzigóticas infranqueables, propiciando los aislamientos reproductivos, y por tanto la especiación.

La diversidad biológica de reptiles continentales que ostenta hoy nuestro país es la siguiente:

Género	N° de especies	N° de especies endémicas	Porcentaje de endemismo específico
Callopistes; Iguanas	1	1	100
Diplolaemus, Cabezones	3		0
Homonota, Salamanquejas	2	2	100
Liolaemus; lagartos de cuello liso	76	43	56,6
Microlophus, Corredores	6	5	83
Phrynosaura, Lagartos dragón	5	4	80
Phyllodactylus, Salamanquejas	2	2	100
Phymaturus; Matuastos	2	2	100
Vilcunia, Lagartija patagónica	1	1	100
Pristydactylus, Gruñidores	4	4	100
Philodryas, Culebras de cola larga	3	2	67
Tachymenis, Culebras de cola corta	2	1	50

Para el continente de nuestro país se han documentado 12 géneros de escamosos, aparentemente ningún género es endémico; el número de especies alcanza a 107, que supera en 15 a las que documentaron Núñez y Jaksic en 1992; el número de especies endémicas alcanza a 67, lo que significa un 62,6 por ciento de especies exclusivas de Chile.

En Chile insular se han documentado reptiles sólo en Isla de Pascua con las especies *Cryptoblepharys boutonii*, y *Lepidodactylus lugubris*, ambos de origen polinésico. Reptiles marinos incluyen a una serpiente marina venenosa, *Pelamys platurus*, documentada sólo una vez en aguas territoriales chilenas en torno a Isla de Pascua y, a lo menos cuatro tortugas: *Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea* y se ha indicado la eventual presencia de *Eretmochelys coriacea*, que requiere confirmación efectiva.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

Chile es uno de los países de mayor longitud sur-norte del planeta abarcando desde los 17ºS a los 56ºS; así, incluye desde ambientes desérticos hasta patagónicos esteparios; en tal variedad de ambientes los reptiles han proliferado adoptando singulares biologías tales como viviparía y omnivoría en medios adversos, estrategias conductuales para eludir los rigores invernales o colores singulares en el desierto.

Algunos de ellos exhiben amplios rangos distribucionales y otros se han restringido a localidades muy singulares como salares nortinos o aún cajones cordilleranos de la zona centro-sur; los que están en estas condiciones son los que se encuentran en mayor riesgo y sobre ellos se debe tener particular interés puesto que las modificaciones ambientales drásticas pueden provocar o acelerar procesos de extinción que, en este caso, son definitivos.

Analizaremos las distribuciones de los géneros de reptiles continentales, agrupados por familias.

Teiidae. Las iguanas del género *Callopistes* se distribuyen desde el nivel del mar en el sur de la II Región de Antofagasta, hasta los 3.500 msnm en la III Región Administrativa (El Salvador); conforme sus poblaciones alcanzan los sectores más australes, la distribución en altura disminuye paulatinamente, hasta no superar los 500 msnm, develando, probablemente, su origen tropical; estas iguanas son omnívoras, ovíparas, cavadoras.

Gekkonidae. Los *Homonota*, son pequeños gekos de distribución costera en las III y IV Región, de hábitos crepusculares y nocturnos; se alimentan de pequeños insectos, ovíparos. Acerca de su biología existen muy escasos antecedentes. Las salamanquejas *Phyllodactylus*, son también animales de dimensiones reducidas, habitantes de zonas costeras de la II Región, insectívoras, ovíparas, se las encuentra asociadas a grupos de algas en descomposición en donde depreda sobre pequeños insectos; se refugia bajo piedras y al ser tomado emite sonidos agudos.

Polychrotidae. Los *Diplolaemus*, son animales de distribución patagónica, tanto en Argentina como en Chile, probablemente las poblaciones chilenas sean más bien marginales y sus núcleos poblacionales estén concentrados en Argentina; esencialmente insectívoros, viven en las estepas patagónicas; ovíparos. Estos son animales de origen tropical relacionados a los anoles de zonas intertropicales que, en el decurso de su historia, han arribado a latitudes altas. Por otra parte, los gruñidores, *Pristydactylus*, de Chile son todos endémicos y de ellos se debe destacar su estrecha asociación a los bosques de roble (*Nothofagus*), aunque el caso de *P. volcanensis* es singular, puesto que vive en ambientes muy restringidos y por completo carentes de *Nothofagus*. Estas especies son insectívoras, ovíparas y exhiben una temperatura preferencial considerablemente más baja que otras especies de lagartijas.

Tropiduridae. La lagartijas corredoras del norte, género *Microlophus*, son muy abundantes en las costas de la I, II y III Región, algunas de sus especies pueden alcanzar los 3.000 msnm. Estos vivaces animales corren velozmente, con sus extremidades traseras, por las arenas, y aun pueden co-



Callopistes. Foto: Herman Núñez.

rrer por sobre la superficie de las pozas intermareales. Se alimentan de pequeños crustáceos que viven sobre las rocas, ovíparos y son extremadamente territoriales. Los matuastos del género *Phymaturus* son un grupo poco diversificado en Chile; viven por sobre los 2.500 msnm asociados a grandes cúmulos de piedras, de alimentación herbívora, paren dos crías cada dos años. *Phrynosaura*, los lagartos dragón, son animales de talla pequeña, muy especializados a los ambientes desérticos incluso desde el punto de vista morfológico, algunos de ellos exhiben escamas en la membrana timpánica. Su biología es poco conocida y hasta ahora todas sus especies viven en ambientes desolados en condiciones muy extremas de pobreza ambiental. *Vilcunia* es un grupo de animales poco diversificados que habitan en las zonas de estepa patagónica, en ambientes también extremos, no se conoce mucho de la biología de estos animales y sólo recientemente (2005) se han encontrado ejemplares de este género en territorio chileno. *Liolaemus* es el género más diversificado del país y acumula 76 especies con cerca de un 60 por ciento de ellas endémicas; es el más versátil desde el punto de vista ecológico y sus especie viven a lo largo de todo el país y en todos sus ambientes, incluso en los costeros. Es el conjunto de animales más conocido aunque por parcialidades, debiendo realizarse estudios más profundos acerca de su biología, e incluso sistemática.

Colubridae. Las culebras chilenas se reúnen en dos géneros y sus especies; se conoce poco acerca de su biología. Las culebras viven desde Arica a Magallanes y desde la costa hasta por sobre los 4.000 msnm; depredadoras de pequeños vertebrados como lagartijas, aves y mamíferos, las culebras de cola larga son ovíparas y las de cola corta, paren crías que son independientes desde el momento de nacer.

REPTILES Y AMBIENTE

Los reptiles son animales de larga data en la historia del planeta, de modo que en ellos se han operado grandes procesos de adaptación que les han conferido un singular éxito en su radiación adaptativa; de hecho ocupan todos los niveles tróficos, desde herbívoros estrictos hasta carnívoros excepcionales, pasando por carroñeros y aun dietas mixtas; nuestro país no está exento de estas singularidades ecológicas y existen animales herbívoros como los matuastos, carroñeros y depredadores como las iguanas; que viven en ambientes extremos o aun en las ciudades. Al ser generalmente de pequeño tamaño, su rol en los ecosistemas parece ser el de controlador de las poblaciones de insectos, quizás en baja escala si se les compara con aves de similar tamaño; esto dice relación con su fisiología ectotérmica que no

requiere de ingesta continua. Quizás esta restricción se ve mitigada por su número, aunque esta aseveración requiere de comprobación. En esta misma vía, ellos como alimento de otros seres pueden jugar un rol también importante; es difícil adjudicarle a los reptiles un rol protagónico en las comunidades biológicas, ya sea como controladores, como por ejemplo las aves, o modificadores del medio como cavadores masivos, por ejemplo las colonias de cururos (*Spalacopus cyanus*); sin embargo, su presencia, o ausencia, no debe ser subestimada, y probablemente en comunidades poco diversas su papel ecológico puede ser más importante de lo que se pudiera imaginar, particularmente en aquellos en que los únicos vertebrados dominantes son ellos, tanto en número como en biomasa, por ejemplo *Liolaemus foxi* en la cordillera de Domeyko.

Aún se debe investigar más profundamente el rol de estos seres en sus capacidades dispersoras de semillas, polinización, cuantía de los flujos energéticos en las comunidades en que están insertos, su valor como controladores de poblaciones de invertebrados, vectores de parásitos, entre otros.

SINGULARIDADES EN CHILE

La existencia de estos seres en el país, con su diversidad, proporcionan un excelente modelo para la investigación de los procesos que la han producido; si bien esta es un área puramente académica, su número es susceptible de estudiar en plazos razonables y es lo suficientemente amplia como para dar cuenta de un buen conjunto de ejemplos variados y, la poca diversidad de algunos grupos, más que ser una desventaja supone lo contrario, permite contrastar procesos de diversa magnitud o impacto. Siendo nuestro país un mosaico de ambientes, que contiene también un mosaico de especies, los reptiles se prestan muy adecuadamente como sujetos de estudio para poner a prueba efectos vicariantes de la cordillera con sus valles y cumbres; igualmente el estudio de las biologías de estos seres puede generar líneas de trabajo en los más variados ámbitos como coespeciación, relaciones ecológicas de grupos ectotérmicos versus aquellos endotérmicos, etología, sociobiología, relaciones tróficas, espaciales y temporales. Aun en el ámbito de la conservación, estos animales pueden ser sustrato para la generación de algoritmos aplicables no sólo a especies ectotérmicas, sino también para la implementación de políticas relativas a la acción de conservación de otros grupos animales; su fácil determinación, abundancia poblacional, tamaño adecuado para ser avistadas, relativamente baja movilidad, son atributos particulares que los dotan de ventajas comparativas importantes respecto de otros modelos animales. Áreas de salubridad animal, efectos de tóxicos ambientales, su eventual rol como marcadores ambientales, son áreas completamente desnudas de conocimiento.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

Un análisis general de la literatura relativa a estos animales demuestra que al menos se conocen relativamente bien las especies que existen en nuestro territorio, aunque



Phymaturus. Foto: Heiko Werning.





Arriba: Scolaroi. Foto: Herman Núñez. ***Abajo: Pristydactylus.*** Foto: Heiko Werning.

es necesario aumentar los esfuerzos destinados a dar cuenta de la diversidad de especies de reptiles en el país, especialmente en las áreas norte y sur en que las exploraciones son más escasas. Si bien estos aspectos son importantes, el puro conocimiento de qué especies habitan el territorio nacional es sólo una lista que no pasa de ser anecdótica; el allegar conocimientos relativos a la biología de las especies, reproducción, historias de vida, rol en la comunidad, y otros, no sólo permitirá valorarlas como especies importantes para el patrimonio natural del país, sino que enriquecerá la toma de decisiones y establecimiento de políticas adecuadas de conservación.

Si bien existen abundantes trabajos en la literatura que tratan a *Liolaemus*, existen especies de los que no existe ningún antecedente. Las familias Gekkonidae, Teiidae, los géneros *Diplolaemus* y *Vilcunia*, todos ellos requieren de especial énfasis.

Las necesidades para el estudio de estos seres no sólo deben involucrar a capitales económicos, debe reflejarse también en los centros de estudio en que los niveles de formación académica de valores jóvenes se vea respaldada por un aumento de las materias relativas a la Historia Natural, (y así, con ese nombre: Historia Natural).

Bibliografía

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cxliv + 458 pp.

Fuentes, E.R. y F.M. Jaksic. 1979. "Lizards and rodents: an explanation for their relative species diversity in Chile". Archivos de Biología y Medicina Experimentales (Chile), 12: 179-190.

Jaksic, F.M. 1997. Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 262 pp.

Navarro, J., M. Sallaberry, A. Veloso y J. Valencia. 1981. "Diversidad cromosómica en lagartos (Squamata-Sauria). I: Avances citotaxonómicos. Perspectiva de estudios evolutivos en Iguanidae". Medio Ambiente (Chile), 5: 28-38.

Peters J.A. & R. Donoso-Barros. 1970. "Catalogue of the Neotropical Squamata: Part II. Lizards and Amphisbaenians". United States National Museum (Smithsonian Institution, Washington, D.C.) Bulletin, 297: viii + 1-293.

Pincheira-Donoso, D. y H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 59: 7-486.

Valencia, J. y A. Veloso. 1981. "Zoogeografía de los saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución". Medio Ambiente (Chile), 5: 5-14.

Veloso, A, y J. Navarro. 1988. "Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile". Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-539.

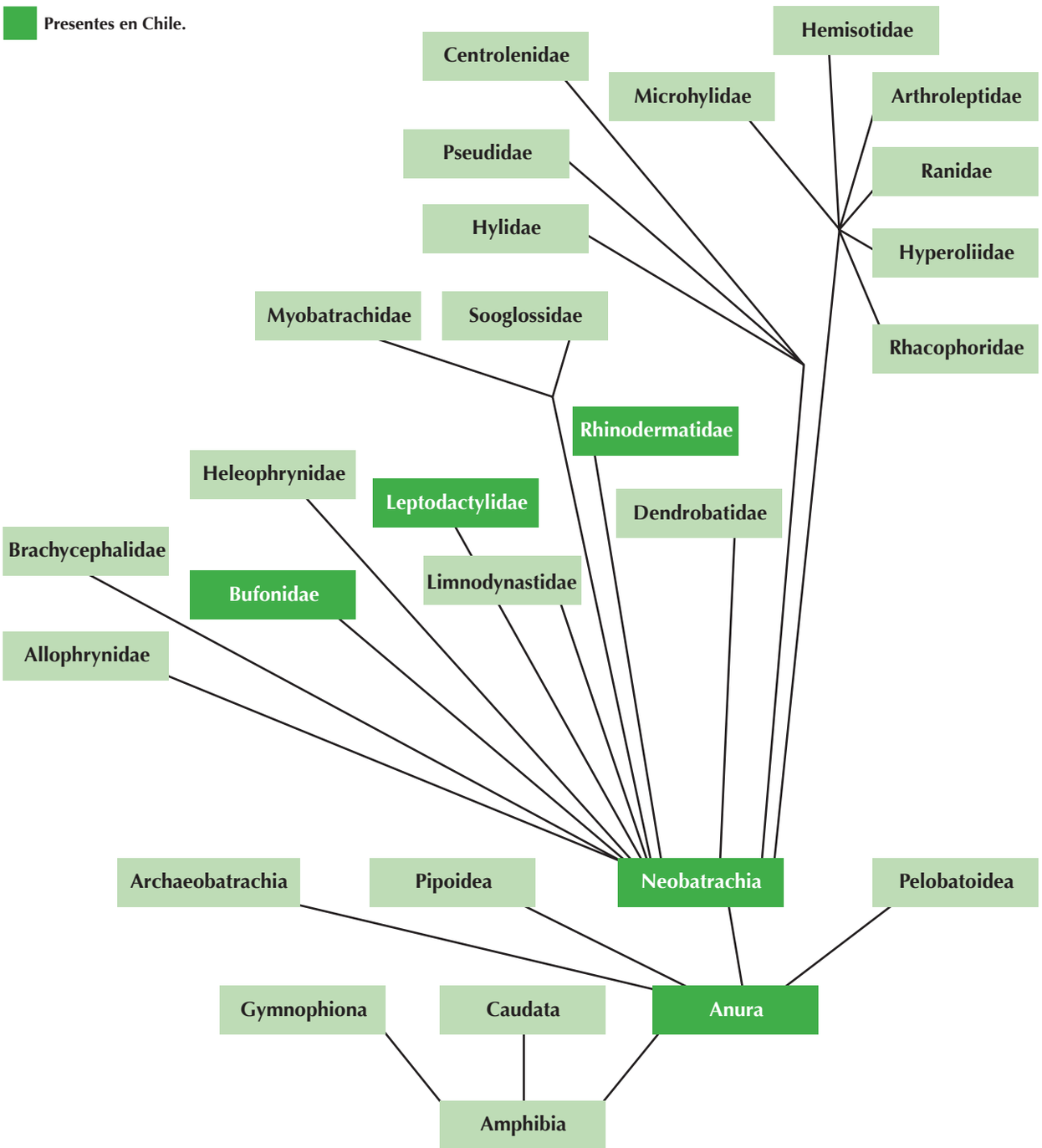
Anexo 1: **Listado de las especies de reptiles presentes en el país.**

Orden / Familia	Especie
TESTUDINATA	
Dermochelyidae	*Dermochelys coriacea*
Cheloniidae	*Caretta caretta*
	Chelonia agassizii
	Chelonia japonica
	Eretmochelys imbricata
	Lepidochelys olivacea
SQUAMATA	
Leiosauridae	*Diplolaemus bibronii*
	Diplolaemus darwinii
	Diplolaemus leopardinus
	Pristidactylus alvaroi
	Pristidactylus torquatus
	Pristidactylus valeriae
	Pristidactylus volcanensis
Gekkonidae	*Homonota gaudichaudii*
	Phyllodactylus gerrhopygus
	Phyllodactylus inaequalis
Teiidae	*Callopistes maculatus*
Scincidae	*Cryptoblepahrus boutonii*
Tropiduridae	*Liolaemus (Donosolaemus) escarchadosi*
	Liolaemus (Donosolaemus) sarmientoi
	Liolaemus (Donosolaemus) scolaroi
	Liolaemus (Donosolaemus) zullyi
	Liolaemus (Donosolaemus) kingii
	Liolaemus (Eulaemus) andinus
	Liolaemus (Eulaemus) enigmaticus
	Liolaemus (Eulaemus) erguetae

Orden / Familia	Especie
	Liolaemus (Eulaemus) fabiani
	Liolaemus (Eulaemus) fitzingerii
	Liolaemus (Eulaemus) foxi
	Liolaemus (Eulaemus) hajeki
	Liolaemus (Eulaemus) jamesi
	Liolaemus (Eulaemus) multicolor
	Liolaemus (Eulaemus) nigriceps
	Liolaemus (Eulaemus) ornatus
	Liolaemus (Eulaemus) pantherinus
	Liolaemus (Eulaemus) patriciaiturrae
	Liolaemus (Eulaemus) pleopholis
	Liolaemus (Eulaemus) poecilochromus
	Liolaemus (Eulaemus) puritamensis
	Liolaemus (Eulaemus) robertoi
	Liolaemus (Eulaemus) rosenmanni
	Liolaemus (Eulaemus) rothi
	Liolaemus (Eulaemus) schmidti
	Liolaemus (Eulaemus) signifer
	Liolaemus (Eulaemus) stolzmanni
	Liolaemus (Liolaemus) alticolor
	Liolaemus (Liolaemus) araucaniensis
	Liolaemus (Liolaemus) atacamensis
	Liolaemus (Liolaemus) barbarae
	Liolaemus (Liolaemus) bellii
	Liolaemus (Liolaemus) bibronii
	Liolaemus (Liolaemus) bisignatus
	Liolaemus (Liolaemus) brattstroemi
	Liolaemus (Liolaemus) buergeri
	Liolaemus (Liolaemus) ceii
	Liolaemus (Liolaemus) chiliensis
	Liolaemus (Liolaemus) chillanensis chillanensis
	Liolaemus (Liolaemus) chillanensis villaricensis
	Liolaemus (Liolaemus) coeruleus
	Liolaemus (Liolaemus) constanzae constanzae
	Liolaemus (Liolaemus) constanzae donosoi
	Liolaemus (Liolaemus) cristiani
	Liolaemus (Liolaemus) curicensis
	Liolaemus (Liolaemus) curis
	Liolaemus (Liolaemus) cyanogaster
	Liolaemus (Liolaemus) elongatus
	Liolaemus (Liolaemus) fitzgeraldi
	Liolaemus (Liolaemus) fuscus
	Liolaemus (Liolaemus) gravenhorstii
	Liolaemus (Liolaemus) hellmichi
	Liolaemus (Liolaemus) isabelae
	Liolaemus (Liolaemus) juanortizi
	Liolaemus (Liolaemus) kriegi
	Liolaemus (Liolaemus) kuhlmanni
	Liolaemus (Liolaemus) lemniscatus

Orden / Familia	Especie
	Liolaemus (Liolaemus) leopardinus
	Liolaemus (Liolaemus) lineomaculatus
	Liolaemus (Liolaemus) lorenzmuelleri
	Liolaemus (Liolaemus) magellanicus
	Liolaemus (Liolaemus) maldonadae
	Liolaemus (Liolaemus) melaniceps
	Liolaemus (Liolaemus) melanopleurus
	Liolaemus (Liolaemus) monticola
	Liolaemus (Liolaemus) moradoensis
	Liolaemus (Liolaemus) nigromaculatus
	Liolaemus (Liolaemus) nigroviridis
	Liolaemus (Liolaemus) nitidus
	Liolaemus (Liolaemus) paulinae
	Liolaemus (Liolaemus) pictus
	Liolaemus (Liolaemus) pictus
	Liolaemus (Liolaemus) pictus codoceae
	Liolaemus (Liolaemus) pictus pictus
	Liolaemus (Liolaemus) pictus septentrionalis
	Liolaemus (Liolaemus) pictus talcanensis
	Liolaemus (Liolaemus) platei
	Liolaemus (Liolaemus) pseudolemniscatus
	Liolaemus (Liolaemus) ramonensis
	Liolaemus (Liolaemus) schroederi
	Liolaemus (Liolaemus) silvai
	Liolaemus (Liolaemus) tacnae
	Liolaemus (Liolaemus) tenuis
	Liolaemus (Liolaemus) valdesianus
	Liolaemus (Liolaemus) velosoi
	Liolaemus (Liolaemus) zapallarensis ater
	Liolaemus (Liolaemus) zapallarensis sieversi
	Liolaemus (Liolaemus) zapallarensis zapallarensis
	Phymaturus flagellifer
	Phymaturus vociferator
	Microlophus atacamensis
	Microlophus quadrivittatus
	Microlophus tarapacensis
	Microlophus theresioides
	Phrynosaura adituvelata
	Phrynosaura manueli
	Phrynosaura poconchilensis
	Phrynosaura reichei
	Phrynosaura torresi
Colubridae	*Alsophis elegans*
	Phylodryas chamissonis
	Philodryas simonsii
	Philodryas tachymenoides
	Tachymenis chilensis
	Tachymenis peruviana

ÓRDENES DE ANFIBIOS EN EL MUNDO



Bibliografía
Ford, L.S., y D.C. Canatella. 1993. The major clades of frog. Herpetol. Monogr. 7: 94-117.

ANFIBIOS

Marco Méndez y Claudio Correa

Un anfibio es un vertebrado tetrápodo, con piel glandular carente de estructuras epidérmicas como escamas, pelos y plumas. Los anfibios actuales pertenecen a tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Gymnophiona (cecilias) y Urodela (salamandras). Estos organismos presentan una característica singular dentro de los vertebrados, pues sufren una diferenciación total durante su desarrollo, a través del proceso de metamorfosis. El ciclo de vida de la mayoría de las especies consiste en una etapa acuática inicial, que corresponde al estado larval, y una etapa acuática-terrestre que corresponde al individuo adulto. El sistema respiratorio es branquial en la fase larvaria de su desarrollo y pulmonar en el estado adulto. Curiosamente, la piel también es parte del sistema respiratorio de un anfibio adulto, la que le permite intercambiar oxígeno disuelto en el agua. En general, la reproducción es externa, donde el macho fecunda los huevos mientras la hembra los va expulsando de su cuerpo en un ambiente acuoso, por ejemplo, una laguna.

BREVE HISTORIA DE SU CONOCIMIENTO EN CHILE

Como señala Cei (1962), los primeros trabajos sobre sapos chilenos se desarrollaron hace cuatro siglos, cuando el abate Feuillée describió la larva de *Caudiverbera caudiverbera*. Años después, en 1843, Charles Darwin recolectó varias especies de herpetozoos, descritas posteriormente por Bell, Duméril y Bibron. Entre estas especies se encuentra la inconfundible *Rhinoderma darwinii*, también conocida como ranita de Darwin.

Anteriormente, Claudio Gay, quien había sido contratado por el gobierno chileno desde 1830, recolectó material que fue descrito también en su mayoría por Duméril y Bibron, y en parte por Guichenot, quien describió *Bufo rubropunctatus*. En el siglo XX, Philippi escribió el "Suplemento de los Batracios Chilenos"; sin embargo, este trabajo se caracterizó por una tendencia a describir nuevas especies recurriendo a diferencias mínimas y, como señala Cei, llevó a "una multiplicación arbitraria de especies".

En el año 1962, José Miguel Cei, publica "Batracios de Chile", hasta la fecha el texto más completo acerca de los anfibios del país. En este trabajo se documenta la historia natural de cada especie, con hermosas y detalladas láminas, que incluye la variación geográfica de varias especies chilenas e incorpora incluso descripciones de los estadios larvales de algunas de ellas. Este libro resume el estado del arte de la herpetología a esa fecha.

En el año 1970, Donoso-Barros, publica un catálogo de las especies de anfibios de Chile. Posteriormente, en 1988, Alberto Veloso y José Navarro publican la "Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile". Este trabajo resume la información geográfica de todas las especies presentes y provee una clasificación distribucional en términos geográficos y ecológicos. Entre los herpetólogos hoy activos cabe destacar el trabajo de los doctores Alberto Veloso, Ramón Formas y Juan Carlos Ortiz, quienes han desarrollado notablemente el área, en particular la sistemática, con especial énfasis en la citogenética y la morfología.

En Chile, actualmente, hay cuatro grupos dedicados al estudio de los anfibios: 1) En la Universidad de Antofagasta, Irma Northland (citogenética) y Juana Capetillo (citogenética); 2) En la Universidad de Chile, Alberto Veloso (citogenética y sistemática), Patricia Iturra (citogenética), Mario Penna (bioacústica) y Marco Méndez (sistemática molecular); 3) En la Universidad de Concepción, Juan Carlos Ortiz (sistemática y ecología) y Helen Díaz-Páez (ecología); 4) En la Universidad Austral, Ramón Formas (sistemática y citogenética), Lila Brieva (sistemática), César Cuevas (sistemática) y José Núñez (sistemática molecular). Estos autores, junto a sus estudiantes, han producido casi la totalidad de las publicaciones realizadas en el grupo desde 1980, lo que se estima en alrededor de 355 publicaciones. Al respecto, un detallado resumen de las publicaciones de los herpetozoos desde 1810 hasta 2005, se encuentra en http://www.bio.puc.cl/auco/artic07/herpeto1.htm, sitio mantenido y actualizado por el biólogo Enrique Silva A.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Los anfibios son el grupo menos numeroso de vertebrados presentes en Chile. En una revisión del año 2003 del estado de conservación de los anfibios chilenos, Díaz-Páez y Ortiz reconocen 50 especies nativas pertenecientes a tres familias, todas ellas del orden Anura: Bufonidae, Leptodactylidae y Rhinodermatidae.

Según estos autores, la familia Bufonidae está representada por seis especies del género *Bufo*. La mayor parte de los anfibios chilenos, 42 especies, pertenece a la familia Leptodactylidae. Los 11 géneros reconocidos por Díaz-Páez y Ortiz para esta familia pueden adscribirse a dos subfamilias: *Leptodactylinae*, que incluye el género *Pleurodema* con tres especies, y Telmatobiinae, que incluye los géneros *Alsodes*, *Atelognathus*, *Batrachyla*, *Caudiverbera*, *Eupsophus*, *Hylorina*, *Insuetophrynus*, *Telmalsodes*, *Telmatobufo* y *Telmatobius*, con un total de 39 especies. La familia Rhinodermatidae (ranitas de Darwin) está formada por dos especies, *Rhinoderma darwinii* y *Rhinoderma rufum*, la última de las cuales posiblemente esté extinta. A esta lista hay que agregar la especie introducida *Xenopus laevis* que pertenece a la familia Pipidae.

El número de especies descritas en Chile ha tenido un incremento constante desde la monografía realizada por Cei en 1962, quien reconoce nueve géneros y 19 especies para las tres familias. Esta tendencia se ha mantenido, ya que desde la revisión de Díaz-Páez y Ortiz se han descrito varias especies de la familia Leptodactylidae, con distribuciones muy restringidas, todas ellas pertenecientes a géneros con numerosas especies y con rangos de distribución relativamente amplios (*Alsodes*, *Atelognathus*, *Eupsophus* y *Telmatobius*). En contraste, la cantidad de géneros de anfibios representados en Chile se ha mantenido relativamente estable desde que Lynch en 1978 estudió la sistemática de la subfamilia Telmatobiinae. Desde esa fecha el único cambio a nivel genérico lo constituye la creación de *Telmalsodes* para un par de especies del género *Alsodes*, una de ellas endémica de la cordillera central de Chile.

En el cuadro 1 se indica el número de especies nativas por género y el número de especies endémicas para cada uno. Este cuadro se basa en la lista de especies publicada en Díaz-Páez y Ortiz (2003), a la cual se han agregado seis recientemente descritas, totalizando 56 especies.

***Cuadro 1*. Listado de géneros de anfibios presentes en Chile.**

Género	Número de especies en Chile	Número de especies endémicas
Alsodes	13	11
Atelognathus	3	3
Batrachyla	4	1
Bufo	6	2
Caudiverbera	1	1
Eupsophus	9	6
Hylorina	1	-
Insuetophrynus	1	1
Pleurodema	3	-
Rhinoderma	2	1
Telmalsodes	1	1
Telmatobius	9	7
Telmatobufo	3	3

En resumen, tres géneros (*Caudiverbera*, *Insuetophrynus* y *Telmatobufo*; 23,1 por ciento) y 37 especies (66,1 por ciento) son endémicos. Es importante destacar que muchas de las especies no endémicas del sur de Chile y la familia Rhinodermatidae se extienden sólo en una estrecha franja limítrofe de Argentina.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

En conjunto, las tres familias de anfibios presentes en Chile se distribuyen a lo largo de todo el país, ocupando los más diversos hábitat, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 5.000 metros.

Las especies del género *Bufo* se distribuyen desde el Altiplano de la I Región hasta la Patagonia de la XII Región. Una especie, *Bufo atacamensis*, se encuentra en las quebradas del desierto de Atacama desde la II hasta la IV Región. La especie *Bufo spinulosus* habita la cordillera de los Andes desde la I Región hasta la zona central, donde es remplazada por *Bufo papillosus,* hasta la X Región. En la Depresión Intermedia, desde la IV hasta la IX Región, habita *Bufo arunco* (sapo de rulo), mientras que en el bosque valdiviano, entre la VIII y la X Región, se encuentra el raro *Bufo rubropunctatus*. La especie *Bufo variegatus* tiene una distribución fragmentada que va desde la VIII a la XII Región.

La distribución de *Telmatobiinae* abarca la región andina desde la línea del Ecuador hasta los 29ºS, el territorio chileno desde la III hasta la XII Región y parte de la Patagonia argentina y chilena. Sólo dos de los diez géneros de telmatobinos representados en Chile tienen más especies fuera del país: *Telmatobius*, con una extensa distribución en los Andes, y *Atelognathus*, con una distribución fragmentada en la Patagonia argentina y chilena. El género leptodactilino *Pleurodema* (sapitos de cuatro ojos) se distribuye ampliamente en Sudamérica, pero sólo una especie, *Pleurodema thaul*, tiene una distribución que abarca gran parte del territorio nacional desde la III Región hasta Aisén.

La familia Rhinodermatidae es propia de los bosques templados, desde la VI hasta la XI Región. Entre las dos especies que constituyen el género, *Rhinoderma darwinii* es la más común y la que tiene el rango de distribución más amplio.

El desierto de Atacama constituye una barrera infranqueable para la dispersión de los anfibios, mientras que el clima del extremo sur limita los hábitat disponibles para este tipo de animales. Latitudinalmente, el número de especies y géneros de anfibios aumenta desde la III Región hasta alcanzar un máximo entre la VIII y la X Región. Las especies *Bufo variegatus* y *Pleurodema bufonina* alcanzan la Patagonia de la XII Región, la latitud más austral de todas las especies de anuros. Altitudinalmente, el mayor número de especies habita desde el nivel del mar hasta los 1.000 metros aunque en el extremo norte se encuentran especies que pueden habitar sobre los 4.000 metros (*Bufo spinulosus*, *Pleurodema marmorata*, *Telmatobius*).

La extensión de los rangos de distribución de los géneros también varía notablemente. Es así como *Pleurodema*, *Batrachyla*, *Alsodes* y *Bufo* ocupan amplias regiones de nuestro territorio, mientras que el género *Insuetophrynus* se encuentra en una pequeña zona de la cordillera de la Costa, entre



Los anfibios son vertebrados que se distinguen porque viven en agua y tierra. De hecho, la palabra anfibio significa doble vida (amphi=doble/ bios=vida), por esto, su fisiología tiene semejanzas con la de peces y reptiles. Viven sobre todo en ríos, esteros y lagos; unos pocos se encuentran en aguas salobres (salares), pero ninguno es marino. Foto: Nicolás Piwonka.

la IX y la X Región. Otro género —con una distribución muy limitada— es *Telmalsodes*, que ha sido descrito sólo en una pequeña zona en la cordillera de la Región Metropolitana. Lo mismo ocurre a nivel específico, con un gran número de especies conocidas sólo en la localidad tipo.

ANFIBIOS Y AMBIENTE

Poco se conoce acerca de la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios chilenos. En general se trata de especies que son activas cazadoras de insectos y de hábitos nocturnos o crepusculares en su etapa adulta, aunque en los bosques templados del sur es posible observar individuos activos durante el día, sobre todo después de una lluvia. Por otra parte, la mayoría de las larvas son detritívoras o herbívoras, mientras que la larva de *Caudiverbera caudiverbera* (rana chilena) alcanza un gran tamaño (hasta 15,5 cm) y es omnívora.

En cuanto a los ambientes que ocupan, el principal factor limitante que afecta la distribución de los anfibios es la disponibilidad de agua, fundamental para su reproducción. Sin embargo, la variabilidad temporal y espacial de este recurso ha producido una serie de estrategias que han permitido a estas especies ocupar los más diversos hábitat. De esta forma pueden encontrarse especies de hábitos principalmente terrestres que se acercan al agua en la época reproductiva (*Bufo*), especies que habitan permanentemente lagunas y otros cuerpos de agua (*Caudiverbera* y *Telmatobius*) y especies adaptadas a arroyos (*Insuetophrynus* y *Telmatobufo*). Por otra parte, la mayoría de las especies de los géneros *Alsodes*, *Batrachyla*, *Eupsophus*, *Hylorina* y *Rhinoderma* habitan los bosques templados y tienen hábitos más terrestres. La especie *Pleurodema thaul* es la que tiene el rango de distribución más amplio en Chile, ya que habita desde algunas quebradas de la III Región hasta los bosques templados de la Región de Aisén.

La diversidad de hábitat en que estas especies se encuentran se ha traducido también en una diversidad en las estrategias reproductivas. Las especies de los géneros *Telmatobufo* e *Insuetophrynus* tienen larvas adaptadas a los cursos rápidos de agua que presentan notables modificaciones morfológicas para sobrevivir en estos ambientes. Las especies del género *Batrachyla* ponen sus huevos en la vegetación húmeda cerca de algún arroyo, después de lo cual los renacuajos que eclosionan son arrastrados hacia el agua donde completan su desarrollo alimentándose activamente. Los sapos del género *Eupsophus*, en cambio, colocan sus huevos en cavidades llenas de agua en el suelo donde permanecen hasta completar su desarrollo sin necesidad de alimentarse (sobreviven de sus reservas de yema). La reproducción de *Rhinoderma darwinii* es excepcional entre los anfibios. Después de la cópula, el macho permanece junto a sus huevos hasta que los renacuajos comienzan a moverse, señal que provoca que el macho se los trague. Las larvas permanecen en un saco bucal modificado por medio del cual su padre los alimenta, modalidad reproductiva conocida como neomelia. Finalmente, después de unos tres meses de permanecer en el interior, los pequeños sapos son expulsados completamente formados y comienzan su vida independiente.

SINGULARIDADES EN CHILE

Una de las características sobresalientes de los anfibios chilenos es su alto nivel de endemismo (véase el cuadro 1). Considerando como endémicas aquellas formas que marginalmente se encuentran en los bosques limítrofes argentinos, el endemismo se extiende a nivel de familias, géneros y especies. Sin embargo, muchas de las especies endémicas se conocen sólo en la localidad tipo y algunas no han sido colectadas en años recientes.

Desde un punto de vista sistemático es importante destacar que dos de los géneros endémicos, *Caudiverbera* y *Telmatobufo*, presentan características morfológicas y cariológicas que los diferencian del resto de las especies de



leptodactílidos chilenos. Datos moleculares (secuencias de ADN) obtenidos por nuestro grupo de trabajo confirman esta divergencia, por lo que es posible considerar a estas especies como un linaje único que ha permanecido aislado y se ha diferenciado en nuestro territorio. Otra especie cuyas relaciones filogenéticas han sido discutidas extensamente es *Insuetophrynus acarpicus*, que presenta algunas características morfológicas únicas entre los anfibios chilenos.

La familia Rhinodermatidae ilustra la singularidad de la fauna de anfibios chilenos. Aunque se han planteado numerosas proposiciones, aún se desconoce la posición sistemática de esta familia con respecto a otros anuros sudamericanos. Algunos autores consideran que se trata de un linaje especializado de leptodactílidos. Sin embargo, lo más destacable de estas especies es su modo de reproducción. Como ya se mencionó, las larvas de *Rhinoderma darwinii* se desarrollan completamente en el saco bucal de los machos. La otra especie, *Rhinoderma rufum*, se diferencia porque las larvas permanecen un tiempo menor en el saco bucal y completan su desarrollo en un ambiente acuático. Lamentablemente, la posible extinción de esta última especie imposibilitaría el estudio de la evolución de este singular modo de reproducción.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

El conocimiento de la historia natural de los anfibios chilenos es fragmentario. Con la excepción de algunos estudios ecológicos o etológicos en especies como *Caudiverbera caudiverbera*, *Pleurodema thaul* y *Bufo spinulosus*, poco se conoce acerca de la biología de la mayoría de las especies. Muchas de ellas han sido descritas a partir de unos pocos individuos adultos, por lo que se desconoce su estadio larvario o cualquier otro detalle de su historia natural. Por lo tanto, un conocimiento más completo de la biología de campo de estas especies constituye un punto de urgente necesidad.

Otro aspecto prácticamente desconocido, que hasta el momento ha sido abordado en unas pocas especies, es la variación intraespecífica. Por ejemplo, se ha documentado la variación morfológica y cariotípica en *Pleurodema thaul* en un gradiente latitudinal, la cual ha sido asociada con la variación genética detectada con aloenzimas. Recientemente se ha descrito la variación genética en poblaciones de *Bufo spinulosus* utilizando marcadores de ADN nucleares y mitocondriales, la cual es una especie con una amplia distribución que presenta un alto nivel de variación morfológica entre poblaciones. No se han realizado estudios similares en otras especies con amplios rangos de distribución como *Bufo arunco*, *Caudiverbera caudiverbera* o *Rhinoderma darwinii*.

La taxonomía y sistemática han sido objeto de numerosos estudios, pero un examen detallado de la literatura muestra que hay muchos aspectos por aclarar en estas áreas. La continua descripción de especies revela la extensa diferenciación genética que han alcanzado algunos linajes en nuestro territorio (en particular los géneros *Alsodes* y *Telmatobius*). Por otra parte, algunas especies descritas no han sido documentadas en años recientes (entre otras, *Atelognathus grandisonae* y *Alsodes coppingeri*). Estos antecedentes indican que aún desconocemos cuántas especies de anfibios habitan nuestro país, lo que hace necesario un mayor esfuerzo en la exploración de nuevas localidades.

Las relaciones filogenéticas de las especies que habitan nuestro país han sido estudiadas con caracteres morfológicos, cariotípicos y moleculares (sistemas enzimáticos) por autores chilenos y extranjeros. Las proposiciones de relaciones difieren entre estos estudios, pero, en general, se ha aceptado que dentro de la familia Leptodactylidae, los telmatobinos conforman un grupo monofilético (un conjunto de especies emparentadas con un antepasado común). Nuestro grupo de trabajo ha incorporado recientemente secuencias de ADN al estudio de la sistemática de los leptodactílidos chilenos. Estos análisis sugieren que los géneros podrían conformar varios grupos no emparentados entre sí, lo cual indica que hay una mayor diversidad de la que se ha aceptado hasta ahora. Estos resultados también plantean un nuevo panorama para el origen y diversificación de los anfibios chilenos. Sin embargo, es necesario extender este tipo de estudios incorporando un mayor número de especies chilenas y sudaméricanas para profundizar en la historia evolutiva de este interesante grupo de organismos.

Bibliografía

Cei, J. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. cviii + 128 pp.

Díaz, N.F. 1986. "Biosistemática de los Leptodactylidae chilenos". Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 17: 65-85.

Díaz-Páez, H. y J.C. Ortiz. 2003. "Evaluación del estado de conservación de los anfibios chilenos". Revista Chilena de Historia Natural, 76: 509-525.

Formas, J.R. 1979. "La Herpetofauna de los Bosques Temperados de Sudamérica". En: Duellman, W. D. (ed.). The South American Herpetofauna: Its Origin, Evolution and Dispersal. Museum of Natural History, University of Kansas Monography, 7: 341-369.

Formas, J.R. 1995. "Anfibios". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.). Diversidad biológica de Chile, pp. 314-325. CONICYT, Santiago, Chile.

Lynch, J.D. 1978. "A re-assessment of the Telmatobiine leptodactylid frogs of Patagonia". Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas, 72: 1-57.

Veloso, A. y J. Navarro. 1988. "Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile". Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino 6: 481-593.

Izquierda: **En Chile se conocen 56 especies nativas de anfibios que se distribuyen a lo largo de todo el país. El conocimiento de la biología e historia natural de la mayoría de estas especies —muchas de ellas endémicas— es precario, por cuanto es necesario desarrollar un trabajo de campo más acabado. El texto más completo a la fecha es el libro "Batracios de Chile", de José Miguel Cei, publicado en 1962.** Foto: Nicolás Piwonka.

Páginas siguientes: **En los ecosistemas dulceacuícolas, los productores primarios —aquellos que transforman la energía solar en energía química para el desarrollo de la vida en el medio acuático—, son principalmente algas azules y verdes, peridíneas y diatomeas, las que forman el fitoplancton. Los consumidores de este último son principalmente invertebrados y peces, dado el tamaño del alimento disponible. Las bacterias y hongos funcionan como desintegradores y degradadores que consumen la energía de los detritus y liberan los nutrientes.** Foto: Nicolás Piwonka.





PECES MARINOS

ROBERTO MELÉNDEZ

Los peces comprenden organismos que básicamente viven en un medio acuoso, pero cuya definición aún es objeto de controversias. Así es como se pueden encontrar organismos sin verdaderas mandíbulas, como son los agnathos (lampreas de aguas dulce y anguilas babosas marinas), junto a peces con mandíbulas y esqueleto cartilaginosos, como los tiburones, las rayas, las manta-rayas, los torpedos y holocéfalos como los peje-gallos y quimeras. Pero en este grupo también se incluyen a los peces óseos como el jurel, la cabrilla, la anchoveta, los lenguados, entre muchos otros. Las características que los peces poseen los ubican como un grupo parafilético (Bond, 1996).

Quizás por esta gran diversidad es que los peces son uno de los grupos de organismos más exitosos que han existido. Representan aproximadamente el 50 por ciento de los vertebrados actualmente presentes en el planeta.

HISTORIA DEL GRUPO EN CHILE

La historia de la biodiversidad de peces en Chile comienza con quien es considerado el primer científico chileno, el sacerdote jesuita Juan Ignacio Molina (1740-1829), quien, en 1782, escribe un ensayo sobre la Historia Natural de Chile,



***Helcogrammoides cunninghami* (Smitt, 1898), pequeño pez óseo de la familia Tripterygiidae, conocido comúnmente como "trombollito de tres aletas", es característico de zonas intermareales de Chile central, pero también se le encuentra en el sur de Argentina. Generalmente no supera los siete centímetros de longitud total.** Foto: Pablo Zavala.



Este pez plateado, con color de fondo amarillo verdoso claro, tres franjas verticales oscuras en su parte anterior y una franja análoga en su tercio posterior, corresponde a *Cheilodactylus* (*Goniistius*) *plessisi* (Randall, 1983). Es habitante exclusivo de Isla de Pascua, isla Rapa e Îlots de Bass, estos dos últimos lugares al occidente de Isla de Pascua. Nadador activo en fondos rocosos, especialmente cubiertos con *Sargassum*, no puede alejarse de esos entornos, por ser muy dependiente de tal ambiente. Esta característica biológica constituye a la especie en un tipo de pez delicado, por cuyo ambiente hay que velar. Foto: Pablo Zavala.

conocido comúnmente como el "Saggio", en el que aparecen las primeras descripciones de algunos peces chilenos, entre lo que destacan el tollo de agua dulce (*Diplomystes chilensis*) y el rollizo (*Mugiloides chilensis*), aunque se debe señalar que el primero de ellos se encontraría en peligro de extinción, o ya extinto. Con posterioridad, y en los albores de nuestra independencia, arriba a Chile Claudio Gay, quien recorre gran parte del país por mandato del gobierno chileno de la época, recolecta peces, entre otros organismos, e información sobre nuestros recursos naturales, y los envía al Museo de París, en donde el famoso ictiólogo Alphonse Guichenot (1842) describe una buena cantidad de nuevas especies para la ciencia y que son incluidos en la "Historia Física y Política de Chile" de Gay. Entre ellas destacan peces cartilaginosos como el tiburón pinta roja (*Schroederichthys chilensis*) y la raya volantín (*Dipturus chilensis*); entre los peces óseos incluye a una especie de morena (*Gymnothorax porphyreus*), el bagre de río (*Nematogenys inermis*), la popular merluza (*Merluccius gayi*), el congrio colorado (*Genypterus chilensis*), el pampanito de Juan Fernández (*Scorpis chilensis*), el gobio de Chiloé (*Heterogobius chiloensis*), y las cojinobas (por ejemplo, *Seriolella violacea*). Otros aportes corresponden a posteriores científicos naturalistas que se avecindaron en Chile, como Rodulfo Amando Philippi, quien describe algunos peces cartilaginosos como el angelote (*Squatina armata*), la manta-raya (*Mobula tarapacana*) y peces óseos como la vieja negra (*Graus nigra*) y el merlín (*Tetrapterus audax*).

Con posterioridad, podemos nombrar a Edwin C. Reed, quien, en 1897, publicó su "Catálogo de los Peces de Chile"; a Clodomiro Pérez Canto, quien publica en 1886 un, para la época, completo trabajo sobre tiburones de Chile. Otro distinguido ictiólogo naturalista fue Federico Teobaldo Delfín quien, en 1901, publicó su "Catálogo de los Peces de Chile". Carlos Oliver Schneider realizó en 1934 el levantamiento de la carta ictiológica preliminar del litoral de Concepción y Arauco. Parmenio Yáñez Andrade publica en 1955 "Los Peces de importancia Económica". Entre las publicaciones de Guillermo Mann Fisher destaca el ensayo "La vida de los peces en aguas chilenas", publicado en 1954 y que hasta hoy en día no tiene par. Fernando De Buen y Lozano es, sin lugar a duda, el ictiólogo más productivo de los que trabajó en Chile el siglo pasado; destaca su "Lista de los Peces de Chile" (1959), en la cual contabiliza 324 especies. También es preciso mencionar a Hugo Campos, quien hizo relevantes contribuciones sobre los peces de agua dulce, destacando los géneros de pejerreyes del sur de Sudamérica (1982); Nibaldo Bahamonde, quien, junto a Germán Pequeño, publica en 1975 "Peces de Chile. Lista Sistemática"; Gloria Arratia, que ha hecho importantes aportes en peces de agua dulce y también en la paleontología de peces. Germán Pequeño ha realizado importantes contribuciones a la ictiología marina en Chile, entre ellas "Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada" (1989) y la *addenda* (1997). Julio Lamilla y Silvia Sáez publican una clave para

identificar las rayas de Chile (2002), grupo de peces que hasta esa fecha era difícil de identificar a nivel de especie. Patricio Ojeda y otros (2000) publica sobre la distribución de los peces litorales en Chile. Del mismo modo, Sielfeld y Vargas (1999) se refieren a la distribución de los peces en la zona austral de Chile, entre otros. Para los peces del archipiélago Juan Fernández, una reciente información se encuentra en Pequeño y Sáez (2000), para las islas Desventuradas destaca el trabajo de Pequeño y Lamilla (2000) y finalmente para la Isla de Pascua un nuevo listado sistemático elaborado por Randall y otros (2005).

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Eschmeyer (2005), en su clasificación de los peces, señala que dentro de los peces Agnathos existen dos órdenes, Myxiniformes y Cephalaspidomorphi, ambos representados en Chile. Para el caso de los Elasmobranquios, se reconocen mundialmente once órdenes. Para Chile señalamos a Hexanchiformes, Orectolobiformes, Lamniformes, Carchariniformes, Squaliformes, Squatiniformes, Torpediniformes y Rajiformes, que representan un 73 por ciento del total. Para los Holocephalos, se reconoce a Chimaeriformes, el cual se encuentra representado en Chile. Para la Clase Actinopterygii (que corresponde a los Osteichthyes) se indican 35 órdenes para Chile de un total de 45 (77 por ciento); además, cuatro son introducidos, Acipenseriformes, Cypriniformes, Characiformes y Salmoniformes (aquí se encuentran todas las especies de truchas y salmones que sustentan la salmonicultura en Chile), y Cyprinodontiformes, que representan un 8,9 por ciento (véase la figura 1).

En Chile no hay representantes de la Clase Sarcopeterygii (peces pulmonados y celacantos ("fósil viviente").

La última recopilación de las especies que han sido citadas para Chile fue realizada por Pequeño (1997); en ella se agregan 166 especies a las 1.016 especies nativas y 19 especies introducidas señaladas con anterioridad. En un breve recuento desde 1997 en adelante, la lista sistemática de peces en Chile ha aumentado; sin embargo, debe tenerse en cuenta que las futuras revisiones taxonómicas que se realicen, tanto en el nivel nacional como internacional, harán variar el número de especies, ya sea en aumento o disminución del número de especies presentes en Chile.

Entre las descripciones de nuevas especies de peces para Chile, destacan aquellas de áreas más bien inexploradas, como las oceánicas y de media agua, como el mictófido *Nannobrachium phyllisae*; de media agua oceánica (Zahuaranec, 2000), como el opistopróctido *Dolichopteryx trunovi*. Asociado con la cordillera sumergida de Nazca (Parin, 2005) está el simfisanodontido *Symphysanodon parini*; de aguas profundas para la zona norte (Anderson y Springer, 2005), el ogcocefálido *Solocisquama carinata* Bradbury 1999; el liparido *Careproctus atakamensis,* proveniente de la fosa de Atacama (Andriashev, 1998). De altas latitudes y antárticas tenemos la descripción de dos nuevas especies de liparidos *Careproctus magellanicus* y *Careproctus patagonicus*, para el área del Estrecho de Drake (Matallanas y Pequeño, 2000); de la familia Zoarcidae *Dieidolycus gosztonyii,* para Tierra del Fuego (Anderson y Pequeño, 1998). El serranido *Plectranthias lamillai,* para el archipiélago Juan Fernández y, específicamente para la isla marinero Alejandro Selkirk o Más Afuera (Rojas y Pequeño, 1998). aunque Anderson y Baldwin (2000) sinonimizan esta especie con *Plectranthias exsul*. Para la Isla de Pascua, se ha descrito el labrido *Coris debueni*, dos especies de apogonidos, A. *kautamea* y A. *rubrifuscus*, y el gobiido *Pascua caudilinea.* Randall y otros (2005) señalan que para la Isla de Pascua se encuentran en descripción y/o en prensa seis nuevas especies, que, junto a las ya señaladas, incrementan la biodiversidad de peces para Chile.

Los nuevos registros de especies son los más comunes en la literatura científica. Entre ellos podemos mencionar las nuevas adiciones a la ictiofauna del sur de Chile por Meléndez (1999); los primeros registros para el norte de Chile de cuatro especies de lenguados *Etropus ectenes*, *Bothus constellatus*, *Achirus klunzingeri* y *Symphurus elongatus,* por Sielfeld, Vargas y Kong (2003), del diretmido *Diretmichthys parini* por Pequeño y Vera (2003), del tiburón dalatiido bentodemersal de aguas profundas *Etmopterus brachyurus* por Oñate y Pequeño (2005). En un reciente listado taxonómico Randall et al. (2005) señalan doce nuevos registros de peces para la Isla de Pascua e indican que el número de especies ha aumentado a 162. Entre los nuevos registros podemos mencionar al engraulido *Engraulis ringens*, al sinodontido *Synodus doaki* 1979, al ofíctido *Ichthyapus acutirostris*, el triglido *Pterygotrigla picta*, los carangidos *Caranx sexfasciatus* y *Gnathanodon speciosus*, el corifénido *Coryphaena equiselis*, el múlido *Mulloidichthys flavolineatus* etc. Las extensiones en el rango de distribución geográfica forman parte de la información que ayuda a ilustrar la distribución de los peces; entre ellos destacamos las de Brito (2004a y b), entre otras.

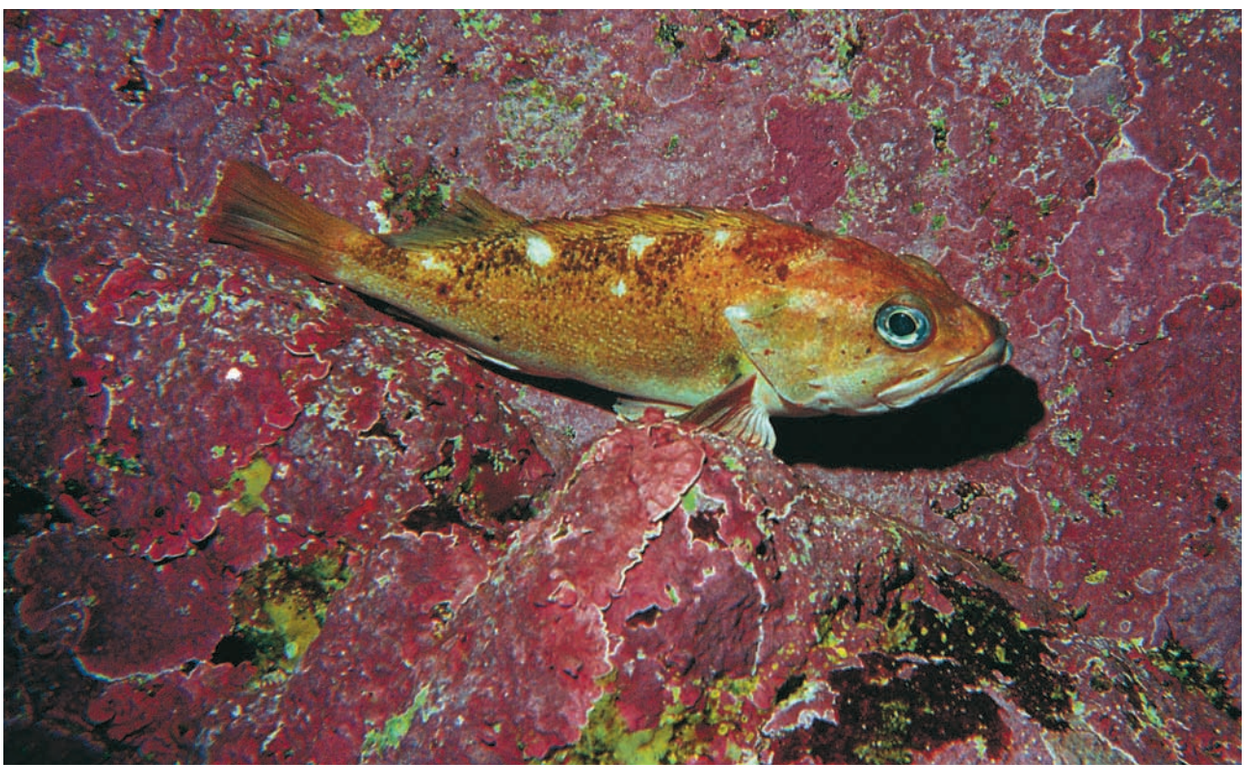
Como se señaló anteriormente, las revisiones taxonómicas y los análisis de sus relaciones filogenéticas (sean estas a nivel morfológico o molecular) son relevantes porque pueden modificar la biodiversidad, aumentando o disminuyendo el número de especies, como los trabajos sobre el estatus taxonómico sobre *Graus fernandezianus* de Vargas y Pequeño (2004), sobre la comparación morfológica y merística de los pejesapos del archipiélago Juan Fernández, Valparaíso y Valdivia, de Vera y Pequeño (2001), la revisión de las especies de *Bovichtus* por Bravo et al. (1999), o la diferenciación genética entre las subespecies *Merluccius gayi gayi* y *Merluccius gayi peruanus* de Hernández et al. (2000). La revisión del género *Gonorhynchus* por Grande (1999) permitió agregar a *G. greyi* a la lista de peces chilenos para la isla San Félix. Burridge (2000) y Russell (2000) estudian el género *Aplodactylus* (jerguillas) y ambos concluyen que en Chile hay una sola especie: *A. punctatus*. En el ámbito de las aguas continentales se debe destacar los trabajos sobre Atherinopsidae (pejerreyes) de Dyer (1998, 2000a y b) y Dyer y Gosztonyi (1999).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

El territorio acuático de Chile, tanto marino, estuarino como dulceacuícola o de aguas continentales, cobija una amplia diversidad de ambientes, entre los que se pueden señalar a los tropicales (por ejemplo, en Isla de Pascua), temperados



Entre los peces bentónicos de orilla, que no viven a más de veinte metros de profundidad, el archipiélago Juan Fernández cuenta a *Scartichthys variolatus* (Valenciennes, 1836). Comúnmente llamado "cachudito de Juan Fernández", esta especie se lo pasa raspando el fondo duro, mecanismo que le permite obtener pequeños invertebrados como gusanos, crustáceos menudos y otros, que constituyen su alimento. Su color variable produce confusión cuando se le compara con otros congéneres, que son muy parecidos. También está en las islas Desventuradas. Foto: Pablo Zavala.



La "cabrilla", *Sebastes capensis* (Gmelin, 1788), es característica de fondos de rocas de la costa de Chile y también sur de Argentina. Vive generalmente sobre las rocas y piedras del fondo, a profundidades que van desde los 5 hasta los 60 metros. Su presencia en África del Sur y algunas islas intermedias la colocan como posible explicación para las relaciones históricas de América del Sur y ese continente.
Foto: Pablo Zavala.

(por ejemplo, en el litoral central), frío (en territorio antártico chileno), lagos de altura o altiplánicos (por ejemplo, el lago Chungará), lagos oligotróficos del sur (por ejemplo, el lago Caburga), fiordos (por ejemplo, en Quitralco), humedales (por ejemplo, El Yali), hoyas hidrográficas (por ejemplo, el río Biobío), entre otros.

Para las aguas continentales, Ruiz y Berra (1994) consideran a nuestro país como una verdadera isla; en efecto, la cordillera de los Andes por el oeste, el desierto de Atacama por el norte, el Océano Pacífico por el este y el continente antártico por el sur, le imprimen esta característica que se corrobora con el bajísimo número de especies de peces dulceacuícolas nativos.

La extensa geografía de Chile tiene también una proyección marina de importancia. Aun cuando nuestro mar territorial comprende desde la línea base hasta las doce millas, otros acuerdos internacionales han señalado la zona económica exclusiva hasta las 200 millas marinas, situación que también ocurre en nuestras posesiones insulares, lo que nos ofrece variados y diferentes hábitat, como por ejemplo, aguas profundas, cadenas montañosas y/o dorsales oceánicas (dorsal de Nazca).

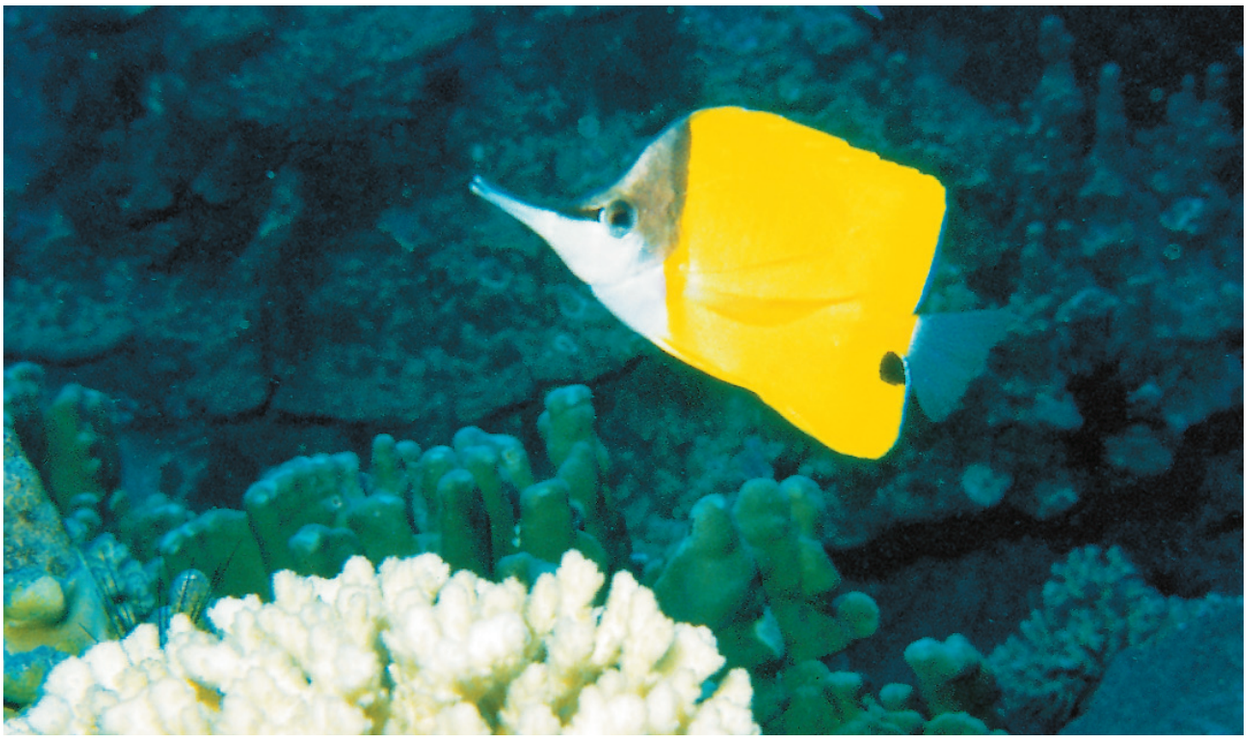
En los últimos años, se ha desarrollado un mayor interés en explicar cómo se distribuye la biodiversidad íctica marina frente Chile. Camus (2001) propone una hipótesis de clasificación biogeográfica, a nivel de biotas frente a Chile continental, en la cual reconoce un área sur que incluye a una biota austral (provincia magallánica), un área norte que incluye una biota templada-cálida (provincia peruana), y un área intermedia extensa (no transicional) que incluye componentes mixtos de biota sin carácter ni rango biogeográfico definido.

De manera específica para los peces, Pequeño (2000) hace una caracterización de los principales ambientes marinos y el conjunto de peces que habitan en todo el territorio chileno. Ojeda et al. (2000) estudian los patrones de distribución de la ictiofauna de Chile continental litoral donde detectan dos zonas tanto hacia al norte como hacia al sur, a partir de los 40ºS; además señalan que la diversidad de peces litorales se mantiene constante a lo largo de la costa hasta los 40ºS, en donde comienza a disminuir. Por otra parte, estos autores puntualizan que el endemismo de los peces litorales chilenos es bajo (18 por ciento). Menares y Sepúlveda (2005) estudian patrones de distribución íctica en Chile centro-sur (31ºS – 41ºS), además de batimétrica, hasta la zona superior del talud continental, encontrando que la merluza (*Merluccius gayi*) y el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) dominan este sistema. Sielfeld y Vargas (1999) realizan estudios de distribución de peces en el área de la Patagonia chilena.

Los peces son importantes elementos en las cadenas tróficas; muchos de ellos son grandes depredadores tope, o bien forman parte de intrincadas redes tróficas, en especial de peces litorales, como depredadores intermedios o también como presas de otros peces u otros organismos (entre otros, mamíferos marinos). Dentro de la literatura actual tenemos los estudios de alimentación de peces oceánicos eminentemente pelágicos como el pez espada (*Xiphias gladius*), como lo señala Ibáñez et al. (2004), o de peces litorales descritos por Medina et al. (2004) para el norte de Chile.

Figura 1. **Órdenes de peces presentes en Chile, no incluye aquellos introducidos (ordenamiento basado en Nelson (1994).**

Peces sin mandíbulas	
Petromyzontiformes Myxiniformes	
Peces con mandíbulas	
Peces Óseos	Peces Cartilaginosos (Tiburones, rayas y Quimeras)
Anguiliformes Saccopharyngiformes Clupeiformes Gonorhynchiformes Siluriformes Osmeriformes Salmoniformes Aulopiformes Myctophiformes Lampriidiformes Polymixiformes Ohiidiformes Gadiformes Batrachoidiformes Lophiiformes Mugilliformes Atheriniformes Beloniformes Cyprinidontiformes Stephanoberyciciformes Beryciformes Zeiformes Symbranchiformes Scorpaeniformes Perciformes Pleuronectiformes Teraodontiformes	Chimaeriformes Rajiformes Squatiniformes Squaliformes Hexanchiformes Lamniformes Carcharhiniformes Orectolobiformes



***Forcipiger flavissimus* (Jordan y McGregor, 1898), es una de las tres especies de "pez mariposa" conocidas en Isla de Pascua. Vive desde las costas de África que miran al Océano Índico hasta aquellas del sur de Estados Unidos, alcanzando hasta Panamá, por las Américas, es decir, habita una amplia franja de aguas tropicales, pero sólo en las costas. Su selectiva alimentación, dependiendo de fondos rocosos y coralinos, le impide permanecer en el océano abierto. Es una especie admirada por los acuaristas.** Foto: Pablo Zavala.

SINGULARIDADES

Una de las singularidades de la biodiversidad de peces en Chile la constituyen los representantes de la ictiofauna asociada a las islas oceánicas. Como se señaló, la de Isla de Pascua está compuesta, en su mayoría, por peces tropicales, y con un alto porcentaje de endemismo (21,7 por ciento), según Randall y otros (2005), mientras que las islas San Félix y San Ambrosio, conocidas también como islas Desventuradas, serían el último bastión de la influencia indo-pacífica, como lo aseveran Pequeño y Lamilla (2000). Por último, el archipiélago Juan Fernández presenta una interesante mezcla en la composición de su ictiofauna, con escasa influencia tanto de la costa sudamericana como del área del Pacífico Sudoccidental, aunque también con un alto endemismo (Pequeño y Sáez, 2000). Otras áreas que están siendo estudiadas corresponden a los fiordos del sur de Chile; allí se están llevando a cabo una serie de investigaciones, dentro de las cuales están incluidas los peces que habitan esas latitudes, y entre las que destacan los de Pequeño (1999) y Pequeño y Riedemann (2005), entre otras.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIONES

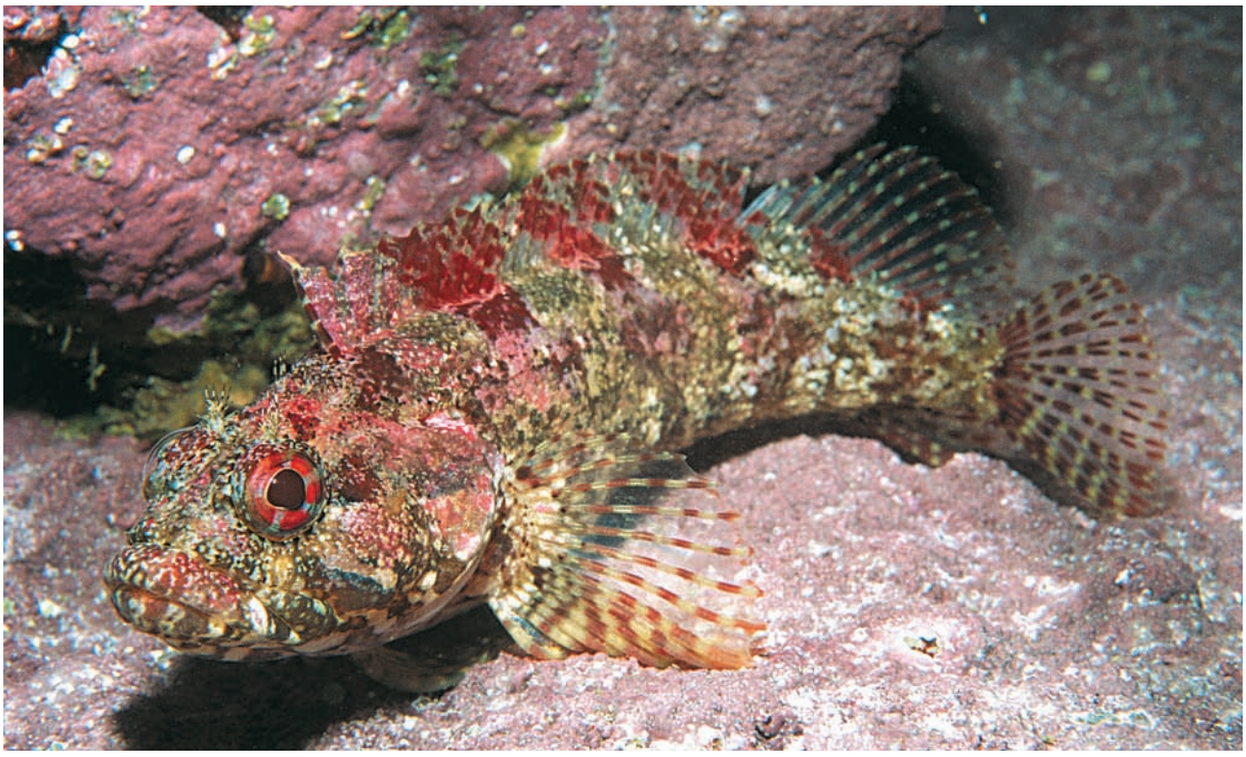
En esta breve y apretada síntesis se puede apreciar los significativos avances en el conocimiento de la biodiversidad de peces que han ocurrido en estos últimos años. Sin embargo, existen áreas que deben ser atendidas con prontitud.

Las zonas oceánicas han recibido escasa atención y han sido estudiadas sólo en algunos sectores, como las áreas de pesca del pez espada (Acuña et al. 2002). Lo mismo sucede con los peces epipelágicos, mesopelágicos y abisopelágicos; destaca en esta área el estudio de peces mesopelágicos a lo largo de una transecta entre Caldera e Isla de Pascua, como el realizado por Sielfeld y Kawaguchi (2004). Otros peces que requieren ser estudiados son aquellos asociados a los montes submarinos de los cordones montañosos que se encuentran frente a Chile (por ejemplo, la cordillera de Nazca), principalmente por el impacto que pueda representar el desarrollo de nuevas pesquerías como las del "*orange roughy*" (*Hoplostethus mediterraneus*), o los peces que habitan zonas de aguas profundas más abajo del talud continental, para los cuales los resultados son escasos, sin que se perciba un esfuerzo nacional para estudiar esas áreas.

Los peces antárticos no han recibido mucha atención por parte de científicos nacionales, situación que también merece ser revertida.

Sin embargo, el conocimiento de la biodiversidad de peces requiere de la asignación de fondos para llevar a cabo las investigaciones, que, como ya se señaló, se deben realizar en zonas donde el acceso sea posible con embarcaciones especializadas.

Por otra parte, los cuadros de investigadores deben ser aumentados, no sólo en el ámbito de las universidades y/o centros de estudios superiores; se debe paralelamente hacer un esfuerzo en aumentar las plazas en el sistema público en donde existan los cargos definidos para el estudio de la biodiversidad de peces.



Este pez es un clínido, habita en los fondos rocosos y se esconde de sus depredadores en pequeños agujeros o grietas submarinas. Algarrobo (Bajo Norte), V Región. Foto: Pablo Zavala.

Bibliografía

Acuña, E., Villarroel, J.C. y Grau, R. 2002. "Fauna asociada a la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus)". Gayana, 66(2): 263-267.

Anderson, W.D., Jr. & C.C. Baldwin 2000. "A new species of *Anthias* (Teleostei: Serranidae: Anthiinae) from the Galápagos Islands, with keys to *Anthias* and eastern Pacific Anthiinae". Proc. Biol. Soc. Wash., 113(2): 369-385.

Anderson, M.E. & G. Pequeño R. 1998. "Studies on the Zoarcidae (Teleostei: Perciformes) of the southern hemisphere. VIII. A new species of the genus *Dieidolycus* from Tierra del Fuego". J.L.B. Smith Inst. Ichthyol. Spec. Publ. 61: 1-5.

Anderson, W.D., Jr. & V. G. Springer. 2005. "Review of the perciform fish genus *Symphysanodon* Bleeker (Symphysanodontidae), with descriptions of three new species, *S. mona, S. pareni, and S. rhax"*. Zootaxa, 996: 1-44.

Andriashev, A.P. 1998. "A new deep-sea species of the genus *Careproctus* (Liparidae, Scorpaeniformes) from equatorial part of the Atakama Trough". Voprosy Ikhtiol. 38(4): 548-549.

Bond, C.E. 1996. Biology of Fishes. Second Edition. Saunders College Publishing. USA, 750 pp.

Bradbury, M.G. 1999. "A review of the fish genus *Dibranchus* with descriptions of new species and a new genus *Solocisquama* (Lophiiformes, Ogcocephalidae)". Proc. Calif. Acad. Sci. 51(5): 259-310.

Bravo, R., D. Lloris, G. Pequeño y J. Rucabado. 1999. "Revisión de las distintas especies del género *Bovichtus* (Perciformes, Bovichtidae) citadas para el cono sur americano y península Antártica". Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 34(2): 123-138.

Brito, J.L. 2003. "Nuevos registros de *Balistes polylepis* (Balistidae), *Sphoeroides lobatus* (Tetraodontidae), *Mola mola* y *M. ramsayi* (Molidae) en San Antonio, Chile (Pisces, Tetraodontiformes)". Investigaciones marinas, 31(1): 77-83.

Brito, J.L. 2004a. "Hallazgo de *Somniosus pacificus* Bigelow & Schroeder, 1944 (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central". Investigaciones marinas, 32(2): 137-139.

Brito, J.L. 2004b. "Presencia del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carchariniformes: Sphyrnidae) y nuevo registro del tiburón espinudo Echinorhinus cookei (Squaliformes: Squalidae) en San Antonio, Chile central". Investigaciones marinas, 32(2): 141-144.

Burridge, C.P. 2000. "Molecular phylogeny of the Aplodactylidae (Perciformes: Cirrhitoidea), a group of Southern Hemisphere marine fishes". Journal of Natural History, 34(11): 2173-2185.

Camus, P.A. 2001. "Biogeografía marina de Chile continental". Rev. Chil. Hist. Nat. 74(3): 587-617.

Campos, H. 1982. "Los géneros de Atherinidos (Pisces: Atherinidae) del sur de Sudamérica. Actas de la IIIa Reunión Iberoamericana de Conservación y Zoología de Vertebrados". Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. 13: 1-60.

Chernova, N.V. & D.L. Stein. 2002. "Ten new species of *Psednos* (Pisces, Scorpaeniformes: Liparidae) from the Pacific and North Atlantic Oceans". Copeia (3): 755-778.

De Buen, F. 1959. "Lampreas, tiburones, rayas y peces de la estación de Biología Marina de Montemar, Chile". Revista de Biología Marina, Valparaíso, 9(1-2-3): 1-200.

Dyer, B.S. 1998. "Phylogenetic systematics and historical biogeography of the neotropical silverside family Atherinopsidae (Teleostei: Atheriniformes)". In: Malabarba et al. 1998, pp. 519-536.

Dyer, B.S. 2000. "Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile". Estud. Oceanol. 19: 77-98.

Dyer, B.S. 2000. "Revision sistematica de los pejerreyes de Chile (Teleostei, Atheriniformes)". Estud. Oceanol. 19: 99-127.

Dyer, B.S. & A.E. Gosztonyi. 1999. "Phylogenetic revision of the South American subgenus *Austromenidia* Hubbs, 1918 (Teleostei, Atherinopsidae, *Odontesthes*) and a study of meristic variation". Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 34(2): 211-232.

Grande, T. 1999. "Revision of the genus *Gonorynchus* Scopoli, 1777 (Teleostei: Ostariophysi)". Copeia (2): 453-469.

Greenfield, D.W. & J.E. Randall. 2004. "Two new cardinalfish species of the genus *Apogon* from Easter Island". Proc. Calif. Acad. Sci. 55(29): 561-567.

Hernández, C., R. Galleguillos, y C. Oyarzún. 2000. "Diferenciación genética de *Merluccius gayi gayi* y *Merluccius gayi peruanus* (Pisces, Merlucciidae) y antecedentes paleogeográficos de su área de distribución". Rev. Chil. Hist. Nat., 73(1): 23-29.

Ibáñez, C., González, C. y Cubillos L. 2004. "Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, en aguas oceánicas de Chile central en invierno de 2003". Investigaciones Marinas, 32(2): 113-120.

Kotlyar, A.N. 2004. "Revision of the genus *Scopeloberyx* (Melamphaidae). Part 2. Oligorakered species of the group *S. robustus"*. Voprosy Ikhtiol. 44(6): 725-737.

Lamilla, J. y S. Sáez. 2003. "Clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes, Batoidei)". Investigaciones Marinas, 31(2): 3-16.

Matallanas, J. y G. Pequeño. 2000. "Description of *Careproctus patagonicus* sp. nov. and *Careproctus magellanicus* sp nov. (Pisces: Scorpaeniformes) from the lower slope of Drake Passage". J. Fish Biol. 56(3): 519-527.

Medina, M., M. Araya y C. Vega. 2004. "Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile". Investigaciones Marinas, 32(1): 33-47.

Meléndez C., R. 1999. "Nuevas adiciones a la ictiofauna mesopelágica y demersal entre isla Mocha y la península de Taitao (38º 04' – 46º 13'S), Chile". Revista de Biología Marina y Oceanografía, 34(2): 139-143.

Ojeda, F.P., F.A. Labra y A. Muñoz. 2000. "Patrones biogeográficos de los peces litorales de Chile". Rev. Chil. Hist. Nat. 73(4): 625-641.

Menares, B. y J.I. Sepúlveda. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. Investigaciones Marinas, 33(1): 91-100.

Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World. Third edition. John Wiley & Sons. Inc. USA, 600 pp.

Oñate, J. y G. Pequeño. 2005. "*Etmopterus brachyurus* Smith & Radcliffe, 1912 (Chondrichthyes, Dalatiidae): primer registro en aguas del Pacífico Oriental". Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 40(1): 67-70.

Parin, N.V. 2005. "*Dolichopteryx trunovi* sp nova – replacement name for *D. anascopa* (nec Brauer, 1901) Trunov, 1997 (Opisthoproctidae, Argentinoidea)". Voprosy Ikhtiol. 45(1): 139-140.

Pequeño, G. 1989. "Peces de Chile. Lista Sistemática Revisada y Comentada". Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24(2): 1-132.

Pequeño, G. 1997. "Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada: addendum". Revista de Biología Marina y Oceanografía, 32(2): 77-94.

Pequeño, G. 1999. "Peces del crucero CIMAR-Fiordo 2, a los canales Patagónicos de Chile, con consideraciones ictiogeográficas". Ciencia y Tecnología del Mar, 22: 165-179.

Pequeño, G. y J. Lamilla. 2000. "The littoral fish assemblage of the Desventuradas Islands (Chile) has zoogeographical affinities with the western Pacific". Global Ecol. Biogeogr. 9: 431-437.

Pequeño, G. y F. Olivera. 2004. "*Diretmichthys parini* (Post & Quéro, 1981): primer registro en Chile (Osteichthyes: Diretmidae)". Investigaciones marinas, 32(1): 89-92.

Pequeño R., G. y A. Riedemann. 2005. "Los peces bentónicos de los canales orientales de Aisén, Patagonia (XI región, Chile), recolectados durante el crucero CIMAR 7 Fiordos". Ciencia y Tecnología del Mar, 28(1): 113-118.

Pequeño R., G. y S. Sáez B. 2000. "Los peces litorales del archipiélago Juan Fernández (Chile): endemismo y relaciones ictiogeográficas". Investigaciones marinas, 28: 27-37.

Pequeño, G. y R. Vera. 2003. "Presencia de *Coryphaenoides subserrulatus* Makushok, 1976 cerca del archipiélago Juan Fernández, Chile (Osteichthyes: Gadiformes: Macrouridae)". Investigaciones Marinas, 31(2): 95-99.

Pequeño, G., L. Vargas y A. Riedemann. 2005. "La castañeta *Chromis crusma* (Valenciennes, 1833) en la costa de Valdivia, con comentarios sobre el género *Chromis* Cuvier, 1814, en aguas chilenas (Osteichthyes: Pomacentridae)". Investigaciones marinas, 33(1): 101-107.

Randall, J.E. 1999. "Revision of Indo-Pacific labrid fishes of the genus *Coris*, with descriptions of five new species". Indo-Pac. Fishes, 29: 1-74, pls. I-XXII.

Randall, J.E. 2005 "*Pascua caudilinea*, a new genus and species of gobiid fish (Perciformes: Gobiidae) from Easter Island". Zool. Studies, 44(1): 19-25.

Randall, J.E., A. Cea E. & R. Meléndez C. 2005. "Checklist of shore and epipelagic fishes of easter island, with twelve new records". Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 54 (*en prensa*).

Rojas M., J.R. & G. Pequeño. 1998. "*Plectranthias lamillai*, a new Anthiine fish species (Perciformes, Serranidae) from the Juan Fernández Archipelago". Scientia Marina, 62(3): 203-209.

Ruiz, V.H. & T.M. Berra. 1994. "Fishes of the high Biobío river of South-Central Chile with notes on diet and speculations on the origin of the ichthyofauna. Ichthy". Explor. Freshw. 5(1): 5-18.

Russell, B.C. 2000. "Review of the Southern temperate fish family Aplodactylidae (Pisces: Perciformes)". Journal of Natural History, 34(11): 2157-2171.

Sielfeld, W. y A. Kawaguchi. 2004. "Peces mesopelágicos capturados entre Caldera (26º59'41"S – 71º46'00"W) e Isla de Pascua (26º59'49"S – 107º35'00"W) durante el crucero CIMAR 5 / Islas Oceánicas". Ciencia y tecnología del Mar, 27(2): 77-81.

Sielfeld, W., M. Vargas e I. Kong. 2003. "Primer registro de *Etropus ectenes* Jordan, 1889, *Bothus constellatus* Jordan & Goss, 1889, *Achirus klunzingeri* (Steindachner, 1880) y *Symphurus elongatus* (Günther, 1868) (Pisces, Pleuronectiformes) en Chile, con comentarios sobre la distribución de los lenguados chilenos". Investigaciones marinas, 31(1): 51-65.

Sielfeld, W. & M. Vargas. 1999. "Review of marine fish zoogeography of Chilean Patagonia (42º – 57ºS)". pp: 451-463. In: Magellan-Antarctic: Ecosistem that Drifted Apart. W.E. Arntz y C. Ríos (eds.). Scietia Marina, 63(1): 1-518.

Vargas, L. y G. Pequeño. 2004. "El estatus taxonómico de *Graus fernandezianus* Philippi 1887. Nuevo registro geográfico y comentarios sobre *Graus nigra* Philippi 1887 (Osteichthyes: Perciformes), en Chile". Gayana, 68(1): 63-69.

Vargas, L. y G. Pequeño. 2001. "Hallazgo del bilagai (*Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833), en la bahía Metri, Chile (Osteichthyes: Cheilodactylidae)". Investigaciones Marinas, 29(2): 35-37.

Vera S., R. y G. Pequeño R. 2001. "Comparación de caracteres merísticos y morfométricos entre peces del género *Sicyases* del archipiélago Juan Fernández, Valparaíso y Valdivia (Osteichthyes: Gobiesocidae)". Investigaciones marinas, 29(2): 3-14.

Vera S., R. y G. Pequeño R. 2002. "Hallazgo de *Hirundichthys rondeletii* (Valenciennes, 1847) en Ancud, Chiloé, con datos sobre peces voladores en colecciones de Chile (Osteichthyes: Exocoetidae)". Investigaciones Marinas, 30(2): 61-67.

Zahuranec, B.J. 2000. Zoogeography and systematics of the lanternfishes of the genus *Nannobrachium* (Myctohpidae: Lampanyctini). Smithson". Contrib. Zool. 607: 1-69.

Páginas siguientes: **Peces que conviven preferentemente en fondos rocosos: Cabrilla (*Sebastes capensis*), Castañeta (*Chromis crusma*) y Jerguilla (*Aplodactylus punctatus*). A la Jerguilla también se le puede localizar entre las algas. Algarrobo. V Región.**
Foto: Pablo Zavala.





PECES LÍMNICOS

IRMA VILA Y RODRIGO PARDO

En el continente sudamericano, Chile se extiende desde el paralelo 18ºS hasta el 56ºS. Esta extensión casi recta a lo largo de 38 grados de latitud ha generado un gradiente climático con ríos de poco caudal en el extremo norte, que va aumentando notablemente hacia el sur del país. La distancia media entre cordillera y costa son 180 kilómetros, el ancho máximo (445 kilómetros) se encuentra a los 52º21'S en el estrecho de Magallanes, y el ancho mínimo (90 kilómetros) entre Punta Amolanas y Paso de la Casa de Piedra (31º37'S). Estas características geográficas han determinado que las hoyas hidrográficas que drenan la vertiente occidental de la cordillera de los Andes sur sean cortas, lo que, sumado al hecho de nacer sobre los 3.000 msnm, genera ríos de bajo orden, con redes hídricas poco desarrolladas y pendientes altas, las que originan caudales altamente dependientes de las variaciones pluviales y nivales, alta sedimentación y, especialmente en la zona norte, alto contenido salino, en un gradiente que va desde aguas de vertiente hasta salares.

Los peces, junto con algunos anfibios, son los animales que tienen mayor dependencia del agua y, por ello, tanto en su riqueza actual como durante su evolución han dependido de este recurso. Desafortunadamente, el reducido tamaño, la simpleza morfológica y de coloración de la mayor parte de las especies ícticas de aguas continentales chilenas han contribuido al escaso conocimiento que la mayor parte de los habitantes del país tiene de ellas. El desarrollo de la pesca deportiva ha estado relacionado principalmente con especies introducidas como salmonídeos y, con excepción de una o dos especies nativas; las restantes pasan inadvertidas.

Este desconocimiento, unido a la introducción de especies, como salmonídeos, anfibios y algunos mamíferos, y al progresivo deterioro del hábitat, principalmente por fragmentación —construcción de embalses y canalización— y disminución de la calidad del agua —por contaminación, eutrofización y salinización—, han propiciado que la mayor parte de las especies nativas de peces de agua dulce se encuentren con algún grado de amenaza de conservación (Campos y otros, 1998) (véase el cuadro 1 de este capítulo y el listado con la clasificación actualizada realizada el año 2007 en las páginas 429 y 430).

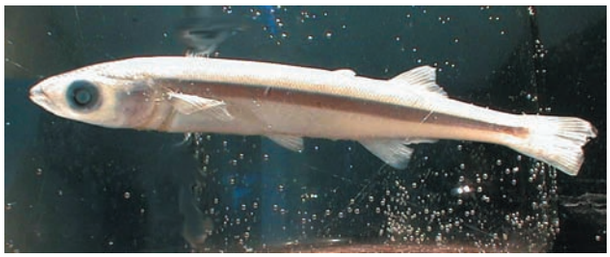
Según Niemeyer y Cereceda (1984), en Chile se pueden identificar cinco regiones hidrográficas, en función del clima, la pendiente y litología. Cada una de estas regiones posee una fauna particular adaptada a las condiciones propias de su hábitat: ríos de régimen esporádico, en la zona árida; ríos en torrente de régimen mixto, en la zona semiárida; ríos en torrente de régimen mixto, en la zona subhúmeda; río tranquilos con regulación lacustre, en la zona húmeda y ríos caudalosos trasandinos, en la Patagonia.

En la provincia chilena, se encuentran representantes típicos de la ictiofauna austral, como Petromyzontiformes, Characiformes, Siluriformes, Perciformes, Atheriniformes y Osmeriformes, con especies diadrómicas de las familias Galaxiidae y Aplochitonidae, estas dos últimas con distribución gondwánica. Cyrpinodontidae y Trichomycteridae tienen un origen neotropical y habrían permanecido en estas aguas desde o antes del levantamiento de la cordillera de los Andes, mientras que Atherinidae tendría un origen marino reciente. La presencia del desierto de Atacama en el norte, la cordillera de los Andes en el este y el Océano Pacífico al oeste como límites naturales del país, han aislado el territorio nacional. Este aislamiento, junto con la ausencia de interconexiones entre cuencas, las características hidrológicas y las últimas glaciaciones, habría determinado una fauna íctica única, la que podría haber evolucionado desde el Terciario, diferenciándose desde latitudes más tropicales hasta más australes. Los grupos que predominan son los Characiformes y Siluriformes con especies primitivas y muy especializadas. Ejemplo de ello es el primitivismo de algunas especies de bagres, como *Nematogenys* y *Diplomystes*.

Otra característica de la fauna íctica chilena es el bajo número de especies presentes. Se han descrito tan sólo 44 peces para el territorio nacional. De estos, 24 (54 por ciento) son endémicos de Chile y tienen distribuciones muchas veces restringidas a uno o dos sistemas, como es el caso de las especies de *Orestias*. Además, debido a la pendiente alta de los ríos que drenan el territorio chileno, característica que se relaciona habitualmente con velocidades elevadas, los peces son incapaces de remontar, lo que limita la distribución de su hábitat a alturas menores a los 1.000 a 1.500 msnm.

FAUNA ÍCTICA SEGÚN ZONAS HIDROGRÁFICAS

Según la modalidad de escurrimiento superficial de sus ríos, Chile puede ser dividido en dos regiones hidrológicas



Basillichthys.



Nematogenis.



Tricho areolatus.



Diplomystes.



Orestias.



Percilia gillissi. Fotos: Simón Elliot.

principales: región exorreica y región endorreica. La región endorreica se ubica entre la I y III Región, presenta áreas con escurrimiento superficial, pero sus cauces intermitentes no logran llegar al mar, a excepción del río Loa. Topográficamente, son depresiones y pueden estar rodeadas de terrenos montañosos, donde son frecuentes los lagos, lagunas y charcas saladas, a veces con salinidad muy elevada e incluso con precipitación de sales. De acuerdo con Niemeyer y Cereceda (1984) los ríos de esta región corresponden a ríos de régimen esporádico situados en la zona árida.

El resto de las regiones político-administrativas de Chile han sido clasificadas como regiones exorreicas, que se distinguen porque sus ríos desembocan en el mar durante todo el año. Esta región se extiende desde los 27ºS hasta los 54ºS. Aquí, el relieve, la presencia de lluvias y el derretimiento nival, mantienen los ríos fluyendo durante todo el año. A medida que la cantidad de agua se incrementa y aumenta la complejidad de la red hídrica, se observa, generalmente, una mayor riqueza de especies ícticas.

Ríos de régimen esporádico de la zona árida

Los ríos de régimen esporádico de la zona árida de Chile se encuentran en la región endorreica del desierto chileno y abarcan desde la I Región hasta el extremo norte de la III Región. Tiene dos sistemas hidrográficos importantes, los ríos Lauca y Loa, con sistemas lacustres de importancia como los lagos Chungará, Cotacotani y Negro Francisco, además de un número alto de salares.

La hoya hidrográfica del río Lauca tiene una superficie de 1.924 km^2, incluido el lago Chungará, de 278 km^2. El río Lauca en su nacimiento (18º30'S – 69º14'W) como también los lagos Chungará (18º13'S – 69º18'W) y Cotacotani (18º12'S – 69º14'W), son considerados sistemas de altura por ubicarse sobre los 3.500 msnm. En esta zona las escasas lluvias se concentran en verano, en eventos catastróficos conocidos como invierno altiplánico o boliviano. La escasez de precipitaciones y la alta evapotranspiración en la zona altoandina determinan un clima extremadamente árido, por lo que las aguas tienden a presentar salinidades elevadas, especialmente en el contenido de sulfatos, carbonatos y cloruros. Por otra parte, las temperaturas muestran una amplia variación diaria, con promedios anuales de 2 ºC en la noche y 25 ºC al mediodía. Estas particularidades ambientales, junto a una historia sísmica que ha fragmentado reiteradamente a los sistemas acuáticos, han creado una flora y fauna altamente adaptada.

Las especies ícticas que habitan estos sistemas pertenecen a dos familias: Cyprinodontidae, con un único género y cinco especies: *Orestias agassii*, Cuv. y Val., 1846, *Orestias parinacotensis* Arratia, 1982, *Orestias laucaensis*, Arratia 1982, *Orestias chungarensis* Vila y Pinto, 1986 y *Orestias* sp (Vila com. pers). Trichomycteridae, con un género y tres

especies: *Trichomycterus rivulatus* Valenciennes, 1846, *Trichomycterus chungaraensis* Arratia, 1983 y *Trichomycterus laucaensis* Arratia, 1983. Sólo *Orestias* ha colonizado los lagos, donde viven asociados, principalmente al cinturón de macrófitas acuáticas, las que les proveen de refugio, alimento y lugar de reproducción. *Orestias parinacotensis* y *O. chungarensis* viven solamente en la laguna de Parinacota y en el lago Chungará respectivamente, mientras *O. laucaensis* habita en el lago Cotacotani y el río Lauca, *O. agassii* se distribuye desde el sistema Titicaca-Popo, en Bolivia-Perú hasta el salar del Huasco en Chile, incluidos los ríos Isluga y Collacagua (Arratia, 1982). Los bagres del género *Trichomycterus* se distribuyen principalmente en los riachuelos y vertientes que fluyen en los humedales. *Trichomycterus chungaraensis* ha sido reportado únicamente en la vertiente Ajata, tributaria del lago Chungará y *T. laucaensis* en el río Lauca, mientras que *T. rivulatus* presenta la distribución más amplia, citándosele para toda la región altiplánica.

El río Loa es el más importante de la región desértica del norte de Chile y el único que desemboca en el mar todo el año. La hoya de este río tiene una superficie de 33.910 km^2 y un largo total de 360 kilómetros. El río Loa nace (21°25'S – 69°48'W) en las cercanías de los salares de Carcote (21°20'S – 68°10'W) y Ascotán (21°31'S – 68°18'W). En esta área las lluvias ocurren cada dos o tres años y la temperatura media anual es de 13,3 °C. El agua tiene conductividad alta a causa de los boratos y sulfatos que se disuelven desde el área de drenaje.

De los únicos cuatro peces nativos encontrados en esta área, dos pertenecen a Cyprinodontidae: *Orestias ascotanensis* Parenti, 1984, y *O. agassii*. Un Atherinidae, *Basilichthys* sp y un Trichomycteridae, *T. rivulatus*. *Orestias ascotanensis* habita exclusivamente en el salar de Ascotán. En el salar del Huasco y los ríos Isluga y Collacagua se encuentra a *O. agassii* y *T. rivulatus*. *Basilichthys* sp. ha sido encontrado solamente en el río Loa y difiere de las otras especies de *Basilichthys* descritas para el país. Todas estas especies se asocian a las macrófitas abundantes en estos sistemas.

Lamentablemente, los peces nativos son actualmente escasos, habiendo sido remplazados por las truchas, *Salmo trutta* L. y *Oncorynchus mykiss* (Walbaum), las que han sido introducidas en el área desde 1949, presentando en la actualidad altas densidades en la región de ríos esporádicos.

Ríos en torrente de régimen mixto en la zona semiárida

El clima de esta región es de tipo mediterráneo, con aproximadamente un mes de lluvia y un período seco prolongado, por lo que los ríos presentan una alta variabilidad en su caudal, observándose amplias fluctuaciones hidrológicas entre años y también estacionalmente. Los sistemas más representativos son las hoyas de los ríos Huasco y Choapa. El río Huasco (28°30'S – 70°59'W), tiene una superficie de 10.750 km^2 y un caudal medio durante los últimos 20 años de 3,62 m^3/s. Por su parte, la cuenca del río Choapa (31°39'S – 71°38'W) se extiende en un área de 8.124 km^2 y su caudal varía entre 0,2 m^3/s y 93,4 m^3/s; la temperatura media del aire varía entre los 10 y 21,4 °C.

En esta región la riqueza íctica aumenta a cinco familias, pero cada una con una única especie, a excepción de Atherinopsidae, que presenta dos especies, Trichomycteridae: *Trichomycterus areolatus* Valenciennes, 1846, Galaxiidae: *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842), Atherinopsidae: *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns, 1842) y *Odontesthes brevianalis*; (Gunther, 1880), Characidae: *Cheirodon pisciculus* Girard, 1854. *Trichomycterus areolatus* habita la zona bentónica de los ríos, prefiriendo los fondos pedregosos con vegetación, al igual que *C. pisciculus* y *B. microlepidotus*. Por otra parte, *Odontesthes brevianalis* y *G. maculatus* se asocian preferentemente a la desembocadura de los ríos.

Ríos en torrente de régimen mixto en la zona subhúmeda

El clima en esta región es templado cálido, con tres meses de lluvias, concentradas principalmente en el invierno y una estación seca prolongada. La temperatura media anual alcanza los 14 °C. Aquí se encuentran los grandes ríos de origen andino, como el Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata y Biobío, que se caracterizan por su escurrimiento torrencial y régimen mixto, con crecidas pluviales en invierno y nivales en primavera y comienzos del verano, estiaje pronunciado en otoño. Los ríos de esta región son los más estudiados del país debido posiblemente a la proximidad a las zonas de mayor población de Chile y los centros de investigación más antiguos, que propiciaron su estudio temprano.

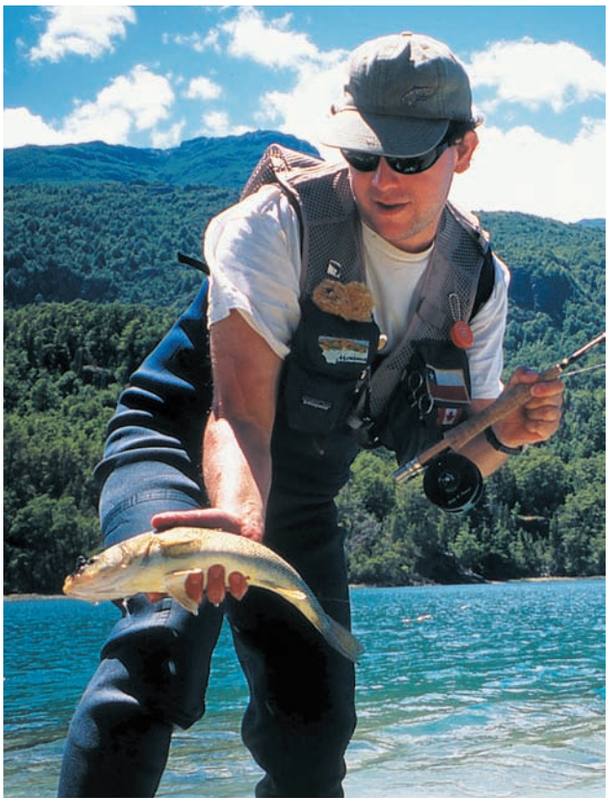
En estos ríos se pueden diferenciar cuatro áreas naturales, que tipifican a la mayoría de los ríos andinos de la región central:

1. Área altoandina, que se caracteriza por un cauce principal turbulento, de pendiente alta y sustrato conformado por rocas y piedras. En esta zona no se ha detectado la presencia de peces nativos;
2. Área media alta, que presenta cauces profundos con sustrato de piedras y grava, baja cantidad de macrófitas y microalgas que colonizan las riberas fluviales. En esta área se pueden encontrar bagres y algunas especies salmonídeas introducidas;
3. Área media baja, de aguas claras, cauces amplios y poco profundos, que permiten la colonización de macrófitas. Esta área parece ser más adecuada para la fauna íctica nativa, aumentando considerablemente su riqueza y abundancia;
4. Área de desembocadura, con cauces amplios e influencia marina, por lo que los peces que viven en esta zona son tolerantes a salinidades mayores y fluctuantes y con frecuencia migran hacia o desde el mar.

El río Aconcagua (32°55'S – 70°19'W) tiene una extensión de 7.163 km^2 y presenta dos promedios máximos de caudal, uno en invierno (8,87 m^3/s) proveniente de las lluvias, y otro en el verano, producto del derretimiento nival (33,2 m^3/s). Las especies nativas que lo habitan representan las asociaciones típicas de los peces de las aguas continentales de la zona central del país. Los peces están representados por seis familias, con seis géneros y ocho especies. Trichomycteridae: *T. areolatus*; Nematogenyidae: *Nematogenys inermes* (Guichenot,







La ictiofauna dulceacuícola de nuestro país presenta 42 especies nativas y 22 introducidas, teniendo las primeras un alto grado de endemismo. *Arriba:* peladilla (*Aplochiton zebra*); lago San Carlos, Región de Aisén. Foto: Rodrigo Sandoval. ***Abajo:* pejerrey chileno (*Austromenidia* spp); río Nilahue, Región de Los Ríos.** Foto: Franco Lama. ***Derecha:* percatrucha (*Percichtys trutta*); lago Puelo Inferior, Región de Los Lagos.** Foto: Rodrigo Sandoval.

1848), Galaxiidae: *G. maculatus*; Characidae; *Ch. pisciculus*; Percichthydae con *Percichthys trucha* (Valenciennes), *Percilia gillissi* Girard, 1855 y *Percichthys melanops* Girard, 1854. Atherinidae: *B. australis* y *B. microlepidotus*. Adicionalmente, podemos mencionar a Cyclostomata Geotridae: *Caragola lapicida* Gray, 1851, que se distribuye en las zonas bajas de estos sistemas. Las especies mencionadas se distribuyen desde la zona preandina hasta la desembocadura de los ríos. La región andina ha sido solamente colonizada por los salmónidos introducidos *S. trutta* y *O. mykiss*. Trichomycteridae, *T. areolatus* y Atherinidae, *B. australis* son las especies más abundantes y con amplia distribución en la hoya hidrográfica. *Percichthys melanops* se asocia a los afluentes de la cordillera de la Costa (Vila y otros, 1999). *Galaxias maculatus* se describe habitando preferentemente la zona de la desembocadura.

El río Maipo (33°46'S – 71°32'W) tiene una superficie de 14.576 m^2. Los peces citados en esta hoya son mayoritariamente coincidentes con los reportados en la cuenca del río Aconcagua. Trichomycteridae, *T. aerolatus*; Nematogenydae, *N. inermis*; Galaxiidae, *G. maculatus*; Characidae, *Ch. pisciculus*; Atherinidae, *B. australis*; Percichthyidae, *Percichthys melanops, P. trucha* y *P. gillissi*. En esta cuenca, debido a efectos antrópicos, podría citarse el primer caso de extinción local de una especie íctica endémica de Chile, *Diplomystes chilensis* Molina, 1782, que fue descrita habitando el río Maipo. Sin embargo, esta especie no ha sido encontrada en esta hoya hidrográfica en los últimos 50 años, pese a que se han hecho repetidos esfuerzos de captura.

La cuenca del río Biobío (37°45'S – 71°45'W), que incluye los lagos Galletué (38°41'S; – 71°14'W) e Icalma (38°46'S; 71°18'W), presenta una superficie de 24.079 km^2. El río Biobío es la tercera hoya hidrográfica en extensión del país. Se origina en los lagos Icalma a 1.000 msnm y Galletué a 1.100 msnm en la cordillera de los Andes. Su extensa red hidrográfica genera el desarrollo de numerosos biotopos, lo que se refleja en una de las faunas ícticas más ricas del país. Dieciocho especies nativas y cuatro introducidas se citan para esta hoya hidrográfica: Diplomystidae: *Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia, 1987; Trichomycteridae: *Trichomycterus chiltoni* Eigenmann, 1927; *T. areolatus* y *Bullockia maldonadoi* Eigenmann, 1927; Nematogenyidae: *Nematogenis inermis*; Galaxiidae: *Galaxias maculatus*, *Brachygalaxias bullocki* (Regan, 1908); Characidae: *Cheirodon galusdae* Eigenmann, 1927 y *Ch. pisciculus*; Atherinidae: *Basilichthys australis, Odontesthes mauleanum* Steindachner, 1898; Aplochitonidae: *Aplochiton zebra* Jenyns, 1842; Percichthyidae: *Percichtys trucha, P. melanops, Percilia irwini* Eigenmann, 1927. Algunas especies de peces muestran una distribución diferencial en la hoya hidrográfica, mientras que otras se distribuyen a lo largo de todo el sistema. *Aplochiton zebra* ha sido encontrado solamente en los sistemas lacustres. En la zona superior y media del río se encuentran *P. trucha, T. areolatus, T. chiltoni* y *P. irwini*. Por otra parte, *Geotria australis*, *P. melanops, O. mauleanum, O. debueni, G. maculatus* y *B. maldonadoi*, se encuentran comúnmente en los afluentes asociados a la cordillera de la Costa, en la zona más baja del río (Habit et al. 2005).

Cuadro 1. **Nombre científico, nombre común y categoría de conservación de los peces límnicos nativos de Chile. La clasificación se realiza por región político-administrativa de Chile según la división vigente a la fecha del estudio, basada en Campos et al. (1998): (F) Fuera de peligro, (V) Vulnerable, (P) En peligro de extinción, (I) Insuficientemente conocida y (R) Rara.**

Especie	Nombre Común	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Geotria australis	Lamprea de bolsa						V	V	V	V	V	V	V	V
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce					I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cheirodon galusdae	Pocha de los lagos								V	V	V			
Cheirodon pisciculus	Pocha			V	V	V	V	V	V					
Cheirodon australe	Pocha del sur											F		
Cheirodon killiani	Pocha											R		
Diplomystes nahuebutaensis	Bagre/ Tollo							I	I	P	P			
Diplomystes chilensis	Bagre/ Tollo de agua dulce					P	P	P						
Diplomystes camposensi	Bagre/ Tollo										V	V		
Hatcheria macraei	Bagre												R	
Trichomycterus areolatus	Bagrecito			V	V	V	V	V	V	V	V	F		
Trichomycterus chiltoni	Bagrecito									P				
Trichomycterus rivulatus	Bagrecito	R												
Trichomycterus chungarensis	Bagrecito	P												
Trichomycterus laucaensis	Bagrecito	P												
Bullockia maldonadoi	Bagrecito									P	P			
Nematogenis inermes	Bagre grande					P	P	P	P	P	P	P		
Galaxias maculatus	Puye/ Coltrao/ Truchita			V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F
Galaxias platei	Puye										V	V		
Galaxias globiceps	Puye											R		
Brachygalaxias gothei	Puye								V	V				
Brachygalaxias bullocki	Puye									I	I	I		
Aplochiton marinus	Peladilla										I	I	I	I
Aplochiton taeniatus	Farionela/ Peladilla										P	P	V	V
Aplochiton zebra	Farionela listada									P	P	P	V	V
Orestias agassizi	Karachi/ Corvinilla	I	I											
Orestias chungarensis	Karachi/ Corvinilla	P												
Orestias laucaensis	Karachi/ Corvinilla	P												
Orestias ascotanensis	Karachi/ Corvinilla	P												
Orestias parinacotensis	Karachi/ Corvinilla	P												
Odontesthes mauleanum	Cauque/ Pejerrey					I	I	I	F/V	F/V	F/V	F/V		
Odontesthes debueni	Pirihuelo					I				V				
Odontesthes wiebrichi	Cauque de Valdivia											I		
Odontesthes brevianalis	Cauque del norte				V	V		I	I	I	I	I		
Odontesthes molinae	Cauque de Molina									I				
Odontesthes itatanum	Cauque de Itata									I				
Odontesthes hatcheri	-												I	
Basilichthys australis	Pejerrey chileno					V	V	V	V	V	F	F		
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte			P	P	P								
Basilichthys semotilus	Pejerrey	P	P											
Percichthys trucha	Perca trucha/ Trucha criolla					V	V	V	V	V	F/V	F/V	F/V	I
Percichthys melanops	Trucha negra/ Trucha criolla					P	P	P	P	P				
Percilia gillisi	Carmelita/ Coloradita					P	P	P	V	V	V	V		
Percilia irwini	Carmelita de Concepción									P				

Ríos tranquilos con regulación lacustre de la zona húmeda

Las características hidrológicas de estos sistemas son muy similares a los ríos europeos por la presencia de zonas ritrónicas, potámicas y de humedales típicas (Welcomme, 1992). Los sistemas más importantes en esta zona son las hoyas hidrográficas de los ríos Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín. Según Campos (1985), las áreas ritrónicas de estos sistemas estarían habitadas por *A. zebra, T. areolatus, P. gillissi* y *Galaxias platei* Steindachner, 1897, mientras que en la zona potámica habitarían *G. maculatus, B. australis, O. mauleanum* y *P. trucha*. En las zonas de humedales se encontrarían *Ch. australe* y *B. bullocki*. El río más representativo para la región es el Valdivia (39º52'S – 73º18'W), con una superficie de 9.902 km^2, que se origina en cinco lagos principales: Lacar, en Argentina; y en Chile, el Pirehueico, Neltume, Panguipulli y Riñihue. Los peces descritos para la hoya hidrográfica son: Diplomystidae: *Diplomystes camposensis* Arratia, 1987; Trichomycteridae: *Trichomycterus areolatus*; Galaxiidae: *Galaxias platei, G. maculatus, B. bullocki*; Characidae: *Cheirodon australe* Eigenmann, 1928; Atherinidae: *Basilichthys australis, O. mauleanum;* Aplochitonidae: *Aplochiton zebra*; Percichthyidae: *Percichthys trucha, P. melanops* y la lamprea Geotriidae*: G. australis*.

Ríos caudalosos trasandinos de la Patagonia

Este es un grupo de ríos que se forman al este del macizo andino, en profundos glaciares. Se caracterizan por presentar un contenido alto de material particulado. De acuerdo con Campos et al. (1984), la fauna íctica de esta región se asemejaría a la descrita para las zonas ritrónicas de los ríos con regulación lacustre, aunque con una riqueza de especies menor. El río Aisén (45º) es representativo de los sistemas de esta región. En este río habitan Trichomycteridae: *Hatcheria macraei* Girard, 1854; Galaxiidae: *Galaxias platei, G. maculatus* y Aplochitonidae: *Aplochiton taeniatus*.

Ríos insulares

Chile posee un considerable número de islas, las que difieren en su tamaño y cercanía del continente. Las islas oceánicas, como Isla de Pascua y Robinson Crusoe, no presentan especies ícticas nativas de agua dulce, debido probablemente a la lejanía de los centros de dispersión de estas especies. Las islas cercanas al continente presentan peces; las más importantes son la Isla Grande de Chiloé y la Isla Grande de Tierra del Fuego.

Los ríos de la Isla Grande de Chiloé (42ºS) se caracterizan por ser cortos y con caudal bajo, cuyo origen es exclusivamente la lluvia. Sus aguas contienen una cantidad significativa de materia orgánica proveniente de la descomposición arbórea, lo que les da el característico color café. Una zona importante de estos presenta salinidad alta, originada por cloruros provenientes de la entrada de agua marina. A excepción de *Trichomycterus areolatus* y *Cheirodon australis*, la fauna íctica presente en la isla tiene un origen marino, aunque algunos autores han sugerido un origen previo a la separación de la isla con el continente. Se encuentran cuatro familias y ocho especies: Trichomycteridae: *Trichomycterus areolatus*; Galaxiidae: *Galaxias platei, G. maculatus, B. bullocki*; Atherinopsidae: *Basilichthys aus*tralis; Aplochitonidae: *Aplochiton taeniatus; Characidae: Cheirodon australe*.

Los ríos de la Isla Grande de Tierra del Fuego (52º31'S – 69º19'W), son resultado de la intensa actividad glacial cenozoica de la región, la que ha determinado la hidrología del área, donde las hoyas hidrográficas son cortas y con caudal bajo. Esto justifica la baja riqueza de la fauna, con representantes exclusivamente de origen marino. Los sistemas más importantes son el río Grande, Rasmussen, Blanco y Cóndor. Las especies encontradas en estas hoyas hidrográficas son las siguientes: Galaxiidae: *Galaxias platei, G. maculatus;* Aplochitonidae: *Aplochiton taeniatus, A. zebra*; y lampreas, Geotridae: *G. australis* y *Caragola lapicida*.

Bibliografía

Arratia, G. 1981. Los Peces de las Aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 34: 108 pp.

Arratia, G. 1982. "Peces del Altiplano de Chile". En: El Hombre y los ecosistemas de montaña, 1: 93-133. Ed. A. Veloso & E. Bustos. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay.

Campos, H. 1985. "Distribution of the fishes in the Andean river in the south of Chile". Archiv. Hidrobiology, 104(2): 169-191.

Campos, H., J. Arenas, C. Jara, T. Gonser y R. Prins. 1984. "Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile)". Medio Ambiente (Valdivia, Chile) 7(1): 52-64.

Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Siefeld, D. Soto, R. Vega e I. Vila. 1998. "Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 47: 101-122.

Dyer, B. 2000. "Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile". Estudios Oceanológicos, 19: 77-98.

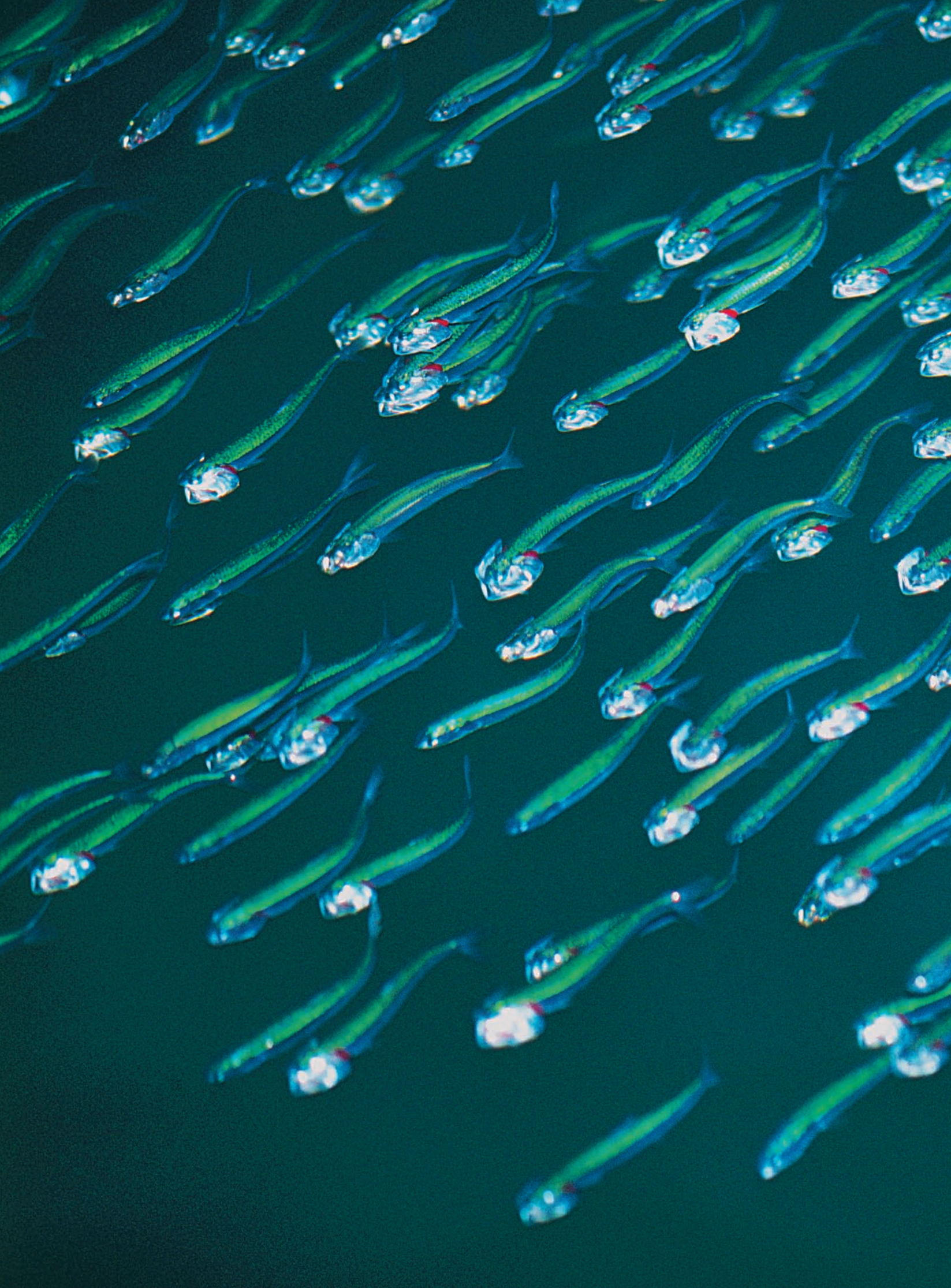
Habit, E., M.C. Belk, R.C. Tuckfield, & O. Parra. 2005. "Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile". Freshwater Biology. doi:10.1111/j.1365-2427.2005.01461.x

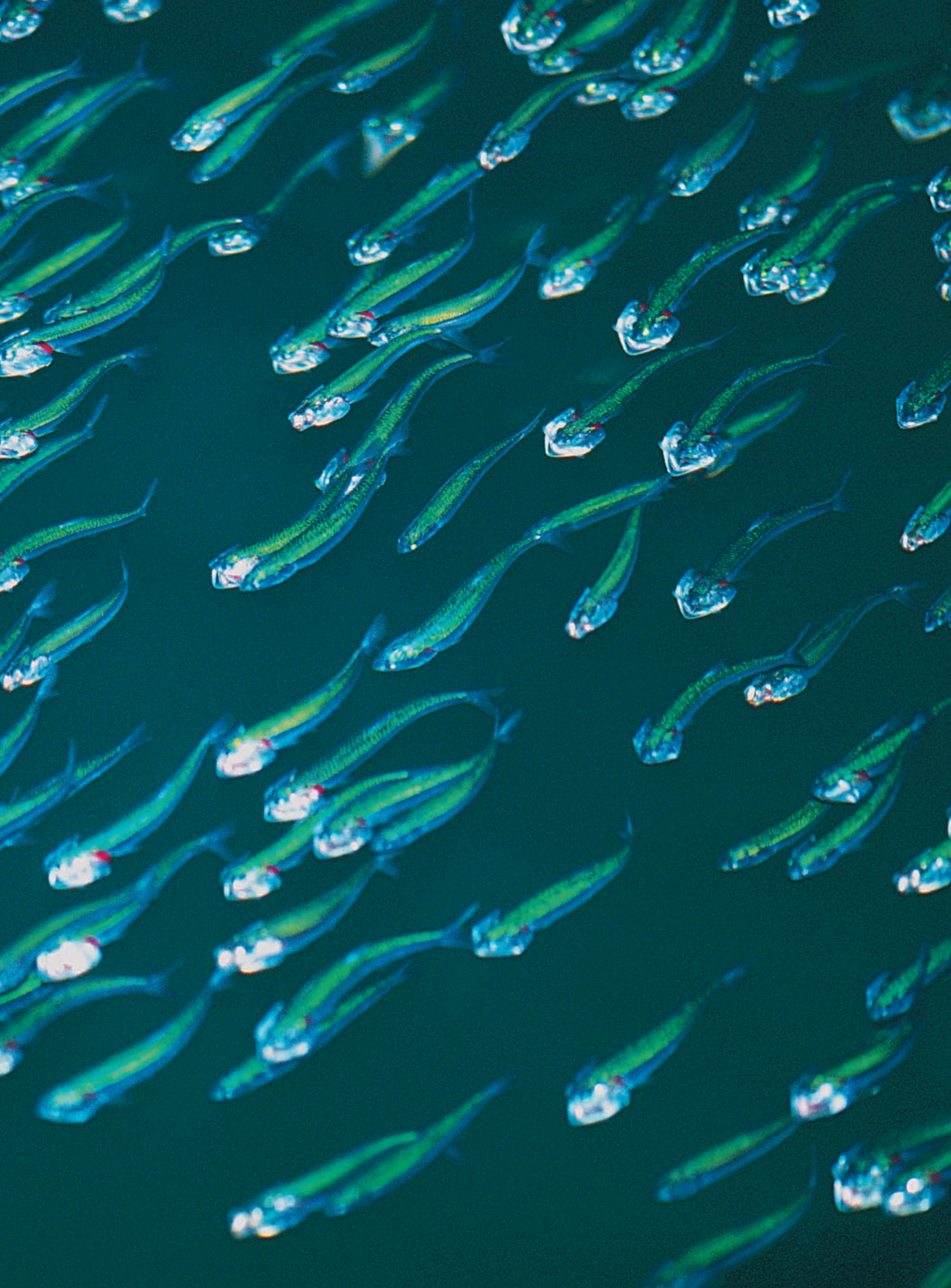
Niemeyer, H. y P. Cerceda. 1984. Geografía de Chile. Hidrografía. Instituto Geográfico Militar de Chile. Santiago. 320 pp.

Vila, I., L. Fuentes y M. Contreras. 1999. "Peces Límnicos de Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 48: 61-75.

Welcomme, R. 1992. "Pesca fluvial". FAO. Documento Técnico de Pesca, 262: 303 pp.

Páginas siguientes: **El cultivo del salmón tiene las complejidades propias del manejo reproductivo, tales como el proceso de engorda de una especie animal en cautiverio y la sensibilidad de estos a los cambios del medio ambiente. A ello se agrega un ciclo de vida desarrollado en diferentes etapas, agua dulce y agua de mar, y una complicada logística de transporte y abastecimiento. En la foto, se aprecian algunos alevines, etapa en que los requerimientos nutricionales y energéticos de los peces es mayor que en cualquier otro estadio.** Foto: Nicolás Piwonka.





FLORA VASCULAR

SEBASTIÁN TEILLIER

EL DESCUBRIMIENTO

El descubrimiento de Chile, desde el punto de vista de la botánica de las plantas vasculares, está dado a partir de dos fuentes:

- Las colecciones de naturalistas que participan en expediciones de navegantes, destinadas a explorar el Nuevo Mundo y que tenían en el estrecho de Magallanes y las islas del archipiélago Juan Fernández paradas frecuentes con el fin de reparar naves y recuperar a la tripulación de las penurias sufridas en el viaje.
- Los descubrimientos de los españoles que se iban afincando en Chile como parte del proceso de colonización, que se interesaban, a menudo, en las plantas desde el punto de vista de las propiedades medicinales que los indígenas les atribuían.

Al parecer, las primeras colecciones hechas en nuestro país corresponden a George Handisyd, cirujano de la nave *Wellfare*, en 1690. Posteriormente, el sacerdote francés Louis Feuillée, entre 1708 y 1710, colectó y estudió unos 98 especímenes. Algunos de los nombres científicos que propuso fueron validados por Linneo, el padre de la taxonomía. Este, a su vez, describió seis especies chilenas en los libros que sirven de base para la nomenclatura actual de la flora (1753, 1762).

Importantes aproximaciones al conocimiento de la flora austral de Chile realizan las expediciones inglesas de James Cook (1768-1771), quien lleva a bordo, en un primer viaje, a los naturalistas J. Banks y J. Solander, los que en Tierra del Fuego recolectan unas 180 plantas. En una segunda expedición a su mando, participan J. R. Forster y su hijo Georg, quienes contribuyen al conocimiento de la flora de Magallanes.

Entre los españoles o criollos que se interesaron en conocer la flora nativa destaca el sacerdote jesuita Juan Ignacio Molina, considerado el primer botánico chileno. Expulsado de nuestro país, publica en su exilio de Italia en 1782, el "*Saggio sulla storia naturale del Chile*", en el que describe, según las reglas de la nomenclatura botánica de Linneo, numerosas plantas. Hasta hoy, 34 nombres científicos propuestos por el sabio permanecen como válidos.

LAS EXPEDICIONES CIENTÍFICAS

La Colonia

El interés que despierta el Nuevo Mundo entre los gobernantes de Europa los lleva a organizar expediciones destinadas expresamente a la búsqueda de fuentes de recursos naturales. Plantas que sirven de alimento o de especias, plantas industriales, ornamentales y medicinales, están en la mira de los sostenedores de las expediciones.

La expedición más importante es la de los españoles H. Ruiz y J. Pavón, quienes llegan al Perú acompañados por el médico francés J. Dombey. La expedición les ha sido encomendada por el rey Carlos III y está destinada principalmente a encontrar plantas de *Cinchona*, principales proveedoras de la quinina, un medicamento antipirético natural. La expedición arriba a Lima en abril de 1778 y explora por varios años la selva de ese país. En 1781, los naturalistas deciden viajar a Chile, país que hasta ese momento permanecía casi ignoto para la Corona, al que llegan en enero de 1782. En nuestro país colectan primero en los alrededores de Concepción hasta la cordillera de Nacimiento. En abril, viajan a Santiago, por tierra, colectando. En octubre, ya están en Valparaíso y regresan al Perú. Los resultados de la expedición son presentados: "*Flora peruvianae et chilensis prodromus*", "*Sistema vegetabilium florae peruvianae et chilensis*" y "*Flora peruviana et chilensis*", de la que aparecieron sólo tres volúmenes. La contribución de estos botánicos al conocimiento de nuestra flora es una de las más importantes hasta nuestros días. Unos 120 nombres científicos propuestos por ellos permanecen válidos.

En 1789 llega a nuestro país la expedición española a cargo de Malaspina, que trae a los naturalistas Taddaeus Haenke (austriaco) y Luis Neé (francés). Estos visitaron principalmente el norte del país, colectando en las actuales provincias de Coquimbo y Ovalle. Haenke se quedó a vivir en Bolivia y Neé regresó a Europa con las muestras. Las plantas chilenas colectadas por Neé fueron estudiadas por el español Cavanilles y las de Haenke, años más tarde, por el alemán K. Presl.

En 1816 visita las costas de nuestro país una expedición rusa a bordo del barco *Rurik*. El naturalista a cargo de las colecciones es Adelbert von Chamisso, quien, además

de naturalista, es poeta. Realizó colecciones en la costa de Concepción, sus plantas fueron estudiadas por él mismo o por botánicos contemporáneos alemanes. El itinerario de Chamisso incluye la Isla de Pascua, donde colecta dos plantas y la desolada isla Salas y Gómez, de la que posteriormente escribe: "Salas y Gómez emerge de la marejada/ del Pacífico, roca calva y desnuda/ por el abrasante sol vertical quemada/ zócalo sin hierba ni musgo alguno/ que escogieron las aves en bandada/ como refugio en el movido regazo marino".

La República naciente

A pocos años de proclamada la independencia, los viajeros y expedicionarios se multiplican, aumentando sensiblemente los de origen inglés que habían tenido, de algún modo, vedado el territorio mientras pertenecía a la Corona española. Muchos naturalistas de ese país visitan Chile: J. Miers, H. Cuming, J. Macrae, A. Caldcleugh, J. Gillies, A. Cruckshanks y T. Bridges, recorren el país colectando por encargo de instituciones como el Jardín de Kew y la Real Sociedad de Horticultura, interesados en "domesticar" plantas exóticas para fines ornamentales. Sus colecciones servirán, además, a varios botánicos para realizar estudios y describir numerosas nuevas especies para la ciencia. Entre ellos destacan W. J. Hooker y G. Arnott.

El italiano Carlo G. Bertero, es el primero en realizar una colección de plantas de la isla Más a Tierra; además, colectó numeroso material en Chile continental, parte del cual lamentablemente se perdió trágicamente en un naufragio, junto con su colector.

Eduard Poeppig, botánico alemán, realizó numerosas colecciones en Chile, incluso en territorios conflictivos como lo era la cuenca del río Biobío en los tiempos de la "Guerra a Muerte". Poeppig colectó unas 900 plantas entre 1827 y 1829. Muchos de sus hallazgos los publicó él mismo, persistiendo unos 115 nombres entre los propuestos.

Ineludible resulta una mención a la visita del *Beagle*, buque inglés que traía a Ch. Darwin, quien, además de sus observaciones que haría famosas en sus publicaciones, instado por el botánico J. Henslow, colecta y herboriza plantas. Se conocen unos 1.000 números que portan su firma. Sus plantas fueron estudiadas por Hooker, padre e hijo, y Arnott. Algunas de ellas, colectadas en Chile austral, resultaron especies nuevas para la ciencia.

El ciclo de grandes expediciones a Chile austral culmina, en cierto modo, con los viajes y la publicación de la "*Flora Antarctica*" por el naturalista británico John D. Hooker (hijo), donde sintetiza los conocimientos sobre la flora regional hasta la fecha (1844-1847).

La joven República

En 1828 llega a nuestro país el naturalista francés C. Gay. A diferencia de otros expedicionarios, viene contratado por el gobierno de Chile para trabajar como docente. Traba amistad con C. Bertero, quien despierta su interés en el conocimiento de la flora de Chile. En 1830, ofrece al gobierno —personificado en Diego Portales— realizar investigaciones en el ámbito de las ciencias naturales, cuestión que este acepta y ante quien se compromete a realizar un viaje científico por el país.

Entre los años 1830 y 1841, Gay realizó numerosos viajes y colectó una gran cantidad de plantas. Él mismo estudió una parte de ellas, en tanto que el resto las envió al Museo de París, donde al menos ocho colaboradores las estudiaron. El material sirvió de base para la publicación de la parte de botánica de la obra ""Historia Física y Política de Chile", de la que ocho volúmenes se ocupan de la flora de Chile. Es la primera flora integral que se publicará en nuestro país (1845-1854).

Es el fundador del Museo Nacional de Historia Natural que, al momento de partir a Francia, tendría unos 2.000 números, 1.500 colectados por él mismo y el resto por C. Bertero.

En 1851, arriba al país el médico e investigador Rodulfo Amando Philippi. En primera instancia en las faenas del fundo de la familia en la localidad de San Juan, Valdivia, recién abierta a la colonización. En 1853, se hace cargo de las colecciones del Museo Nacional, en Santiago, iniciando una tarea titánica de expediciones de colecta, estudios y publicaciones que realizará hasta los últimos años de su vida.

Existen interesantes publicaciones que describen sus numerosas expediciones. Entre ellas, destaca la destinada a conocer el desierto de Atacama y la parte alta de la provincia de Antofagasta (1853-1854), cuyos resultados publicó en el clásico "Viaje al Desierto de Atacama", en 1860. Sólo en este viaje describió 19 géneros nuevos y 268 especies también nuevas para la ciencia.

Entre 1852 y 1896, publicó unos 127 trabajos, muchos de ellos dedicados a describir nuevas especies de flora vascular.

R. A. Philippi contó con la colaboración de al menos 113 colectores, lo que da una idea del interés que despertó su labor entre los chilenos "ilustrados" de la época. Como una manera de retribuirlos, dedicó nombres de géneros o especies nuevas de plantas a unos veinte de ellos.

Se calcula que unos 38 nombres de géneros y 1.270 de especies de flora vascular propuestos por él aún son aceptados.

Uno de sus más destacados colaboradores, y quien lo sucedería en la dirección del Museo, es su hijo Federico, quien realizó una expedición importante a la provincia de Tarapacá y fue uno de los primeros en describir el fenómeno del "desierto florido". En 1881, publicó un catálogo de la flora de Chile que resumía su conocimiento hasta entonces.

Entre los aportes de R. A. Philippi al desarrollo de la botánica se cuenta, además, la creación del primer jardín botánico en el país, que estaba situado en la Quinta Normal de Santiago y que lamentablemente dejó de existir en la década de 1930.

Karl Reiche, botánico alemán, llega a Chile en 1890 para hacer clases en el liceo de la ciudad de Constitución. En 1896, es llamado por R. A. Philippi para trabajar en el Museo Nacional, siendo nombrado, a su jubilación, como jefe de la sección Botánica.

Reiche había colaborado desde 1885 en una de las obras cumbres de la botánica de la época: "*Die Naturlischen Pflanzenfamilien*" que dirigía el célebre F. Engler, uno de los padres de la botánica moderna.

A partir de 1854, comienza a trabajar en lo que será la segunda flora que se publique en el país. Las entregas que conformarían la publicación se sucedieron entre ese año y 1911, quedando desgraciadamente inconclusa debido a que el autor, por desavenencias con la conducción del Museo, viajó para radicarse a México.

La "Flora de Chile" de K. Reiche es un instrumento de enorme valor para la investigación botánica en nuestro país, siendo una de las publicaciones más consultadas, aun en nuestros días. A diferencia de la flora de Gay, Reiche presenta claves para identificar muestras y no sólo descripciones, constituyéndola así en un material muy didáctico y útil.

Además de la "Flora de Chile", escribió varios estudios taxonómicos y publicó un importante libro sobre la geografía de las plantas de Chile (1907).

Entre los profesores alemanes contratados por el Instituto Pedagógico, durante la presidencia de José Manuel Balmaceda, venía el profesor de ciencias naturales, Federico Johow. Arribó en 1889 y se desempeñó 33 años como profesor de ciencias naturales en dicho instituto.

Su más conocida y apreciada contribución al conocimiento de la flora vascular de Chile la constituye su obra "Estudio sobre la flora de las islas de Juan Fernández", que publicó en 1896. Esta obra es una síntesis del conocimiento que hasta entonces existía sobre la flora de las islas e incluye, además de las descripciones de las especies, interesantes aportes sobre la evolución de la flora y las comunidades vegetales de las islas.

EL SIGLO XX

Durante el siglo XX dos vertientes alimentarán el conocimiento de la flora vascular de Chile, el que ya había echado buenos cimientos gracias a la labor de los naturalistas del siglo anterior.

Los botánicos extranjeros

Karl Skottsberg, fitogeógrafo y sistemático sueco, publicó sus trabajos entre 1900 y 1963. Visitó Chile en repetidas oportunidades como miembro de varias expediciones de ese país. Destinó sus investigaciones al reconocimiento del territorio austral de Chile, a la zona central, al Parque Nacional Fray Jorge y a las islas de Juan Fernández, Pascua y las Desventuradas. Difundió los conocimientos sobre la flora de Chile insular en publicaciones como "The Natural History of Juan Fernández and Easter Island". Contribuyó, además, con innumerables publicaciones sobre la geografía de las plantas del país.

Ivan M. Johnston, botánico norteamericano, llegó a Chile en 1925 para hacer estudios sobre la flora de la costa del Norte Grande, particularmente la de la zona del litoral entre Antofagasta y Chañaral. Llevó a cabo una expedición que acrecentó en mucho el conocimiento de esa zona. La costa de Antofagasta prácticamente no había sido vuelta a estudiar sistemáticamente desde los tiempos de R. A. Philippi. Publicó sus hallazgos en su obra "Papers on the flora of northern Chile". Describió numerosas especies nuevas para la ciencia y le debemos tratamientos aún vigentes sobre *Heliotropium*, *Cryptantha*, *Nolana* y *Astragalus*, entre otros géneros.

Los botánicos argentinos

Una serie de botánicos argentinos han realizado valiosos aportes al conocimiento de familias y géneros de plantas vasculares de Chile. Uno de los más destacados es Ángel L. Cabrera, experto en la familia de las asteráceas (compuestas) quien publicó revisiones de géneros tan importantes como *Senecio*, *Mutisia* y *Chaetanthera*. Las orquídeas fueron estudiadas por Maevia N. Correa, quien a la vez es editora de la "Flora Patagónica", un importante tratado, en varios volúmenes, que incluye numerosas especies presentes también en la Patagonia de nuestro país. Contribuciones importantes han realizado otros especialistas como R. Rosow (escrofulariáceas, *Mizodendron*), C. Boelcke (brassicáceas-crucíferas), O. Crisci (*Leucheria*) y las expertas en gramíneas: E. Nicora y Z. Rúgolo de Agrasar.

Los botánicos chilenos

En 1911, F. Fuentes reemplazó a Reiche en el Museo Nacional de Historia Natural. Con sus investigaciones aportó al conocimiento de la flora de Isla de Pascua. Falleció en un trágico accidente mientras exploraba la provincia de Aisén. El mismo año llega al Museo Nacional el profesor y botánico M. Espinosa, quien realizó numerosas publicaciones y acrecentó las colecciones de plantas vasculares.

Importantes aportes al conocimiento de la flora han realizado otros botánicos chilenos. E. Kausel publicó revisiones de *Escallonia* y mirtáceas. G. Looser publicó unos 170 trabajos sobre botánica y fue un importante difusor del conocimiento de los helechos del país y de Juan Fernández; además fue un gran colector de plantas. Importantes investigadores, docentes, difusores del conocimiento de las plantas y coleccionistas que acrecentaron las colecciones de flora vascular fueron A. Garaventa, H. Gunckel, G. Montero, E. Pisano y M. Ricardi. Un lugar destacado ocupa Carlos Muñoz Pizarro, director en su momento de la sección Botánica del Museo Nacional, quien publicó "Sinopsis de la Flora de Chile", síntesis del conocimiento de la flora vascular, al nivel de géneros, que incluía claves y muy buenas ilustraciones, muchas de ellas realizadas por Eugenio Sierra. También, con ilustraciones excelentes, publicó "Chile: plantas en extinción", un libro que ya en la década de 1960 llamaba la atención sobre un problema que se ha vuelto trágicamente actual. Mención aparte a Otto Zollner, profesor e investigador, extraordinario colector de plantas, que destaca por poseer el más importante herbario privado del país y que, a sus más de 90 años, permanece activo. Finalmente, a Luisa E. Navas le debemos la importante obra "Flora de la cuenca de Santiago". (Sección basada en Marticorena, 1995).

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE LA FLORA VASCULAR

En esta sección trataremos sobre la flora vascular, entendiendo por ella las plantas que poseen estructuras internas para conducir savia (floema) y agua (xilema). Desde el punto



Crinodendron patagua **(Elaeocarpáceas). Especies del género se encuentran en Chile y en las selvas del norte de Argentina y Bolivia.**
Foto: Juan C. Torres-Mura.

de vista sistemático, reúne a las pteridofitas, que comprenden en Chile a psilófitos, licopodios, equisetos y helechos; a las gimnospermas, que incluyen a las coníferas y a las efedras; y a las angiospermas, que reúnen a las plantas que tienen flores y frutos, clasificadas tradicionalmente en dicotiledóneas y monocotiledóneas.

Contexto mundial

Existen estimaciones muy diversas respecto del número de especies de flora vascular a nivel mundial. Para las pteridófitas se estima que serían del orden de las 12.000. Para las gimnospermas y angiospermas unidas, las estimaciones varían entre por lo menos 260.000 (Thorne, 2002) y 422.000 (Govaerts, 2001), en tanto que las gimnospermas solas estarían representadas por unas entre 742 (Mabberley, 1987) y 950 especies (P. Stevens, com. pers.). En términos muy generales, las áreas de mayor riqueza de especies corresponden a las áreas paleo y neotropicales, disminuyendo la riqueza hacia las áreas de altas latitudes.

El sistema de relaciones filogenéticas que comúnmente se expresa en el reconocimiento de géneros, familias, órdenes y taxa superiores, se encuentra actualmente en un importante proceso de modificación debido a la irrupción, a partir de la década de 1990, de la biología molecular y los análisis de parentesco basados en los ácidos nucleicos. En relación con pteridófitas y gimnospermas, se ha establecido que se trata de grupos artificiales integrados por plantas de diverso origen, razón por la que deberían ser reclasificados. A pesar de ello, para facilitar la comprensión, en este trabajo nos seguiremos refiriendo a ellas como grupos. Respecto de las angiospermas, los trabajos moleculares están revolucionando de tal modo las relaciones filogenéticas que hemos conservadoramente mantenido el esquema antiguo con el fin de poder utilizar los datos estadísticos de que se dispone. Al respecto, para estar al tanto de la evolución de las modificaciones, se sugiere visitar el sitio web del Angiosperm Phylogeny Group (APG) (URL: http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html).

Relaciones de la flora vascular de Chile con otras floras del mundo

Al igual que Sudamérica, en general, la flora vascular nativa de Chile presenta una combinación de elementos fitogeográficos, con presencia de familias, géneros y especies de diversos orígenes geográficos.

Las conexiones actuales de flora más evidentes son aquellas con los países vecinos. Con Perú, por ejemplo, se comparten las especies y géneros que crecen en el desierto costero y en el altiplano. La flora de este último se extiende, a su vez, al oeste de Bolivia y al norte de Argentina. Con el mismo país, se comparte flora andina al sur de los 30ºS y muchas especies de los bosques temperados y de la Patagonia.

Un gran contingente de especies y géneros son de origen neotropical; por ello, compartimos muchos géneros con los bosques tropicales de Sudamérica e incluso de América Central. Por ejemplo, géneros como *Cryptocarya*

(lauráceas), *Persea* (lauráceas), *Chusquea* (gramíneas), *Fuchsia* (onagráceas), *Weinmannia* (cunoniáceas), *Calceolaria* (escrofulariáceas), entre otras, dan cuenta de una flora común con esos bosques durante la era Terciaria. Por otra parte, géneros como *Azara* (salicáceas), *Myrceugenia* (mirtáceas), *Crinodendron* (elaeocarpáceas), *Lithrea* (anacardiáceas), *Adesmia* (fabáceas) y *Quillaja* (rosáceas), muestran, en particular, una relación cercana con las floras actuales de Brasil, Argentina y Uruguay, con las que se perdieron las conexiones a medida que se levantaba la cordillera de los Andes entre el Plioceno y el Pleistoceno, desde hace unos 13 millones de años.

Las conexiones con Australia y Nueva Zelanda, que existían mientras el territorio formaba parte de Gondwana, están reflejadas en la presencia de géneros como *Nothofagus* (fagáceas), *Eucryphia* (eucrifiáceas), *Aristotelia* (elaeocarpáceas), *Hebe* (escrofulariáceas), *Luzuriaga* (luzuriagáceas) y *Berberidopsis* (berberidopsidáceas), entre muchas otras. Esta conexión se rompió con la desintegración del macrocontinente y la apertura del paso de Drake, que separó a Chile continental de la Antártica, hace poco menos de 29 millones de años.

Finalmente, existen numerosos géneros y familias que muestran una relación con la flora temperada del hemisferio boreal, migrada principalmente a lo largo de los Andes, donde destacan géneros que han tenido una importante evolución local como *Senecio* (asteráceas), que presenta 220 especies, y muchas endémicas del país, *Astragalus* (fabáceas), *Valeriana* (valerianáceas), *Berberis* (berberidáceas). Una serie de especies y géneros tales como *Larrea* (zigofiláceas), *Madia* (asteráceas), *Clarkia* (onagráceas), *Microseris* (asteráceas) e incluso especies como *Phacelia secunda* (hidrofiláceas), relacionan específicamente los ambientes áridos de Chile con los de Norteamérica.

La diversidad de especies

La flora vascular de Chile reúne aproximadamente entre 5.500 y 6.000 especies, sin incluir subespecies y variedades, entre las que se incluyen entre 650 y 700 plantas alóctonas asilvestradas (Marticorena y Quezada, 1985; Marticorena, 1990).

Si bien el número de especies, comparado con otros países sudamericanos, no es muy alto, el rasgo más destacado de nuestra flora vascular es la presencia de cerca de un 50 por ciento de plantas endémicas de Chile continental e insular, lo que le otorga una marcadísima singularidad. (Marticorena, 1990). Este alto grado de endemismo se debe a una virtual condición de insularidad que posee Chile continental, cuya flora vascular ha estado evolucionando en un marco de aislamiento geográfico conferido principalmente por la presencia del desierto de Atacama, la cordillera de los Andes y el océano Pacífico. El grado de endemismo se incrementa por la presencia de las floras insulares, únicas, de los archipiélagos Juan Fernández y las islas Desventuradas.

Respecto de la flora alóctona asilvestrada, de acuerdo con Matthei (1995), la mayor parte de las especies son de origen euroasiático (60 por ciento) y americano (aproximadamente 33 por ciento). Muchas de ellas, como las zarzamoras del género *Rubus* (rosáceas), la rosa mosqueta, *Rosa rubiginosa* (rosáceas), el aromo, *Acacia dealbata* (fabáceas), el espinillo, *Ulex europaeus* (fabáceas) y la hierba del rocío, *Mesembrianthemum cristallinum* (aizoáceas), entre otras, se han transformado en especies invasoras, que en muchos sectores han desplazado a la flora nativa.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD POR GRUPO SISTEMÁTICO

Diversidad de las pteridofitas

Las pteridofitas chilenas pertenecen a los siguientes grupos taxonómicos, tratados en la literatura de especialidad tanto como divisiones o como clases: los helechos (Pteridophyta o Polypodiophyta), los licopodios, (Lycopodiophyta), las yerbas del platero o colas de caballo (Sphenophyta) y los psilotos (Psilophyta).

Para cada grupo la riqueza de taxa se muestra en el cuadro 1.

La riqueza de familias alcanza a 27, equivalente a un 60 por ciento de las familias del grupo en el mundo. La mayoría de ellas pertenece a las pteridofitas. No hay familias endémi-





***Blechnum magellanicum* (Blechnáceas). Único helecho arbóreo nativo de Chile continental.** Foto: Claudia Márquez.

cas de Chile, ni continental ni insular. Psilotaceae y Vittariaceae no se encuentran sino en Isla de Pascua.

La riqueza de géneros alcanza a unos 57, de los que la mayoría son también pteridofitas. *Thyrsopteris* (dicksoniáceas) e *Hymenoglossum* (himenofiláceas), ambos con una especie cada uno, son endémicos de Juan Fernández y Chile continental respectivamente. Los géneros con mayor número de especies son *Hymenophyllum* (19 especies, himenofiláceas), *Blechnum* (12 especies, blechnáceas), *Asplenium* (10 especies, aspleniáceas), *Cheilanthes* (9 especies, adiantáceas), *Adiantum* (7 especies, adiantáceas), *Polystichium* (7 especies, driopteridáceas).

La riqueza de especies de los tres grupos alcanza a unas 180, entre las que los helechos propiamente tales son la gran mayoría, con unos 165. En relación con la riqueza mundial de pteridofitas, las 180 especies nativas representan un 1,5 por ciento de ellas. En relación con su grado de endemismo, 47 especies lo son del país; de ellas, 17, de Chile continental, 25 de Juan Fernández y 5 de Isla de Pascua. Existe una especie alóctona asilvestrada en Chile continental: *Salvinia auriculata* (salviniáceas).

En Chile continental crecen 114 especies de pteridofitas, de las que un 15 por ciento serían endémicas de este territorio (Rodríguez, 1995). Desde el punto de vista de la representatividad regional, en el altiplano, destacan especies de *Cheilanthes* compartidas con países vecinos. En los oasis de



***Lophosoria quadripinnata* (Dicksoniáceas). Helecho abundante en los bosques temperados del sur de Chile.** Foto: Sebastián Teillier.

INVASIÓN DE PLANTAS EXÓTICAS EN CHILE
Pablo Becerra

Las actividades del hombre han afectado significativamente la composición y estructura de las comunidades naturales de diferentes maneras.

La invasión de especies exóticas es un fenómeno que implica de por sí un cambio en la composición y estructura de las comunidades biológicas, pudiendo, además, afectar significativamente procesos ecológicos y la biodiversidad autóctona, con los consiguientes problemas de conservación.

El proceso de invasión de plantas exóticas comienza con el ingreso, intencional o no, de una especie a un país o ecosistema del cual no es originaria. Si esta especie puede reproducirse y regenerarse en el sector de introducción se la denomina como naturalizada, mientras que si se dispersa a más de 100 metros del sitio de introducción y forma poblaciones permanentes se la denomina invasora (Richardson y otros, 2000).

Los factores que determinan que una especie invada un área natural son aquellos que en primera instancia regulan la inmigración a ésta y, posteriormente, el ambiente biótico y abiótico que afecta la sobrevivencia en ella. Las especies exóticas plantadas en ciudades o zonas rurales comprenderían principalmente el conjunto de especies disponibles para inmigrar a zonas naturales cercanas. Posterior a la inmigración, el hábitat y la cobertura de la vegetación han sido documentados como los atributos del ambiente más relacionados con la invasión de plantas exóticas, de tal manera que ambientes menos estresantes y menores coberturas de la vegetación favorecerían la invasión.

Las plantas exóticas presentes en Chile han sido descritas por Arroyo et al. (2000), y Castro et al. (2005). Matthei (1995) hace una descripción en particular de las malezas de Chile, donde incluye algunas malezas autóctonas de Chile. Teillier et al. (2003) describen las especies alóctonas asilvestradas, leñosas, presentes en Chile. Las plantas exóticas naturalizadas presentes en Chile continental alcanzan a unas 707 especies, equivalentes al 11,6 por ciento de la flora vascular chilena. Principalmente corresponden a las poáceas, asteráceas y fabáceas. La mayoría son hierbas anuales de origen euroasiático. Tienen una amplia variedad de rangos de distribución geográfica en Chile, algunas presentes en sólo una región administrativa, mientras que otras presentes en las 13 regiones del país (*Erodium cicutarium* (geraniáceas), *Medicago sativa* (fabáceas) y *Chenopodium album* (quenopodiáceas). Las hierbas que aparecieron en el país antes del año 1900 tienen un rango de distribución mayor. Las regiones con mayor número de especies son la VIII, V y la Metropolitana.



***Dicksonia externa* (Dicksoniáceas). Helecho arbóreo de la isla Alejandro Selkirk (Juan Fernández).** Foto: ÁlvaroTomé.



***Hymenophyllum* (Himenofiláceas). Uno de los géneros de helechos con más especies en Chile. Habitan los bosques y necesitan de su existencia para sobrevivir.** Foto: Sebastián Teillier.



***Polypodium espinosae* (Polipodiáceas). Una rareza de la flora del litoral del norte de Chile.** Foto: Sebastián Teillier.

neblina del litoral del Norte Grande, en el morro Moreno y en Paposo, crecen *Asplenium fragile* var. *lomense, Polypodium espinosae* (polipodiáceas), dos rarezas de la flora de Chile. En Chile mediterráneo, destaca por su número de especies, *Adiantum*, con *A. gertrudis* y *A. pearcei* como endémicas y, por frecuencia, *Blechnum hastatum* (quilquil) y *Cheilanthes hypoleuca* (doradilla). En los bosques del sur, la riqueza es mucho mayor, destacando, por su tamaño, *Blechnum magellanicum*, único helecho arbóreo de Chile continental y *Lophosoria quadripinnata* (palmilla, ampe) con sus frondas de hasta un metro de longitud. Contrastando con ellos, se encuentran los pequeños y frecuentemente epifitos *Asplenium, Grammitis* y las himenofiláceas *Hymenophyllum, Hymenoglossum* y *Serpyllopsis*.

Las pteridofitas de Juan Fernández alcanzan a unas 53 especies, lo que representa casi un 10 por ciento de la flora vascular de las islas, una alta riqueza si se compara con Chile continental, donde sólo alcanzan a un 2,16 por ciento (Barrera, 1997). Casi un 50 por ciento de ellas son endémicas del archipiélago. Destacan, por su endemismo y tamaño, *Dicksonia berteroana* y *D. externa* (dicksoniáceas), que pueden alcanzar hasta 7 metros de altura. Entre las formas de crecimiento particulares, se encuentra el helecho trepador *Arthropteris altescandens* (oleandráceas).

Para Isla de Pascua se han reportado 16 especies de pteridofitas, de las que cinco son endémicas de la isla. Entre las especies endémicas se cita a *Doodia paschalis* (blechnáceas), *Elaphoglossum skottsbergii* (lomariopsidáceas), *Diplasium fuenzalidae* (woodsiáceas), *Polystichum fuentesii* (driopteridáceas). Destaca, además, *Psilotum nudum* (psilotáceas), miembro de una clase de pteridofitas que no se encuentra ni en Chile continental ni en Juan Fernández.

***Cuadro 1.* Riqueza taxonómica de pteridofitas.**

División	Familias	Géneros	Especies	Especies endémicas	Especies alóctonas
Lycopodiophyta	3	3	9	1	1
Sphenophyta	1	1	2	0	0
Psilophyta	1	1	1	0	0
Pteridophyta	22	52	167	47	0

Fuentes: Marticorena 1985, 1990; Rodríguez 1995.

Hymenophyllum, el género de los helechos más rico en Chile

Los *Hymenophyllum* son conocidos, como "helechos película" por la delgadez de sus hojas (frondas). Se trata de helechos muchas veces estrictamente epifitos, es decir, que crecen obligadamente sobre la corteza de algún árbol y se encuentran siempre bajo la protección del dosel de los bosques, especialmente desde la cuenca del Maule al sur. En el cuadro 2 se muestra la distribución de las especies presentes en Chile. Se observa que existen cuatro especies endémicas, considerando las endémicas de Chile Continental, las de Juan Fernández y las compartidas entre ambos; once compartidas sólo con Argentina y cinco de amplia distribución. Su importante dependencia del bosque ha hecho que muchas de ellas en Chile se consideren entre las especies amenazadas.

Diversidad de las gimnospermas

Las gimnospermas comprenden varios grupos filogenéticos (divisiones) y en conjunto representan unas 14 familias, 82 géneros y 947 especies en el ámbito mundial. En nuestro país, están representadas por dos grupos de plantas: las coníferas propiamente tales (pinofitas), con 9 especies nativas y las gnetofitas con *Ephedra* (efedráceas) como único género, con 7 especies nativas. Una lista de ellas donde se muestra el nombre vulgar, el origen geográfico y la distribución regional en nuestro país se muestra en el cuadro 3. Estas 16 especies nativas representan un 1,6 por ciento de las especies del grupo en el mundo.

Entre las coníferas nativas se encuentran especies de araucariáceas, cupressáceas y podocarpáceas. La familia con más especies es la de las podocarpáceas, con 5 (Rodríguez y Quezada, 1995). Tres géneros de cupressáceas, *Austrocedrus*, *Fitzroya* y *Pilgerodendron* y *Saxe-gothaea* (podocarpáceas), son endémicos del sur de Sudamérica y monotípicos. Dos especies son endémicas de Chile: el mañío de hojas largas,

***Cuadro 2*. Distribución de las especies de *Hymenophyllum* (Pteridophyta, Hymenophyllaceae) en Chile.**

Especies	Endémicas de Chile continental	Endémicas de Juan Fernández	Endémicas de Chile	Compartidas sólo con Argentina	Amplia distribución
Hymenophyllum caudiculatum					*
Hymenophyllum cuneatum			*		
Hymenophyllum darwinii				*	
Hymenophyllum dentatum				*	
Hymenophyllum dicranotrichum	*				
Hymenophyllum falklandicum				*	
Hymenophyllum ferrugineum					*
Hymenophyllum fuciforme	*				
Hymenophyllum krauseanum				*	
Hymenophyllum nahuelhuapiense				*	
Hymenophyllum pectinatum				*	
Hymenophyllum peltatum					*
Hymenophyllum plicatum				*	
Hymenophyllum rugosum		*			
Hymenophyllum secundum				*	
Hymenophyllum seselifolium					*
Hymenophyllum tortuosum				*	
Hymenophyllum tunbridgense					*
Hymenophyllum umbratile				*	
Total de especies	2	1	1	11	5

Fuente: Rodríguez, 1995.

***Cuadro 3*. Lista de las gimnospermas de Chile.**

División y familia	Género	Especie	Nombre vulgar	Origen geográfico	Distribución (Regiones)
PINOPHYTA					
Araucariaceae	*Araucaria*	*araucana*	Araucaria, pehuén	Nativa	VIII-X
Pinaceae	*Pinus*	*radiata*	Pino insigne	Alóctona	V-XI
Cupressaceae	*Austrocedrus*	*chilensis*	Ciprés de la cordillera	Nativa	V-X
	Fitzroya	*cupressoides*	Alerce	Nativa	X
	Pilgerodendron	*uviferum*	Ciprés de las Guaitecas	Nativa	X-XII
Podocarpaceae	*Lepidothamnus*	*fonkii*	Ciprés enano	Nativa	X-XII
	Podocarpus	*nubigena*	Mañío de hojas punzantes	Nativa	IX-XII
	Podocarpus	*saligna*	Mañío de hoja larga	Endémica	VII-X
	Prumnopitys	*andina*	Lleuque, uva de la cordillera	Endémica	VII-X
	Saxe-gothaea	*conspicua*	Mañío hembra	Nativa	VII-XI
GNETOPHYTA					
Ephedraceae	*Ephedra*	*breana*	Pingo-pingo, solupe	Nativa	I-IV
		chilensis	Pingo-pingo, solupe	Nativa	III-IX
		frustillata		Nativa	VII-XII
		gracilis	Pingo-pingo	Endémica	III-RM
		multiflora	Pingo-pingo	Nativa	I-II
		rupestris		Nativa	I-IV
		trifurcata		Endémica	V

Fuente: Matthei,1995; Rodríguez & Quezada,1995.

Distribución regional considera división político-administrativa vigente a la fecha del estudio.



***Ephedra chilensis* (Efedráceas) Gimnosperma de amplia distribuciónen el país.** Foto: Sebastián Teillier.

Podocarpus saligna (podocarpáceas) y el lleuque o uva de la cordillera, *Prumnopitys andina* (podocarpáceas). *Pinus radiata* es la única alóctona asilvestrada, aunque *Pseudotsuga menziesii* (pino de Oregón, pináceas) se encuentra asilvestrada en varias localidades de la IX Región (por ejemplo, en el Parque Nacional Conguillío).

Entre los tipos más destacados de coníferas chilenas se cuentan:

- Los alerces (F*itzroya cupressoides)*, que se encuentran entre los árboles más longevos de la Tierra. Para un individuo, y basándose en el conteo de anillos, se ha estimado una edad de 3.613 años, en la actualidad el segundo árbol más longevo del planeta.
    - El ciprés enano de las turberas (*Lepidothamnus fonkii*), que crece en las cordilleras del sur de Chile*,* es una de las coníferas más pequeñas del mundo, con tallos que rara vez superan los 30 cm de altura.
- El ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) es la conífera que alcanza las latitudes más australes en el planeta.

Entre las gnetófitas, las *Ephedra* presentan en Chile 7 especies (Matthei, 1995). Se trata de arbustos que crecen en una amplia diversidad de ambientes. *E. gracilis* y *E. trifurcata* son endémicas de Chile (véase el cuadro 3).

Las gimnospermas constituyen un grupo bien conocido desde el punto de vista de la sistemática. *Ephedra* es el único que presenta dificultades en la sistemática y determinación de sus especies.

Diversidad de las magnoliófitas (angiospermas)

Riqueza taxonómica

Las angiospermas, a nivel mundial, reúnen a unas 260.000 especies, agrupadas en 13.208 géneros, 442 familias y 56 órdenes (sitio web APG, 2005).

Riqueza y endemismo al nivel de familia

En Chile se encuentran presentes al menos unas 160 familias (Marticorena y Quezada, 1985), las que representarían más de un tercio del número de familias en el mundo.

Las familias más diversas entre las angiospermas en Chile son las asteráceas (compuestas), con más de 930 especies, las poáceas (gramíneas), con unas 560 y las fabáceas (leguminosas), con unas 370. Familias con más de 100 especies son las boragináceas, las cactáceas, las brasicáceas (crucíferas), las malváceas, las oxalidáceas, las escrofulariáceas (*sensu lato*), las solanáceas, las apiáceas (umbelíferas), las violáceas y las ciperáceas.

Dos familias son endémicas del país: las gomortegáceas, representada sólo por *Gomortega keule*, árbol endémico de Chile sur-mediterráneo (VII-IX Región) y las lactoridáceas, por *Lactoris fernandeziana*, endémicas, a su vez, del archipiélago Juan Fernández. Otras familias tienen la categoría de endemismos regionales, ya que son compartidas sólo con países vecinos, tales como las filesiáceas y las aextoxicáceas (con Argentina) y las malesherbiáceas (con Argentina y Perú).

Destaca el nivel del endemismo en familias de dicotiledóneas, como las loasáceas, con un 77 por ciento de especies

endémicas de Chile. Entre las monocotiledóneas, las dioscoreáceas tienen casi un 100 por ciento de endemismo, las amarilidáceas un 85 por ciento, las bromeliáceas un 84 por ciento y las liliáceas un 80 por ciento.

Las asteráceas (compuestas) en Chile

Esta familia se caracteriza por sus flores dispuestas en cabezuelas. Son polinizadas normalmente por insectos, aunque en condiciones de ausencia o escasa presencia de estos, existen especies que son polinizadas por el viento. Respecto de su tremenda riqueza, interpretada como "éxito evolutivo", se atribuye a que las plantas de la familia portan en su interior una sofisticada batería química que las protege con eficiencia de sus predadores. En los últimos años se ha sugerido que el origen filogenético de la familia estaría en Sudamérica.

Las asteráceas en Chile son principalmente arbustos y hierbas perennes. La presencia de dos especies arbóreas, como *Dasyphyllum diacanthoides* y *D. excelsum*, constituye una rareza en la familia.

Es la familia con la mayor riqueza de especies del país, las que superan las 900. Quince géneros son endémicos de Chile continental o insular. Cerca de un 50 por ciento de las especies de Chile continental son endémicas y alrededor de un 10 por ciento de la riqueza está constituida por especies introducidas. *Senecio* y *Haplopappus* destacan por su alto número de especies; el primero, con más de 200, es el género más rico en Chile, y el segundo posee cerca de 60. *Baccharis,* si bien no tiene tantas especies, presenta una distribución geográfica muy amplia y se encuentra en prácticamente todas las comunidades vegetales de Chile continental.

Las cactáceas en Chile

Las cactáceas pertenecen a una familia de difícil clasificación, lo que ha dado lugar a múltiples estudios que arrojan diferentes números de géneros y especies. En Chile, el número de especies es del orden de un centenar. La mayor parte de ellas crecen en el Norte Grande y en el Norte Chico, tanto en la costa como en el interior, decreciendo la riqueza hacia la cordillera de los Andes.

Las cactáceas chilenas ocupan prácticamente todo el espectro de las formas de crecimiento conocidas para la familia. En el grupo de las grandes cactáceas columnares destacan *Browningia candelaris* y *Echinopsis atacamensis*, del Altiplano de Tarapacá y Antofagasta respectivamente; algo menores en tamaño son *Echinopsis chilensis*, el quisco de la zona central, y los copaos y sus parientes pertenecientes a *Eulychnia*, un género prácticamente endémico de nuestro país. Los cactus globulosos, que forman colonias, están magníficamente representados por numerosas *Copiapoa*; aquellos solitarios, por *Eriosyce*; las cactáceas articuladas, por *Opuntia* con artículos redondos (*O. berterii*) o cilíndricos (*O. miquelii*). Un grupo ecológicamente muy interesante son las cactáceas neófitas, que tienen la parte principal de su cuerpo enterrado, como *Neoporteria napina* y *Copiapoa hypogea*. Otro aspecto no menos importante de destacar respecto de las especies de la familia es su alto nivel de amenaza (Belmonte y otros, 1998).



***Viola atropurpurea* (Violáceas). Especie de uno de los grupos más interesantes de *Viola* en Chile, el de las hierbas perennes con las hojas dispuestas en rosetas espiraladas.** Foto: Patricia García.

Las gramíneas en Chile

Las gramíneas pertenecen a una familia con enorme importancia económica, dado que incluyen especies como el trigo, el arroz y el maíz, base de la alimentación mundial.

Son plantas herbáceas aunque, por excepción, presentan especies con tallos duros como las quilas y los coligües (*Chusquea*). Tienen las flores adaptadas para la polinización por viento, de allí que sean morfológicamente muy simples e inaparentes.

En términos generales, por la homogeneidad morfológica de sus partes reproductivas y de su hábito, son especies de difícil clasificación e identificación. Para Chile continental se han descrito unas 560 especies; los géneros más ricos son *Poa, Festuca, Agrostis, Deyeuxia* y *Bromus*. Desde el punto de vista del grado de endemismo, un género (*Gymnanche*) y unas 130 especies son endémicas de Chile continental, en tanto que 151 especies son alóctonas asilvestradas, es decir, comprenden cerca de un 20 por ciento de la flora advena. En las islas de Juan Fernández existen dos géneros endémicos: *Podophorus* y *Megalachne*, y unas 6 especies.

Las gramíneas en nuestro país definen el carácter del paisaje alto-andino y de la Patagonia, donde forman estepas de amplia extensión conocidas con el nombre de pajonales y coironales. En los bosques intervenidos de Chile central y sur, las especies de *Chusquea*, especialmente *Ch. couleu*, *Ch. cumingii* y *Ch. quila*, son muy abundantes.

Dos especies nativas de *Bromus* fueron fuente importante de granos para los mapuche: *Bromus mango*, especie aparentemente extinta y *Bromus berterianus*, hierba anual, muy frecuente en Chile central, de la que se ha perdido el uso.

Finalmente, entre las especies con potencial ornamental, citamos a varias del género *Cortaderia*, conocidas como colas de zorro.

Orquidáceas en Chile

Una de las familias con mayor número de especies, a nivel mundial, es la de las orquídeas, cuyas flores son consideradas entre las más llamativas existentes. Las orquídeas representan uno de los puntos más altos en la adaptación de

las flores a la polinización por insectos y aves. La mayor riqueza de especies de orquídeas se encuentra en los bosques tropicales; sin embargo, presentan una amplia distribución geográfica y ecológica.

Para nuestro país se han descrito unas 50 especies; poco más de la mitad de ellas endémicas. La mayor parte pertenece al género *Chloraea*. Desde el punto de vista geográfico, crecen desde el altiplano de la Región de Arica-Parinacota (*Aa*) hasta la Tierra del Fuego (*Gavilea*), y una especie, *Gavilea insularis,* crece en la isla Alejandro Selkirk.

Las orquídeas nativas son hierbas perennes, terrestres, provistas con raíces tuberosas y, al igual que otras especies de la familia, sus raíces crecen asociadas a hongos que les proveen parte de la alimentación. Si bien no poseen el tamaño ni la apariencia de las orquídeas tropicales, las nativas presentan formas igualmente interesantes y llamativas, especialmente las de *Bipinnula* y *Codonorchis lessoni*. En general, se sabe muy poco acerca de su biología reproductiva y de sus posibilidades de cultivo.

Riqueza y endemismo al nivel de los géneros

Existen unos 970 géneros de angiospermas en Chile, los que representarían cerca de un 7 por ciento de los géneros a nivel mundial. El promedio de especies alcanzaría a unas 5,6 por género.

Aquellos que contienen la mayor riqueza de especies corresponden a *Senecio* (asteráceas-compuestas), con más de 250, *Adesmia* (fabáceas-leguminosas), con cerca de 140, *Oxalis* (oxalidáceas), con más de 120, y el complejo *Eriosyce-Neoporteria* (cactáceas) y *Viola* (violáceas), ambas con cerca de 100 especies. Unos 80 géneros son endémicos del país (véase el cuadro 4). Entre las dicotiledóneas destacan géneros endémicos como *Copiapoa* (cactáceas), en tanto que, entre las monocotiledóneas, los llamativos *Lapageria* (filesiáceas), *Placea* (amarilidáceas), *Conanthera* (tecofiláceas) y *Leucocoryne* (alliáceas).

Géneros importantes desde el punto de vista biogeográfico son: *Malesherbia* (malesherbiáceas), *Nolana* (solanáceas), endémicos de la costa del Pacífico de Chile y Perú, y *Argylia* (bignoniáceas), con algunas especies en Argentina. Disyunciones fitogeográficas interesantes al nivel de género se encuentran entre las especies de *Azara* (Chile/ Bolivia/ Uruguay), *Crinodendron* (Chile/ Argentina/ Bolivia) y *Myrceugenia* (Chile/ Argentina/ Brasil).

Debido a sus relaciones de parentesco con especies que tienen importancia comercial, resulta interesante la presencia en nuestro país de angiospermas nativas de los géneros *Solanum* sección *tuberaria* (emparentadas con *S. tuberosum*, la papa), *Lycopersicon* (*L. esculentum*, el tomate), *Hordeum* (*H. vulgare*, la cebada), *Nicotiana* (*N. tabacum,* el tabaco), *Fragaria chiloensis*, la frutilla, que es uno de los padres de la frutilla cultivada (*Fragaria* x *ananasa*), *Carica* (en Chile se cultivan al menos dos especies del género, la más común *C. candamarcensis*), *Persea lingue* (*P. americana*, el palto), *Pouteria splendens* (se relaciona con *P. lucuma*). Un ejemplo de especie promisoria como frutal es la endémica *Ugni molinae* (murtilla), de la que algunos cultivares han sido recientemente seleccionados y plantados a gran escala en Nueva Zelanda.





***Oxalis gigantea* (Oxalidáceas). Planta y detalle de flor. Endemismo de la costa de las regiones de Atacama y Coquimbo. Única especie del género de porte arbustivo.**
Fotos: Sebastián Teillier.





220 especies le dan al *Senecio* la categoría del género más diverso en Chile.
Arriba: *Senecio cerberoanus* (Asteráceas). Foto: Sebastián Teillier. **Abajo: *Senecio crithmoides* (Asteráceas).** Foto: Patricia García.



***Solanum chilense* (Solanáceas). Una de las especies emparentadas con el tomate (*Solanum lycopersicum*).** Foto: Patricia García.











1. *Browningia candelaris* (Cactáceas). Especie nativa de la pre-puna del Altiplano de la Región de Arica-Parinacota. Foto: Claudia Márquez.
2. *Echinopsis atacamensis* (Cactáceas). Especie nativa. Característica de la pre-puna de la Región de Antofagasta.
Foto: Sebastián Teillier.
3. *Copiapoa cinerea* (Cactáceas). Género endémico de Chile. La especie es abundante en la costa de Taltal. Foto: Patricia García.
4. *Copiapoa solaris* (Cactáceas). Endemismo restringido a la cordillera de la Costa un poco al sur de Antofagasta.
Foto: SebastiánTeillier.
5. *Neoporteria napina* (Cactáceas). Planta con la parte principal del cuerpo enterrada y la superficie homocromática.
Foto: SebastiánTeillier.

Numerosas angiospermas nativas de Chile ya son parte del acervo de plantas ornamentales del mundo: entre ellas figuran *Fuchsia magellanica* (chilco), *Azara* spp. (lilenes), *Eucryphia glutinosa* (guindo santo), *Calceolaria* spp. (capachitos y topas-topas) y varios *Berberis* (michayes y calafates), *Schizanthus* (maripositas) y *Alstroemeria* (liutos).

Existe, sin embargo, una gran cantidad de géneros con especies promisorias cuya "domesticación" no ha sido abordada, como *Malesherbia* (malesherbiáceas), *Argylia* (bignoniáceas), *Tropaeolum* (tropaeoláceas), *Calceolaria* (escrofulariáceas), entre las Dicotiledóneas, *Placea* y el complejo *Phycella-Rhodophiala* (amarilidáceas) y *Sisyrinchium* (iridáceas), entre las Monocotiledóneas.

Riqueza y endemismo al nivel de las especies

En Chile continental e insular crecen unas 5.500 especies, sin considerar subespecies y variedades, de angiospermas, lo que representa un poco más de un 2 por ciento de las especies del planeta. Unas 4.250 angiospermas son dicotiledóneas y cerca de 1.250, monocotiledóneas. Unas 2.770 especies son endémicas de Chile continental e insular y entre 650 y 700, alóctonas asilvestradas. Este grado de endemismo es muy alto para un área continental.

Cuadro 4. **Géneros de angiospermas endémicos de Chile.**

División	Género	Familia	Área de endemismo
Pteridophyta	*Thyrsopteris*	Dicksoniaceae	Juan Fernández
Pteridophyta	*Hymenoglossum*	Hymenophyllaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Erinna*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Garaventia*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Gethyum*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Gilliesia*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Leucocoryne*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Speea*	Alliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Leontochir*	Alstroemeriaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Placea*	Amaryllidaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Traubia*	Amaryllidaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Homalocarpus*	Apiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Juania*	Arecaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Jubaea*	Arecaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Acrisione*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Calopappus*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Centaurodendron*	Asteraceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Dendroseris*	Asteraceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Gypothamnium*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Leptocarpha*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Lycapsus*	Asteraceae	Desventuradas
Magnoliophyta	*Marticorenia*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Moscharia*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Oxyphyllum*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Pleocarphus*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Podanthus*	Asteraceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Robinsonia*	Asteraceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Thamnoseris*	Asteraceae	Desventuradas
Magnoliophyta	*Yunquea*	Asteraceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Nesocaryon*	Boraginaceae	Desventuradas
Magnoliophyta	*Selkirlia*	Boraginaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Agallis*	Brassicaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Hollermayera*	Brassicaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Ivania*	Brassicaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Fascicularia*	Bromeliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Ochagavia*	Bromeliaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Copiapoa*	Cactaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Eriosyce*	Cactaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Cyphocarpus*	Campanulaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Microphyes*	Caryophyllaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Sanctambrosia*	Caryophyllaceae	Desventuradas
Magnoliophyta	*Epipetrum*	Dioscoreaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Valdivia*	Escalloniaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Adenopeltis*	Euphorbiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Avellanita*	Euphorbiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Francoa*	Francoaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Tetilla*	Francoaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Sarmienta*	Gesneriaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Gomortega*	Gomortegaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Calydorea*	Iridaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Lactoris*	Lactoridaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Cuminia*	Lamiaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Lardizabala*	Lardizabalaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Trichopetalum*	Laxmanniaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Scyphantus*	Loasaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Desmaria*	Loranthaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Notanthera*	Loranthaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Dinemagonum*	Malpighiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Dinemandra*	Malpighiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Peumus*	Monimiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Legrandia*	Myrtaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Lapageria*	Philesiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Anisomeria*	Phytolaccaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Ercilla*	Phytolaccaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Gymnanche*	Poaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Megalachne*	Poaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Podophorus*	Poaceae	Juan Fernández
Magnoliophyta	*Trevoa*	Rhamnaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Pitavia*	Rutaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Llagunoa*	Sapindaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Latua*	Solanaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Phrodus*	Solanaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Vestia*	Solanaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Conanthera*	Tecophilaeaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Tecophilaea*	Tecophilaeaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Zephyra*	Tecophilaeaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Araeoandra*	Vivianiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Cissarobryon*	Vivianiaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Metharme*	Zygophyllaceae	Chile continental
Magnoliophyta	*Pintoa*	Zygophyllaceae	Chile continental

Fuente: Marticorena,1990.



Fuchsia magellanica **(Onagráceas). Especie muy conocida en jardinería. Ha dado origen a numerosos híbridos ornamentales.**
Foto: Claudia Márquez.

Diversidad regional de la flora vascular: Chile continental e insular

Para este análisis se consideran las pteridofitas, las gimnospermas y las angiospermas.

Chile continental

Sólo tres regiones administrativas del país tienen catálogos relativamente completos publicados: Antofagasta (II), Coquimbo (IV) y la Duodécima. Existe, además, una memoria sobre la flora de Tarapacá (I). En el cuadro 5 se muestran las riquezas comparativas de las regiones para las que se encontró información publicada.

Cuadro 5. **Riqueza regional de la flora vascular de Chile.***

Región política	SPP	NE	ECh	AA	Familias principales	Fuente
I*	750-800	660-710	?	93	Asteráceas, poáceas, fabáceas	Gajardo, 1997
II	1056	949	422	107	Asteráceas, poáceas, fabáceas	Marticorena y otros, 1998
IV	1722	1478	791	244	Asteráceas, poáceas, fabáceas	Marticorena y otros, 2001
XII	910	776	?	134	Poáceas, asteráceas, ciperáceas	Henríquez y otros, 1995

SPP: Número de especies (no incluye subespecies y variedades). NE: número de nativas y endémicas de Chile. ECh: Endémicas de Chile. AA: Alóctonas asilvestradas.
* No considera la reciente creación de la XV Región de Arica y Parinacota, en 2007, subdivisión de la I Región de Tarapacá.

Chile insular

Archipiélago Juan Fernández

(con la colaboración de Gloria Rojas)

Según Marticorena y otros (1998), la flora vascular del archipiélago Juan Fernández está constituida por 423 especies, distribuidas en 83 familias y 246 géneros. De estas, 55 son pteridofitas; 289, dicotiledóneas; y 79, monocotiledóneas. Un 31,2 por ciento de las especies son endémicas de las islas, 18,7 por ciento, nativas y 50,1 por ciento introducidas (véase el cuadro 6).

Los elementos fitogeográficos de tipo antártico representan la mayor parte de la flora, con un 60 por ciento; los neotropical-andino, cuyas especies se encuentran también en Chile continental o América del Sur, poseen también un número importante de especies (Skottsberg, 1953).

Se estima que Robinson Crusoe ha sufrido fuertes alteraciones ecológicas por el impacto de una mayor pérdida de área superficial para la flora endémica, como resultado de la llegada de especies invasoras.

Respecto de Alejandro Selkirk, la isla más joven, se afirma que la colonización de especies desde el continente representa un porcentaje muy bajo (0,33 especies). Las aves han contribuido a la dispersión de 25 especies desde Robinson Crusoe y otras 8 especies han llegado vía vientos o corrientes.

Cuadro 6. **Origen geográfico de la flora del archipiélago Juan Fernández.**

	Pteridófitas	Dicotiledóneas	Monocotiledóneas	Total	%
Especies endémicas	26	92	14	132	31,2
Especies nativas	29	25	25	79	18,7
Especies aloctónas	0	172	40	212	50,1
Total	55	289	79	423	100
%	13	68,3	18,7	100	

Análisis de la flora vascular

Es muy amplia la literatura que da cuenta de la diversidad de la flora del archipiélago; sin embargo, aquí se muestra exclusivamente la flora endémica con el fin de realzar su importancia. En el cuadro 7 se muestran las especies endémicas extraídas (Marticorena et al. 1998). Se aprecia que el mayor número de endemismos corresponde a las angiospermas y dicotiledóneas.

Entre las angiospermas endémicas sobresalen varias asteráceas, que en las islas tienen generalmente talla arbórea, con aspecto de palmeras. El aspecto se lo confiere un tallo grueso que soporta las hojas en el extremo; algunos poseen un tallo similar, pero ramificado, portando las hojas en su extremo, a modo de roseta. Resulta interesante que este aspecto lo presentan, además, especies de otras familias no relacionadas, como varios *Eryngium* (apiáceas) y *Plantago fernandezia* (plantagináceas). Por otro lado, helechos, tales como *Blechnum cycadifolium, Dicksonia berteroana*, *D. externa* y*Thyrsopteris elegans,* tienen formas similares, con tamaños arborescentes.

En el cuadro 8 se muestran las familias que tienen especies propias del archipiélago, con el número de géneros y el número total de especies de la familia. Se observa que 11 familias de pteridofitas, seis de monocotiledóneas y 31 de dicotiledóneas poseen especies endémicas para las tres islas o para cada una de ellas. Existen 24 familias entre helechos y angiospermas con un género y especies endémicas registradas en una o más islas; hay siete géneros con dos especies endémicas, una en cada isla, *Dicksonia*, *Megalastrum*, *Berberis, Haloragis, Myrceugenia, Sophora* y *Fagara*. Estos dos casos de especiación se atribuyen a su aislamiento geográfico.

***Cuadro 7*. Especies endémicas del archipiélago Juan Fernández.**

	Familia	Nombre científico		Familia	Nombre científico
D	Apiaceae	*Apium fernandezianum*	D	Piperaceae	*Peperomia margiritifera var. margiritifera*
D	Apiaceae	*Eryngium bupleuroides*	D	Piperaceae	*Peperomia margiritifera var. umbraticola*
D	Apiaceae	*Eryngium fernandezianum*	D	Piperaceae	*Peperomia berteroana subsp. berteroana*
D	Apiaceae	*Eryngium inaccesum*	D	Piperaceae	*Peperomia fernandeziana f. fernandeziana*
D	Apiaceae	*Eryngium sarcophyllum*	D	Piperaceae	*Peperomia fernandeziana f. oblongifolia*
D	Asteraceae	*Centaurodendron dracaenoides*	D	Piperaceae	*Peperomia skottsbergii*
D	Asteraceae	*Centaurodendron palmiforme*	D	Plantaginaceae	*Plantago fernandezia*
D	Asteraceae	*Dendroseris berteroana*	D	Ranunculaceae	*Ranunculus caprarum*
D	Asteraceae	*Dendroseris gigantea*	D	Rhamnaceae	*Colletia spartioides*
D	Asteraceae	*Dendroseris litoralis*	D	Rosaceae	*Acaena masafuerana*
D	Asteraceae	*Dendroseris macrantha*	D	Rosaceae	*Margyricaena skottsbergii*
D	Asteraceae	*Dendroseris macrophylla*	D	Rosaceae	*Margyricarpus digynus*
D	Asteraceae	*Dendroseris marginata*	D	Rubiaceae	*Coprosma oliveri*
D	Asteraceae	*Dendroseris micrantha*	D	Rubiaceae	*Coprosma pyrifolia*
D	Asteraceae	*Dendroseris neriifolia*	D	Rubiaceae	*Galium masafueranum*
D	Asteraceae	*Dendroseris pinnata*	D	Rutaceae	*Fagara externa*
D	Asteraceae	*Dendroseris pruinata*	D	Rutaceae	*Fagara mayu*
D	Asteraceae	*Dendroseris regia*	D	Santalaceae	*Santalum fernandezianum*
D	Asteraceae	*Erigeron ingae*	D	Scrophulariaceae	*Euphrasia formosissima*
D	Asteraceae	*Erigeron luteoviridis*	D	Solanaceae	*Nicotiana cordifolia*
D	Asteraceae	*Erigeron rupicola*	D	Solanaceae	*Solanum fernandezianum*
D	Asteraceae	*Gamochaeta fernandeziana*	D	Urticaceae	*Boehmeria excelsa*
D	Asteraceae	*Robinsonia berteroi*	D	Urticaceae	*Urtica glomeruliflora*
D	Asteraceae	*Robinsonia evenia*	D	Urticaceae	*Urtica masafuerae*
D	Asteraceae	*Robinsonia gayana*	D	Verbenaceae	*Rhaphithamnus venustus*
D	Asteraceae	*Robinsonia gracilis*	D	Winteraceae	*Drimys confertifolia*
D	Asteraceae	*Robinsonia macrocephala*	M	Arecaceae	*Juania australis*
D	Asteraceae	*Robinsonia masafuerana*	M	Bromeliaceae	*Greigia berteroi*
D	Asteraceae	*Robinsonia thurifera*	M	Cyperaceae	*Carex berteroniana*
D	Asteraceae	*Yunquea tenzii*	M	Cyperaceae	*Machaerina scirpoidea*
D	Berberidaceae	*Berberis corymbosa*	M	Cyperaceae	*Uncinia costata*
D	Berberidaceae	*Berberis masafuerana*	M	Cyperaceae	*Uncinia douglasii*
D	Boraginaceae	*Selkirkia berteroi*	M	Juncaceae	*Luzula masafuerana*
D	Brassicaceae	*Cardamine kruesselii*	M	Orchidaceae	*Gavilea insularis*
D	Campanulaceae	*Wahlenbergia berteroi*	M	Poaceae	*Agrostis masafuerana*
D	Campanulaceae	*Wahlenbergia fernandeziana*	M	Poaceae	*Chusquea fernandeziana*
D	Campanulaceae	*Wahlenbergia grahamiae*	M	Poaceae	*Megalachne berteroniana*
D	Campanulaceae	*Wahlenbergia masafuerae*	M	Poaceae	*Megalachne masafuerana*
D	Campanulaceae	*Wahlenbergia tuberosa*	M	Poaceae	*Podophorus bromoides*
D	Caryophyllaceae	*Spergularia confertiflora var. confertiflora*	P	Adiantaceae	*Notholaena chilensis*
D	Caryophyllaceae	*Spergularia confertiflora var. polyphylla*	P	Aspleniaceae	*Asplenium macrosorum*
D	Caryophyllaceae	*Spergularia masafuerana*	P	Aspleniaceae	*Asplenium stellatum*
D	Chenopodiaceae	*Chenopodium crusoeanum*	P	Blechnaceae	*Blechnum cycadifolium*
D	Chenopodiaceae	*Chenopodium nesodendron*	P	Blechnaceae	*Blechnum longicauda*
D	Chenopodiaceae	*Chenopodium sanctaeclarae*	P	Blechnaceae	*Blechnum mochaenum*
D	Ericaceae	*Pernettya rigida*	P	Blechnaceae	*Blechnum schottii*
D	Escalloniaceae	*Escallonia callcottiae*			
D	Euphorbiaceae	*Dysopsis hirsuta*	P	Dicksionaceae	*Dicksonia berteroana*
D	Gunneraceae	*Gunnera bracteata*	P	Dicksoniaceae	*Thyrsopteris elegans*
D	Gunneraceae	*Gunnera bracteata x peltata*	P	Dryopteridaceae	*Megalastrum inaqualifolium var glabrior*
D	Gunneraceae	*Gunnera glabra*	P	Dryopteridaceae	*Megalastrum inaqualifolium var inaqualifolium*
D	Gunneraceae	*Gunnera masafuerae*	P	Dryopteridaceae	*Polystichum tetragonum*

	Familia	Nombre científico		Familia	Nombre científico
D	Gunneraceae	*Gunnera peltata*	P	Dryopteridaceae	*Rumohra berteroana*
D	Haloragaceae	*Haloragis masafuerana var. asperrima*	P	Gleicheniaceae	*Gleichenia lepidota*
D	Haloragaceae	*Haloragis masafuerana var. masafuerana*	P	Hymenophyllaceae	*Hymenophyllum cuneatum var rariforme*
D	Haloragaceae	*Haloragis masatierrana*	P	Hymenophyllaceae	*Hymenophyllum rugosum*
D	Labiatae	*Cuminia eriantha var. eriantha*	P	Hymenophyllaceae	*Serpyllopsis caespitosa*
D	Labiatae	*Cuminia eriantha var. fernandezia*	P	Hymenophyllaceae	*Trichomanes ingae*
D	Lactoridaceae	*Lactoris fernandeziana*	P	Hymenophyllaceae	*Trichomanes philippianum*
D	Myrtaceae	*Myrceugenia fernandeziana*	P	Oleandraceae	*Arthropteris altescandens*
D	Myrtaceae	*Myrceugenia schulzei*	P	Ophioglossaceae	*Ophioglossum fernandezianum*
D	Myrtaceae	*Ugni selkirki*	P	Polypodiaceae	*Polypodium intermedium subsp. intermedium*
D	Papilionaceae	*Sophora fernandeziana var. fernandeziana*	P	Polypodiaceae	*Polypodium intermedium subsp. masafueranum*
D	Papilionaceae	*Sophora fernandeziana var. reedeana*	P	Pteridaceae	*Pteris berteroana*
D	Papilionaceae	*Sophora masafuerana*			

Fuente Marticorena et al. 1998.



***Loasa tricolor* (Loasáceas). Pertenece a una de las familias con más especies endémicas de Chile.** Foto: Margarita Reyes.

Existen otros géneros con tres o más especies en los que existiría especiación en la misma isla, atribuida a aislamiento ecológico. Las asteráceas arbóreas son un ejemplo de esto: *Dendroseris litoralis* es una especie costera y *D. marginata* vive a mayor altitud.

Dendroseris es el género con mayor número de especies (11): 8 en Robinson Crusoe y 3 en Selkirk; lo siguen, *Robinsonia*, con 7 especies, 6 en Robinson Crusoe y 1 en Selkirk; y *Erigeron*, con 4 especies, todas asteráceas.

Finalmente, existe un importante número de especies alóctonas asilvestradas (advenas), como *Aristotelia chilensis, Rubus ulmifolius* y *Ugni molinae,* que se han vuelto invasoras y han reducido el hábitat original de las especies endémicas, relegándolas a sectores más inaccesibles para el hombre y disminuyendo drásticamente su número de individuos.

Islas Desventuradas

Según Marticorena (1990), Hoffmann y Teillier (1991) y Teillier y Vilina (2001), la flora vascular de las islas Desventuradas está formada por 33 especies y dos variedades: tres son nativas; 20, endémicas; y 10, alóctonas asilvestradas.

El rasgo más llamativo de la flora es su alto grado de endemismo. En efecto, 20 de los 23 taxa nativos son endémicos de las islas. En la isla San Ambrosio, el 45 por ciento de los taxa son, además, endémicos de esa isla; sin embargo, en San Félix, esta cifra sólo alcanza a un 10,5 por ciento.

La isla San Ambrosio posee 24 taxa, de los que un 13,6 por ciento son alóctonos. San Félix cuenta con 20, 42 por ciento de ellos alóctonos. Si se considera sólo a las especies nativas, el índice de similitud de Sohrensen para ambas islas alcanza a 64 por ciento; ocho taxa se encuentran en ambas islas.

Resulta muy interesante para el análisis de la diversidad de la flora la existencia de cuatro géneros endémicos, monotípicos: *Lycapsus* (asteráceas-Heliantheae), presente en ambas islas, *Nesocaryum* (borragináceas, relacionada con *Heliotropium*), endémico de San Ambrosio, *Sanctambrosia* (cariofiláceas-Paronychioideae), un arbusto endémico de San Ambrosio, y *Thamnoseris* (asteráceas-Cichoroideae), un

Cuadro 8. **Número de géneros que tienen especies endémicas de las islas y total de especies endémicas de cada familia.**

Pteridófitas			Angiospermas		
Familia	**Nº géneros**	**Nº especies**	**Dicotiledóneas**	**Nº géneros**	**Nº especies**
			Apiaceae	2	5
Adiantaceae	1	1	Asteraceae	5	26
Aspleniaceae	1	2	Berberidaceae	1	2
Blechnaceae	1	4	Boraginaceae	1	1
Dicksoniaceae	2	3	Brassicaceae	1	1
Dryopteridaceae	3	3	Campanulaceae	1	5
Gleicheniaceae	1	1	Caryophyllaceae	1	3
Hymenophyllaceae	3	5	Chenopodiaceae	1	3
Oleandraceae	1	1	Ericaceae	1	1
Ophioglossaceae	1	1	Escalloniaceae	1	1
Polypodiaceae	1	1	Euphorbiaceae	1	1
Pteridaceae	1	1	Gunneraceae	1	4
			Haloragaceae	1	2
			Lamiaceae	1	2
Angiospermas			Lactoridaceae	1	1
Monocotiledóneas			Myrtaceae	2	3
Familia	**Nº géneros**	**Nº especies**	Papilionatae	1	3
Arecaceae	1	1	Piperaceae	1	4
Bromeliaceae	1	1	Plantaginaceae	1	1
Cyperaceae	3	4	Ranunculaceae	1	1
Juncaceae	1	1	Rhamnaceae	1	1
Orchidaceae	1	1	Rosaceae	3	3
Poaceae	4	5	Rubiaceae	2	3
			Rutaceae	1	2
			Salicaceae	1	1
			Scrophulariaceae	1	1
			Solanaceae	2	2
			Urticaceae	2	3
			Verbenaceae	1	1
			Winteraceae	1	1

árbol paquicaule emparentado con *Dendroseris*, un género endémico de las islas de Juan Fernández, presente en ambas islas, pero en San Félix como *T. lacerata* fma. *lobata*.

En cuanto a las relaciones fitogeográficas de la flora de las islas, de las especies que no son endémicas, un importante grupo crece en las costas del Pacífico en el sur de Perú y



Fragaria chiloensis **(Rosáceas) Una de las especies parentales de las frutillas cultivadas del mundo.** Foto: Sebastián Teillier.



Quillaja saponaria **(Rosáceas) El género tiene dos especies, una en Chile y la otra en Brasil, reflejo de antiguas conexiones entre sus floras.** Foto: Juan C. Torres-Mura.

en el norte de Chile: *Solanum brachyantherum* (solanáceas), *Eragrostis peruviana* (poáceas) y *Tetragonia macrocarpa* (aizoáceas). Es notable la ausencia del género *Nolana* (Solanaceae), muy rico en especies en la costa del norte de Chile y sur del Perú. *Spergularia confertiflora* (cariofiláceas) es un endemismo compartido con las islas de Juan Fernández. Un aspecto muy singular es la presencia de *Maireana brevifolia* (quenopodiáceas), una especie australiana, conocida sólo en San Félix.

Isla de Pascua

La flora de angiospermas está formada por unas 170 especies, de las que cuatro son endémicas de la isla: las poáceas (gramíneas): *Axonopus paschalis*, *Danthonia paschalis* y, probablemente, *Paspalum forsterianum* y la fabácea (leguminosae), *Sophora toromiro,* que se encuentra actualmente extinta en la isla. Veinticinco especies son nativas y 141 alóctonas asilvestradas o en proceso de asilvestrarse. De acuerdo con estos datos, se observa que el número de especies nativas y endémicas es superado ampliamente por el de alóctonas asilvestradas, lo que da cuenta del actual grado de deterioro de la flora nativa.

La familia más rica es la de las gramíneas, que, de acuerdo a la información disponible, es también la más abundante y define el tipo de paisaje silvestre de la isla. Comprende nueve especies nativas, es decir, cerca de un 30 por ciento de ellas y 34 alóctonas. Le siguen en tamaño las asteráceas, con 18 especies, pero ninguna nativa y las leguminosas, con 17 especies, de las que sólo dos son nativas. Entre las familias, es notable que todas las ciperáceas de la isla sean nativas.

Desde un punto de vista de las relaciones fitogeográficas de las especies nativas, un 70 por ciento se consideran como elementos de la flora paleotropicales, cuatro, circumpolares, que incluyen las endémicas *Sophora toromiro* (fabáceas) y *Danthonia paschalis,* y 16 por ciento de elementos neotropicales (Zizka, 1991).

La diversidad de plantas vasculares al nivel de las ecorregiones principales de Chile continental

Para este análisis se consideran las pteridofitas, las gimnospermas y las angiospermas.

Ecorregión del desierto con lluvias de invierno

No existen estudios publicados que den una información completa sobre la flora de la ecorregión. Existen publicaciones referidas a algunos sectores que pueden servir como indicadores de riqueza y endemismos locales.

La flora en el norte de la ecorregión, entre Arica y Chañaral, se concentra en el sector del litoral, especialmente donde la cordillera de la Costa logra crear oasis de neblina. Las áreas más notables donde se produce el fenómeno son los cerros detrás de Iquique, en la I Región, los cerros y quebradas de Tocopilla y Cobija, el morro Moreno (Antofagasta), las localidades de Miguel Díaz y Paposo y los cerros de Taltal, en la II Región. En la Región de Atacama destacan el Parque Nacional Pan de Azúcar, las quebradas entre Chañaral y Caldera y el morro de Copiapó. En el sector sur de la ecorregión, a la flora del litoral se suma la del interior,



***Gypothamnium pinifolium* (Asteráceas). Arbusto endémico del desierto costero del norte de Chile. Género monotípico.**
Foto: Sebastián Teillier.

especialmente la de la Depresión Intermedia, entre Copiapó y Vallenar, donde se produce el notable fenómeno del "desierto florido" (Región fitogeográfica del Desierto Florido, *sensu* Fajardo, 1994).

Si bien no existen datos exactos sobre el tema, es probable que sea una región de alto endemismo, incluso mayor que 50 por ciento.

Las más altas riquezas, al nivel de familias, las registran las asteráceas y las solanáceas, especialmente las especies de *Nolana*. También son importantes las cactáceas y las portulacáceas, entre ellas, las especies de *Cistanthe*.

I. M. Johnston (1929) estudió la flora del litoral del Norte Grande entre caleta El Cobre (II) y la costa de Chañaral (III). En su trabajo registra 394 especies, afirmando que al menos un tercio de ellas (145) corresponderían a endemismos locales y cerca de la mitad a especies que no cruzan el valle del río Copiapó hacia el sur ni Tocopilla hacia el norte. También destaca la presencia de cuatro géneros endémicos del sector: *Werdermannia* (crucíferas), *Domeykoa* (apiáceas), y las asteráceas *Gypothamnium* y *Oxyphyllum*. En la misma publicación da cuenta del registro de 117 especies para el litoral entre Iquique y Antofagasta, con 23 plantas estrictamente de la franja de litoral estudiada.

Rundel y otros (1996), en un estudio sobre el Parque Nacional Pan de Azúcar, dan cuenta de una riqueza de 207

especies de plantas vasculares. Seis especies resultan ser endémicas del área: *Domeykoa perennis* (apiáceas), *Cryptantha argentea* y *C. romanii* (borragináceas), *Spergularia cremnophila* (cariofiláceas), *Linux cremnophilum* (lináceas) y *Cristaria fuentesiana* (malváceas).

Finalmente Marticorena y otros (1998) establecen la distribución de especies de la II Región, con base en cuadrículas de 30 x 30 grados de longitud y latitud. En las cuadrículas correspondientes a las áreas costeras se observan riquezas que van desde una decena de especies en el norte de la Región hasta sobre 300 en las cuadrículas de Paposo y Taltal. En las cuadrículas inmediatamente al interior del litoral, la riqueza varía entre 0 y 23 especies.

Para la flora de la parte sur de la ecorregión, entre Chañaral y el río Elqui, la información es escasa. No existen catastros publicados sobre la flora del desierto costero (Caldera-Huasco) o del interior (Diego de Almagro-Vallenar). Hacia el límite sur de la ecorregión, se dispone de información registrada por Squeo et al. (2001), donde se informa de la presencia de unas 200 spp. en el interior y 320 en el litoral de la comuna de La Higuera (IV Región, provincia de Elqui).

Ecorregión del Altiplano

La flora del altiplano chileno ha sido abordada en varios estudios, pero no existe un trabajo de síntesis. El altiplano de Tarapacá es el más rico en especies debido al mayor aporte de precipitaciones que recibe el sector. Al parecer, sectores como Chapiquiña y Socoroma presentan una importante riqueza de especies. Se ha mostrado que la riqueza aumenta con la altitud hasta el piso ecológico llamado Puna, para disminuir hacia las cumbres andinas. La riqueza disminuye hacia el sur, hasta la desaparición de la ecorregión a la latitud de Taltal-Chañaral.

Arroyo et al. (1982), en un transecto en la latitud de 18-19ºS, registraron unas 300 especies de plantas, en un gradiente de altitud entre 1.500 y 5.000 metros. Llama la atención la presencia de 40 especies alóctonas asilvestradas, más de un 10 por ciento de la flora. Los géneros más representativos son *Parastrephia, Werneria, Helogyne, Chersodoma y Lophopappus*, entre las asteráceas, además de *Pycnophyllum* (cariofiláceas) y *Nototriche* (malváceas). La mayor parte de las especies son compartidas con Perú y Bolivia; sin embargo, algunas especies endémicas de Chile crecen en el llamado margen desértico de la ecorregión, situado entre los 1.500 y 3.500 metros.

Teillier (1998) registra 97 especies de plantas vasculares en el área del sur del altiplano de Tarapacá (salar de Coposa-Collaguasi, 20-21ºS), en un gradiente que va de los 3.800 a 4.700 metros. Se encontraron 7 especies endémicas de Chile: *Adesmia polyphylla* (fabáceas, endemismo local), *Caiophora rahmeri* (loasáceas), *Fabiana squamata* (solanáceas), *Junellia tridactyla* (verbenáceas), *Nototriche stipularis* (malváceas), *Trichocline deserticola* (asteráceas) y *Werneria glaberrima* (asteráceas), pero ninguna alóctona asilvestrada.

Finalmente, se conoce la flora del Parque Nacional Llullaillaco, la que ha sido objeto de tres publicaciones: Arroyo y otros (1998), Luebert y Gajardo (1999) y Marticorena et al. (2004). Este Parque Nacional se encuentra ubicado climáticamente en una región extremadamente árida, en la transición entre las lluvias de verano e invierno, pero con una pluviometría que presenta grandes variaciones interanuales. La flora vascular registrada en un gradiente de entre 3.500 y 5.000 metros alcanza a 126 especies. Destaca la presencia de cerca de 20 especies endémicas de Chile, un alto nivel en comparación con la parte norte del Altiplano, entre las que se cita a *Deyeuxia robusta* (poáceas), *Menonvillea frigida* (brasicáceas), endémicas del Parque, y *Polyachyrus carduoides* (asteráceas) y *Tarasa pediculata* (malváceas), endemismos regionales.

Ecorregión andina

No existe un estudio integral de la flora andina de Chile. Hoffmann et al. (1998) publicaron un libro donde se presenta iconografía y descripciones morfológicas de algunas de las especies que crecen en los Andes entre el Norte Chico y la Patagonia. Para tratar el estado del conocimiento de la flora andina se la ha dividido en las siguientes secciones:

Los Andes desérticos. Correspondería aproximadamente a la sección ubicada entre las cuencas de los ríos Copiapó y Choapa.

Se conoce que es una región que se caracteriza climáticamente por una importante aridez que, sumada al frío, representa una importante limitante para el desarrollo de las plantas.

La flora del alto río Huasco, entre cerca de 1.800 metros y hasta el límite de la vegetación, comprende hasta 281 especies de plantas vasculares, 279 de ellas angiospermas (Arroyo y otros, 1984). La flora de la cuenca del río Elqui, en el sector de la cordillera de Doña Ana, ha sido reportada por Squeo et al. (1994). Estos dan cuenta de un registro de 146 especies nativas y 15 alóctonas asilvestradas en un transecto que se inicia a 3.000 metros de altitud, con un 12,3 por ciento de especies endémicas de Chile.

Los Andes mediterráneos. Se conocen datos sobre la flora del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, publicados por Arroyo y otros (2002) y sobre la del Monumento Natural El Morado (Teillier et al. 1994; Teillier, 2003).



***Festuca thermarum* (Poáceas). Los coirones son plantas dominantes en las comunidades de plantas andinas.** Foto: Sebastián Teillier.



***Festuca orthophylla* (Poáceas). El iro o paja brava, es una de las gramíneas más abundantes en la vegetación del Altiplano de Arica.**
Foto: Luis Faúndez.

Para la primera localidad, entre 1.300 metros y hasta el límite superior de la vegetación, se registraron 488 especies, 173 de ellas, endémicas de Chile. Para la segunda, entre 1.800 y 3.400 metros, se registraron cerca de 300 especies, de las que 263 son nativas y 37 alóctonas asilvestradas.

Los Andes australes. No existen publicaciones actualmente disponibles para este tramo de la cordillera de los Andes. Sin embargo, la flora andina del tramo está contenida en trabajos sobre la Reserva Nacional Tolhuaca (Ramírez, 1978) y el Parque Nacional Puyehue (Muñoz, 1980).

Los Andes patagónicos. Para los Andes de la Patagonia de la XII Región se dispone de un trabajo de Arroyo y otros (1989) sobre la flora de la sierra de Baguales, en la provincia de Última Esperanza y otro del Parque Nacional Torres del Paine (Arroyo et al. 1992). Para Baguales registraron unas 350 especies de plantas vasculares. Destaca la presencia de varias especies de *Benthamiella* (solanáceas), un género endémico de la ecorregión, al igual que varias brasicáceas (crucíferas) de los géneros *Grammosperma*, *Onuris* y *Xerodraba*. En el Parque Nacional Torres del Paine, se identificaron 177 especies, donde el 10 por ciento de ellas correspondía a elementos endémicos del extremo sur de Sudamérica. Destaca *Saxifragella bicuspidata* (saxifragáceas), endémica de Tierra del Fuego y el sur de la Patagonia.

Ecorregión de Chile mediterráneo

En un sentido amplio, esta región se extiende entre la cuenca del río Elqui, en la IV Región de Coquimbo y la Depresión Intermedia de la cuenca del Biobío (VIII). La flora alcanzaría a unas 2.850 especies y corresponde a unos 630 géneros. Más de un 50 por ciento de las especies son endémicas de Chile y, lo que es más notable, cerca de un tercio de ellas son endémicas sólo de la ecorregión (Arroyo et al. 1999).

Especies dominantes en el paisaje de Chile central, como *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba* y *Beilschmiedia miersii* y *B. berteroana*, constituyen antiguos endemismos evolucionados a partir de una flora terciaria de carácter tropical presente hace unos 15 millones de años. Especies como *Lithrea caustica* y *Quillaja saponaria*, dan cuenta de disyunciones geográficas muy interesantes; la primera posee una especie en Chile y otra en las zonas áridas del centro de Argentina; la segunda, una en Chile y la otra en Brasil. Un importante número de géneros endémicos de Chile continental pertenecen casi íntegramente a esta ecorregión (véase el cuadro 9).

La ecorregión es muy variada en cuanto a su flora y pueden distinguirse dos subunidades fitogeográficas:

- subregión del Matorral Esclerófilo (*sensu* Gajardo, 1994). Comprende el norte del área de distribución de la ecorregión hasta la cuenca del río Choapa. En el paisaje dominan los arbustos esclerófilos como *Haplopappus* spp. (asteráceas), *Colliguaja odorifera* (euforbiáceas), *Bridgesia incisifolia* (sapindáceas) y los deciduos de verano, como varias especies de *Adesmia* (fabáceas) y las asteráceas, *Bahia ambrosioides*, *Flourensia thurifera* y *Proustia bacharioides*, entre otros, los que dan origen a matorrales o jarales. De este tipo de vegetación se conocen estudios

de la flora que circunda el bosque Fray Jorge, que contiene unas 350 especies (Muñoz y Pisano, 1947) y de la Reserva Nacional Las Chinchillas, en Aucó, Illapel (Gajardo y Grez, 1990).

- subregión del bosque esclerófilo (Gajardo, 1994). Se sitúa aproximadamente entre la cuenca del Choapa y el límite sur de la ecorregión, aproximadamente en la Depresión Intermedia de la Región del Biobío. La vegetación característica del área corresponde a bosques abiertos o densos, donde las dominantes son especies como *Quillaja saponaria* (rosáceas), *Lithrea caustica* (anacardiáceas), *Peumus boldus* (monimiáceas) y *Cryptocarya alba* (lauráceas), entre otros. Estos árboles son acompañados por arbustos esclerófilos o deciduos de verano, los que se vuelven dominantes en los sectores sometidos a degradación, como *Bacharis linearis* (asteráceas) y *Retanilla trinervia* (ramnáceas).

Teillier y Tomé (2004), para la quebrada de Ramón, en la cuenca de Santiago, señalan que la flora vascular consta de unas 245 especies nativas, de las que 124 son endémicas de Chile y 55 alóctonas asilvestradas.

Resulta bastante paradójico que, siendo bosques tan accesibles, no se disponga a la fecha de un catastro general de su flora. Tampoco se han publicado catálogos de las floras de las escasas áreas protegidas donde se encuentran bien representados: Parque Nacional La Campana (V Región) y Reserva Nacional Río Cipreses (VI Región), con excepción de la Reserva Nacional Río Clarillo (Teillier et al. 2005).

Cuadro 9. **Géneros endémicos de la ecorregión mediterránea de Chile.**

Género	Familia	Riqueza de especies
Erinna	Alliáceas	1
Garaventia	Alliáceas	1
Gethyum	Alliáceas	2
Gilliesia	Alliáceas	7
Speea	Alliáceas	2
Placea	Amarilidáceas	5
Traubia	Amarilidáceas	1
Jubaea	Arecáceas (Palmae)	1
Moscharia	Asteráceas	2
Podanthus	Asteráceas	2
Agallis	Brasicáceas	1
Adenopeltis	Euphorbiáceas	1
Avellanita	Euphorbiáceas	1
Calydorea	Iridáceas	1
Lardizabala	Lardizabaláceas	1
Trichopetalum	Laxmanniáceas	2
Scyphantus	Loasáceas	2
Notanthera	Lorantáceas	1
Peumus	Monimiáceas	1
Trevoa	Ramnáceas	1
Tetilla	Saxifragáceas	1
Cissarobryon	Vivianiáceas	1





Cryptocarya alba **(Lauráceas). Especie dominante en los bosques esclerófilos de Chile central. Endémica de Chile.**
Fotos: Sebastián Teillier.

Ecorregión de los bosques templado-lluviosos

Los bosques de esta ecorregión no están restringidos a Chile, puesto que una franja de ellos se encuentra en Argentina. De acuerdo con Arroyo et al. (1996), el territorio que comprende estos bosques sería de una gran riqueza, abarcando aproximadamente unas 1.300 especies de plantas vasculares; sin embargo, si se restringe la flora a las plantas que crecen en el bosque propiamente tal, alcanzaría sólo a unas 450. Si se excluyen las pteridofitas y las gimnospermas, la cifra alcanzaría a unas 370. Unas 160 son leñosas, entre las que se cuentan 44 árboles y 283 hierbas perennes o anuales. La riqueza de especies de árboles desciende levemente hacia el sur del área hasta llegar a sólo 7 especies a los 55 grados sur.

Cuadro 10. **Riqueza de la flora en localidades de la ecorregión del bosque templado.**

Localidad	Región	SPP	NE	ECh	AA	Fuente
Cordillera de la Costa *	VII	287	257		30	San Martín, 2005
Cordillera de la Costa **	VII		602	255		Arroyo et al. 2005
R.N. Los Bellotos del Melado	VII	295	325	74	46	Arroyo et al. 2000
Cordillera de la Costa**	VIII	690	485	265	205	Cavieres et al. 2005
M.N. Contulmo	VIII	288	239	73	49	Baeza et al. 1999
R.N. Tolhuaca	IX	227	197	85	30	Ramírez, 1978
R.N. Malalcahuello	IX	211	178		24	Becerra & Faúndez, 1999
Cordillera de la Costa**	X		577			Smith-Ramírez et al. 2005
P.N. Puyehue***	X	207				Muñoz, 1980
P.N. Laguna San Rafael	XI	235	215		20	Teillier y Marticorena, 2002

* Incluye parte del norte de la VIII Región. Sólo ambientes forestales.
** Incluyen sólo nativas.
*** Sólo especies del ámbito del bosque.
SPP Riqueza total de especies.
NE Nativas y endémicas de Chile.
Ech Endémicas de Chile.
AA Alóctonas asilvestradas.

Desde el punto de vista de la riqueza taxonómica, un rasgo resaltante es la presencia de muchos géneros endémicos de la ecorregión que contienen 1 o 2 especies. Esto indicaría que son linajes que evolucionaron *in situ* o colonizaron el área hace millones de años, en períodos más cálidos, como el Cretácico y el Terciario. Algunos géneros del bosque lluvioso, comunes con la flora de las selvas montañosas de América del Sur y Central, son *Drimys* (winteráceas), *Weinmannia* (cunoniáceas), *Podocarpus,* (podocarpáceas), *Myrceugenia* (mirtáceas), *Crinodendron* (elaeocarpáceas), *Azara* (salicáceas), *Fuchsia* (onagráceas), *Chusquea* (poáceas-gramíneas), *Alonsoa* y *Calceolaria*, ambas escrofulariáceas.

En relación con el análisis de las floras locales, se conocen trabajos para los bosques de la cordillera de la Costa de la VII Región (Arroyo y otros, 2005; San Martín 2005), la VIII (Baeza y otros, 1999; Cavieres et al. 2005) y de la IX a la X Región (Smith-Ramírez et al. 2005). Para la flora de los bosques del pie de la cordillera de los Andes, se dispone de información sobre la existente en los parques nacionales Puyehue (Muñoz, 1980), Tolhuaca (Ramírez, 1978) y de la Reserva Nacional Malalcahuello (Becerra y Faúndez, 1999) (véase el cuadro 10).

La flora de los bosques de Aisén, específicamente la del Parque Nacional Laguna San Rafael, ha sido publicada por Pisano (1988) y Teillier y Marticorena (2002).

No se dispone de datos referidos a la riqueza total de la flora de los bosques de la costa de Magallanes y Tierra del Fuego. Los bosques están frecuentemente dominados por *Nothofagus pumila*, N. *betuloides* y *N. antarctica* y se extienden hasta el territorio argentino. En ellos se han encontrado hasta 182 especies en el centro de Tierra del Fuego. Una comunidad particular en el área es la de las turberas, donde crecen especies con afinidades australes como de los géneros *Astelia* (astelíáceas), *Bolax* (apiáceas), *Donatia* (estilidáceas), *Drapetes* (timeleáceas), *Lepidothamnus* (podocarpáceas) y *Phyllachne* (estilidáceas). Se ha descrito que la riqueza de especies aumenta hacia las estepas de la Patagonia. Se indica, además, que es relevante la presencia de endemismos regionales como *Drapetes* (timeleáceas), *Saxifragella* y *Saxifragodes* (saxifragáceas) (Moore, 1983; Arroyo, 1989; Brion y Ezcurra, 2001).

Ecorregión de la Patagonia

Esta ecorregión incluye los matorrales y estepas patagónicos situados en territorio chileno, al oriente de la cordillera de los Andes. No existe un inventario o estudios integrales sobre esta zona en Chile.

Un estudio de la flora de la Reserva Nacional Jeinimeni, en la XI Región muestra la presencia de unas 230 especies de plantas vasculares, aunque falta un estudio detallado de las gramíneas, uno de los grupos dominantes (Rojas y Saldivia, 2004).

Anarthophyllum desideratum (fabáceas), *Hamadryas kingii* (ranunculáceas), *Nanodea muscosa* (santaláceas), *Calceolaria uniflora* (scrofulariáceas), son algunas especies de la Reserva Nacional Jeinimeni, que son características de la ecorregión.

Domínguez et al. (2002) realizaron un estudio de la flora de la reserva científica Bahía Laredo, ubicada en la transición entre el matorral de *Nothofagus antarctica* y el de *Chiliotrichum diffusum*. En él se da cuenta de un registro de 37 especies nativas y 10 alóctonas asilvestradas. El mismo autor (Domínguez et al. 2004), realizó un catastro de la flora del Parque Nacional Pali Aike, donde detectó 164 especies, de las que 146 (90 por ciento) son nativas y 18 (19 por ciento), alóctonas asilvestradas, con dominancia de poáceas entre las familias.

Dado que el desarrollo principal de la ecorregión se encuentra en Argentina, se supone que ella es pobre en endemismos al nivel de nuestro país. Sin embargo, se trata de un ambiente particular, que aporta con una riqueza de especies que no se encuentra en ninguna otra parte de Chile.



***Pinguicola chilensis* (Lentibulariáceas). Planta insectívora de las turberas del sur de Chile. Las hojas son glandulosas y sirven de trampas.**
Foto: Sebastián Teillier.

Diversidad trófica

Las plantas son parte fundamental de la estructura y la función de un ecosistema terrestre, tanto desde el punto de vista trófico, en su papel de productores primarios, como de la propia estructura física del ecosistema que sirve de hábitat a los otros seres vivos.

Entre las plantas vasculares de Chile, junto con aquellas que se ubican en el nivel trófico de los productores, se encuentran algunas con peculiaridades en la manera de obtener sus nutrientes:

- Plantas carnívoras (insectívoras): se trata de plantas que hacen fotosíntesis, por lo que actúan como productores primarios, pero que necesitan complementar la cantidad de nitrógeno mediante la "ingestión" de pequeños insectos. *Utricularia gibba* (lentibulariáceas) es una planta acuática flotante presente en aguas tranquilas a lo largo de Chile. *Pinguicola antarctica*, *P. chilensis* (lentibulariáceas) y *Drosera uniflora* (droseráceas), son plantas pequeñas que habitan en las turberas de la cordillera de la Costa entre Valdivia y Magallanes. Estas últimas se han visto amenazadas por la explotación de las turbas.
- Plantas saprófitas: se trata de plantas que no realizan fotosíntesis, por lo que carecen de clorofila y adquieren un color pardo. Se nutren de materia orgánica en descomposición, por lo que crecen frecuentemente en suelos con una gruesa capa de hojas en descomposición. *Arachnitis uniflora* (corsiáceas) es la única especie perteneciente a este grupo ecológico. Crece en los bosques, desde la zona central hasta Magallanes. En el área norte de la distribución, se encuentra bajo amenaza por la indiscriminada extracción de tierra de hoja (humus vegetal).
- Plantas parásitas: se trata de plantas que no realizan fotosíntesis y tienen que extraer la savia y los hidratos de carbono de una planta hospedera. Existen plantas que parasitan las raíces o las partes aéreas del hospedero. El parasitismo puede ser completo, en las holoparásitas o incompleto, en las hemiparásitas. En las últimas, el parásito hace fotosíntesis y toma del hospedero sólo el agua y las sales minerales. Entre las plantas holoparásitas, se encuentran varias especies anuales de *Cuscuta* (convolvuláceas), conocidas como "cabellos de ángel", *Tristerix aphyllus* (lorantáceas), el "quintral del quisco" y *Pilostyles berteroi* (apodantáceas), una planta especializada en el género *Adesmia* (fabáceas). *Ombrophytum subterraneum* (balanoforáceas) es una planta que parasita raíces de arbustos en el Altiplano y que presenta una floración completamente subterránea.

Entre las hemiparásitas destacan varias lorantáceas de los géneros *Tristerix, Notanthera* y *Desmaria*; *Eremolepis punctulata* y *Lepidoceras kingii*, entre las eremolepidáceas. Los "injertos" del género *Mizodendron* (mizodendráceas) son hemiparásitas, cuyos hospederos son estrictamente especies de *Nothofagus* (fagáceas).

EL ESTADO DEL ARTE

Sistemática y taxonomía

Al menos dos estudios sobre la dinámica de la descripción de taxa en la flora vascular indican que la cantidad de especies nuevas por descubrir en nuestro territorio es baja, lo que da cuenta de un territorio bien conocido desde este punto de vista (vér recuadro).

Las falencias y dificultades se relacionan con la ausencia de revisiones actualizadas de familias, como las dioscoreáceas, y géneros, como *Haplopappus*, *Conyza*, *Ribes*, *Solanum*, *Viola*, *Poa,* y algunas fabáceas (leguminosas), como las especies nativas de *Vicia*, *Lathyrus*. Para trabajar con ellos se debe recurrir todavía a las publicaciones de Gay o de Reiche. La sistemática moderna, al fundarse sobre nuevos principios y definiciones de especie, tendrá que cambiar sustantivamente la forma en que ellos se clasificaron.

Una segunda dificultad para el trabajo de identificación de la flora vascular de Chile es la enorme dispersión geográfica de las publicaciones sobre la taxonomía de nuestras especies, fenómeno que muchas veces dificulta o hace imposible conseguirlos.

Desde 1987 se intenta llenar ambas falencias con las publicaciones del proyecto "Nueva Flora de Chile", editadas por la Universidad de Concepción, del que existen actualmente cuatro volúmenes que incluyen la totalidad de las pteridofitas, la de las gimnospermas y unas 20 familias de angiospermas, es decir, cerca de un 12 por ciento de ellas. Pese a los esfuerzos de los investigadores involucrados, la falta de apoyo material a nivel estatal y privado no ha permitido involucrar a un número mayor de investigadores comprometidos con el proyecto, por lo que el ritmo de publicación ha sido mucho menor al esperado.

Respecto de las colecciones de plantas (herbarios), archivo indispensable para el trabajo en botánica en Chile, existen sólo dos grandes colecciones financiadas con fondos públicos: el herbario del Museo Nacional de Historia Natural y el de la Universidad de Concepción. Herbarios regionales importantes son el del Instituto de la Patagonia, en Punta Arenas, y el de la Universidad de La Serena. Un número importante de herbarios de universidades tienen problemas para su funcionamiento, sus colecciones no se encuentran disponibles y no cuentan con personal profesional ni técnico destinado.

Distribución geográfica de la flora

De los datos mostrados en el trabajo se observa que apenas cuatro regiones administrativas del país poseen catálogos publicados de su flora. Actualmente se trabaja en un catastro de la VI Región en el marco de un proyecto que busca principalmente establecer sitios prioritarios y categorías de conservación para la flora vascular.

En relación con las áreas silvestres protegidas, menos de un 10 por ciento cuenta con catastros de su flora, lo que impide su representatividad para su conservación.

Finalmente, hace falta una política nacional sobre el manejo y la accesibilidad a la información de las bases de datos que se generan con recursos públicos. En lo posible, debe propenderse a difundirlas a través de internet, con el fin de facilitar su uso por parte de especialistas, profesionales y estudiantes. Lo mismo deberá ocurrir con la información que llega a CONAMA, como resultado de los inventarios que se hacen para los estudios de impacto ambiental. Ello va a contribuir a tomar decisiones más acertadas en el campo de la protección de la flora vascular.

Un aspecto a destacar, dado que sólo se puede conservar lo que se conoce y valora, es un aumento de publicaciones de difusión del conocimiento sobre la flora vascular; espe-



***Arachnites uniflora* (Corsiáceas). La especie no tiene clorofila. Se alimenta de materia orgánica en descomposición (saprófita).** Foto: Sebastián Teillier.



***Tristerix corymbosus* (Lorantáceas). Planta semiparásita, extrae el agua y las sales minerales de sus huéspedes.** Foto: Sebastián Teillier.



***Tristerix aphyllus* (Lorantáceas). Los quintrales son plantas parásitas. Su cuerpo está dentro de la cactácea que parasita. Asoman sólo las flores y posteriormente sus frutos que son dispersados por zorzales y tencas.** Foto: Sebastián Teillier.

¿CUÁNTAS ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES HAY EN CHILE?

Sergio Castro

En la actualidad, la tasa de extinción de especies de plantas estimada para diversas floras del mundo supera a la de descripción de nuevas especies. Este hecho ha propiciado el interés por conocer la riqueza de la flora del mundo y las floras regionales que aún faltan por describir, de tal manera de disponer de un orden de magnitud razonable para este valor. Recientes estimaciones indican que, a nivel mundial, la diversidad de la flora vascular estaría satisfactoriamente conocida, restando por conocer entre el 5 y 10 por ciento de las especies del planeta. Por extensión, Chile podría contener parte de este universo no conocido. En este contexto, resulta interesante determinar cuál es la cantidad de especies que aún falta por describir en el país o, planteado de otra forma, si la flora está razonablemente conocida.

Simonetti (1998) realizó una estimación de la riqueza de la flora de Chile utilizando la proporción especie/ género en la familia de las asteráceas (compuestas). Aunque la racionalidad de este método no es del todo clara, el enfoque ha sido útil para estimar la riqueza de especies para algunas floras neotropicales. Aplicado a Chile, este ejercicio establece que el número de especies nativas en el territorio debería ser de aproximadamente 5.400, valor cercano al número actualmente reconocido (Marticorena, 1990).

En este recuadro, se presenta una segunda estimación —aunque preliminar— basada en el método del remuestreo de las tasas históricas de descripción de nuevas especies. Si se asume que el número de plantas presentes en el territorio es finito, la descripción acumulada de estos taxa, a lo largo del tiempo, debería exhibir un comportamiento de saturación en el momento en que todas las especies hayan sido descritas. Si se ajusta una función de tipo sigmoidal a la descripción histórica de nuevas especies, es posible establecer el punto de inflexión (saturación) en que esta curva alcanza su plató, el que corresponde al número total de especies presentes en el área de interés. Para 3.514 especies de la flora de Chile se registró el año de descripción o reconocimiento al interior del país, lo que permitió establecer el número de especies acumuladas a lo largo del tiempo. De este modo, se obtuvo una distribución de valores posibles para este plató cuyo promedio fue de 5.603, con una varianza de 57 especies. Estos resultados son cercanos a la riqueza de la flora reconocida para Chile, y similar a la estimación de Simonetti (1998). Estos antecedentes, en conjunto, sugieren que la flora de Chile se encuentra satisfactoriamente conocida.

cialmente en lo que se refiere a libros para facilitar su reconocimiento y cultivo. En la medida que se vayan editando publicaciones sobre floras regionales y locales se irá difundiendo el conocimiento de estas, lo que contribuirá con más eficacia las tareas de su conservación.

Bibliografía

Arroyo M.T.K., C. Villagrán, C. Marticorena y J.J. Armesto. 1982. "Flora y relaciones biogeográficas en los Andes del norte de Chile (18-19º LS)". En: A. Veloso y E. Bustos (eds.): El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del norte de Chile (Arica, Lat. 18º28' S), vol. 1. Rostlac, Montevideo: 71-92.

Arroyo M.T.K., C. Marticorena y C. Villagrán. 1984. "La flora de la cordillera de los Andes en el área de Laguna Grande y Chica, III Región, Chile". Gayana Botánica, 41(1-2): 3-51.

Arroyo M.T.K., C. Marticorena, P. Miranda, O. Matthei, A. Landero & F. Squeo. 1989. "Contribution to the high elevation flora of the chilean Patagonia: a checklist of species on mountains on an east-west transect in the sierra de los Baguales, latitude 50ºS". Gayana Botánica, 46: 119-149.

Arroyo M.T.K., C. Von Bohlen, L. Cavieres & C. Marticorena. 1992. "Survey of the alpine flora of Torres del Paine National Park, Chile". Gayana Botánica, 49 (1-4): 47-70.

Arroyo M.T.K., L. Cavieres, L. Peñaloza, A.M. Riveros y A.M. Faggi. 1996. "Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica". En: Armesto, J.J., C. Villagrán y M.T.K. Arroyo (eds.) Ecología de los bosques nativos. Ediciones de la Vicerrectoría Académica de la Universidad de Chile, pp. 71-99.

Arroyo M.T.K., C. Castor, C. Marticorena, C.M. Muñoz, L. Cavieres, O. Matthei, F. Squeo, M. Grosjean & R. Rodríguez. 1998. "The flora of Llullaillaco National Park located in the transitional winter-summer rainfall area of the northern Chilean Andes". Gayana Botánica, 55: 93-110.

Arroyo M.T.K., J. Simonetti, P. Marquet & M. Salaberry. 1999. "Central Chile". In: Mittermeier R.A., N. Myers, P. Robles Gil y C. Goettsh Mittermeier (eds.). Hotspots. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems. Cemex, Conservation International, México, pp. 161-171.

Arroyo M.T.K., C. Marticorena, O. Matthei & L. Cavieres. 2000. "Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions". In: Invasive Species in a Changing World. H.A. Mooney & H.A. Hobbs (eds.). Island Press. California, pp. 385-421.

Arroyo M.T.K., O. Matthei, C. Marticorena, M. Muñoz-shick, F. Pérez & A.M. Humaña. 2000. "The vascular plant flora of the Bellotos del Melado Nacional Reserve, VII Región, Chile: A documented checklist". Gayana Botánica, 57: 117-139.

Arroyo M.T.K., C. Marticorena, O. Matthei, M. Muñoz & P. Pliscoff. 2002. "Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33ºS in protecting the regional vascular plant flora (Metropolitan and Fifth Regions of Chile)". Revista Chilena de Historia Natural, 75: 767-792.

Arroyo M.T.K., O. Matthei, M. Muñoz-shick, J.J. Armesto, P. Pliscoff, F. Pérez & C. Marticorena. 2005. "Flora de cuatro Reservas Nacionales en la cordillera de la Costa de la VII Región (35º-36ºS), Chile y su papel en la protección de la biodiversidad regional". En: Smith-Ramírez, C., J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, pp. 225-244.

Baeza, C.M., C. Marticorena y R. Rodríguez. 1999. "Catálogo de la flora vascular del Monumento Natural Contulmo, Chile". Gayana Botánica, 56(2): 125-135.

Barrera E. 1997. Helechos de Juan Fernández. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, 51, 104 pp.

Becerra P. y L. Faúndez .1999. "Diversidad florística de la Reserva Nacional Malalcahuello, IX Región, Chile". Chloris Chilensis, año 2 n. 1. URL: http://www.chlorischile.cl (10/12/2005).

Brion C. & C. Ezcurra .2001. "Magellanic subpolar forests". In: Ecoregions of the World. Sitio web del WWF: URL: http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0402_full.html (10/12/2005)

Castro S.A., J.A. Figueroa, M. Munoz-Schick & F.M. Jaksic. 2005. "Minimum residence time, biogeographical origin, and life cycle as determinants of the geographical extent of naturalized plants in continental Chile". Diversity & distributions, 11: 183-192.

Cavieres L.A., M. Mihoc, A. Marticorena, C. Marticorena, C.M. Baeza y M.T.K. Arroyo. 2005. "Flora vascular de la cordillera de la Costa en la Región del Biobío: riqueza de especies, géneros, familias y endemismos". En: C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, pp. 245-252.

Domínguez E., C. Ríos y B. López. 2002. "Análisis florístico y fitogeográfico de geoformas post-pleistocénicas de origen glaciar en la reserva científica Bahía Laredo, Magallanes (XII Región), Chile". Chloris Chilensis, año 5, n. 2. URL: http://www.chlorischile.cl (10 /12/2005).

Domínguez E., A. Marticorena, A. Elvebakk y A. Pauchard. 2004. "Catálogo de la flora vascular del Parque Nacional Pali Aike, XII Región, Chile". Gayana Botánica, 61(2): 62-72.

Gajardo R. e I. Grez. 1990. Estudio florístico y cartografía de la vegetación de la Reserva Nacional Las Chinchillas (Illapel, IV Región). Ministerio de Agricultura-CONAF IV Región, 71 pp.

Gajardo R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 165 pp.

Gajardo M. 1997. Caracterización florística de diferentes ambientes de la Región de Tarapacá (I Región, Chile). Memoria de Título de la Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, 65 pp.

Govaerts R. 2001. "How many species of seeds plants are there?" Taxon, 50: 1085-1090.

Henríquez J.M., E. Pisano y C. Marticorena. 1995. "Catálogo de la flora vascular de Magallanes (XII Región), Chile". Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Naturales, 23: 5-30.

Hoffmann A.E., M.T.K. Arroyo, F. Liberona, M. Muñoz y J. Watson. 1998. Plantas altoandinas en la flora silvestre de Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago de Chile, 281 pp.

Hoffmann A.J. y S. Teillier. 1991. "La flora de la isla San Félix (Archipiélago de las Desventuradas, Chile)". Gayana Botánica 48 (1-4): 89-99.

Johnston I.M. 1929. "Papers on the flora of northern Chile". Contributions of the Asa Gray Herbarium, 85. 177 pp.

Luebert F. y R. Gajardo. 1999. "Adiciones y notas a la flora del Parque Nacional Llullaillaco (Región de Antofagasta, Chile)". Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, 339: 3-6.

Mabberley, D.J. 1987. The plant-book. Cambridge University Press. 708 pp.

Marticorena A., V. Pardo, A. Peñaloza, M.A. Negritto, L.A. Cavieres y M. Parada. 2004. "Adiciones y notas a la flora del Parque Nacional Llullaillaco (Región de Antofagasta, Chile)". Gayana Botánica, 61(2): 49-54.

Marticorena C. y M. Quezada. 1985. "Catálogo de la flora vascular de Chile". Gayana Botánica, 42(1-2): 1-157.

Marticorena C. 1990. "Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile". Gayana Botánica, 47(3-4): 85-113.

Marticorena C. 1995. "Historia de la exploración botánica a Chile". En: Flora de Chile, vol. 1. Pteridophyta-Gymnospermae. Universidad de Concepción. Concepción, pp. 1-62.

Marticorena C., O. Matthei, M.T.K. Arroyo, M. Muñoz, F. Squeo y G. Arancio. 1998. "Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile". Gayana Botánica, 55(1): 23-83.

Marticorena C., T.F. Stuessy & C.M. Baeza. 1998. "Catalogue of the vascular flora of the Robinson Crusoe or Juan Fernández Islands, Chile". Gayana Botánica, 55: 189-213.

Marticorena C., F.A. Squeo, G. Arancio y M. Muñoz. 2001. "Catálogo de la flora vascular de la IV Región de Coquimbo". En: F. Squeo, G. Arancio y J. Gutiérrez (eds.), Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo, pp. 105-142.

Matthei O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, 545 pp.

Matthei O. 1995. "Ephedraceae". En: Marticorena C. y R. Rodríguez (eds.). Flora de Chile, vol. 1. Pteridophyta – Gymnospermae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, pp. 328-337.

Moore D.M. 1983. Flora of Tierra del Fuego. Anthony Nelson, England, Missouri Botanical Garden, USA, 369 pp.

Muñoz C. y E. Pisano. 1947. "Estudio de la vegetación y la flora de los Parques Nacionales Fray Jorge y Talinay". Agricultura Técnica 7(2): 71-190.

Muñoz M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Editorial Universitaria. Santiago, 557 pp.

Pisano E. 1988. "Sectorización fitogeográfica del archipiélago sud patagónico-fueguino: II. Vegetación y flora vascular del área del Parque Nacional 'Laguna San Rafael', Aysén (Chile". Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Naturales, vol. 18: 5-34.

Ramírez C. 1978. Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco, Chile). Publicación Ocasional del Museo de Historia Natural de Santiago, 24: 1-23.

Richardson D.M., P. Pysek, M. Rejmanek, M.G. Barbour, F.D. Panetta & C.J. West. 2000. "Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions". Diversity and Distributions, 6: 93-107.

Rodríguez R. y M. Quezada. 1995. "Gymnospermae". En: R. Rodríguez y C. Marticorena (eds.), Flora de Chile, vol. 1. Pteridophyta – Gymnospermae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, pp. 310-327.

Rodríguez R. y M. Quezada. 1995. "Pteridophyta". En: C. Marticorena y R. Rodríguez (eds.), Flora de Chile, vol. 1. Pteridophyta – Gymnospermae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, pp. 119-309.

Rojas-Villegas G. y P. Valdivia. 2004. "Ambientes y flora de la Reserva Nacional Lago Jeinimeni". En: J.C. Torres y G. Rojas (eds.), Historia de la Reserva Nacional Lago Jeinimeni. Ediciones Proyecto Biodiversidad de Aysén, CONAF XI Región, Coyhaique. 88 pp.

Rundel P., M.O. Dillon y B. Palma. 1996. "Flora y vegetación del Parque Nacional Pan de Azúcar en el desierto de Atacama". Gayana Botánica, 53(2): 295-316.

San Martín J. 2005. "Vegetación y diversidad florística en la cordillera de la Costa de Chile central (34°44' – 35°50'S)". En: C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, pp. 178-196.

Skottsberg K. 1953. "The vegetation of the Juan Fernández Islands". The Natural History of Juan Fernández and Easter Island, 2: 793-960.

Simonetti J.A. 1998. "On the size of the chilean flora (a speculation)". Journal of Mediterranean Ecology, 1: 129-132.

Smith-Ramírez C., P. Pliscoff, S. Teillier y E. Barrera. 2005. "Patrones de riqueza y distribución de la flora vascular de la cordillera de la Costa de Valdivia, Osorno y Llanquihue, Chile". En: C. Smith-Ramírez, J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, pp. 253-277.

Squeo F., R. Osorio y G. Arancio. 1994. Flora de los Andes de Coquimbo. Cordillera de Doña Ana. Ediciones de la Universidad de La Serena, 168 pp.

Squeo F., G. Arancio, C. Marticorena, M. Muñoz y J. Gutiérrez. 2001. "Diversidad vegetal de la IV Región de Coquimbo, Chile". En: F. Squeo, G. Arancio y J. Gutiérrez (eds.), Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo, pp. 149-158.

Teillier S., A. Hoffmann, F. Saavedra y L. Pauchard. 1994. "Flora del Parque Nacional El Morado". Gayana Botánica, 51(1): 13-47.

Teillier S. 1998. "Flora y vegetación altoandina del área Collaguasi-Salar de Coposa. Andes del Norte de Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 71(3): 313-329.

Teillier S. y Y. Vilina. 2001. "Flora y fauna de las islas Desventuradas. Ecorregiones del mundo", sitio web del WWF. URL: http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0403_full.html. 05/12/2005.

Teillier S. y C. Marticorena. 2002. "Riqueza florística del Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, 51: 43-73.

Teillier S. 2003. "Flora del Monumento Natural El Morado: *addenda et corrigenda"*. Gayana Botánica, 60(2): 94-100.

Teillier S., R. Rodríguez y M.T. Serra. 2003. "Lista preliminar de plantas leñosas alóctonas asilvestradas en Chile continental". Chloris Chilensis, año 6, n. 2. URL: http://www.chlorischile.cl (10/12/2005).

Teillier S. y A. Tomé. 2004. "Contribución al conocimiento de la flora de la cuenca de la quebrada de Ramón (Región Metropolitana). Chile". Boletín Museo Nacional de Historia Natural, 53: 17-36.

Teillier S., P. Riedemann, G. Aldunate y H. Niemeyer. 2005. Flora de la Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana.

Thorne R. 2002. "How many species of seed plants are there?" Taxon, 51: 511-512.

Zizka G.H. 1991. "Flowering plants of Easter Island". Palmarum hortus francofurtensis, 108 pp.



***Leucocoryne coronata* (Alliáceas). Género de monocotiledóneas endémico de Chile.** Foto: Javiera Delaunoy.

BRIÓFITAS: MUSGOS, HEPÁTICAS Y ANTOCEROTES

ELIZABETH BARRERA Y FELIPE OSORIO

Musgos, hepáticas y antocerotes han sido considerados tradicionalmente clases de la división Bryophyta. Estos tres grupos (véase el cuadro 1), comparten las características de ser pequeñas plantas verdes, desprovistas de tejidos vasculares que caracterizan a las plantas terrestres superiores (división Tracheophyta) y de mantener unidas, de manera permanente, las dos fases del ciclo de vida: la generación sexual, con los órganos productores de gametos (gametofito), y la generación asexual, productora de esporas (esporofito).

Otra característica común a las briófitas es que la generación dominante, verde y autótrofa, corresponde a la fase sexual que produce los gametos (gametofito), mientras que la planta asexual productora de esporas (esporofito) es una estructura que consiste de un pedicelo o seta que se ancla por su base al gametofito, dependiendo nutricionalmente de él, y que culmina en una cápsula que produce las esporas. Esto las diferencia de los helechos y plantas con semillas, donde la generación dominante e independiente es el esporofito.

HISTORIA DE LAS BRIÓFITAS EN CHILE

El estudio de las briófitas chilenas comienza con la expedición del *Beagle*, en la que el naturalista Charles Darwin recolectó material en el archipiélago de los Chonos y en el cabo Tres Montes (1839). El material recolectado por Darwin, depositado en herbarios europeos, fue estudiado por diferentes botánicos, entre otros, Taylor (1846), Dalton Hooker (1847) y Müller (1847, 1885).

El naturalista francés, Claudio Gay, incluye en su obra "Historia Física y Política de Chile" un capítulo sobre musgos y hepáticas, realizado por C. Montagne (1850), donde se describen 117 especies de hepáticas y 179 de musgos para Chile.

Página derecha: Consideradas plantas exitosas, los musgos tienen facilidad para propagarse y obtener nutrientes de las lluvias y el rocío. Al evitar la erosión del suelo, cumplen un rol ecológico importante. Son además alimento de innumerables invertebrados y vertebrados. En las imágenes se observan Musgos (1 a 5), Antocerote (6) y Hepáticas (7 y 8). Fotos: Felipe Osorio.

***Cuadro 1*. Diferencias entre hepáticas, musgos y antocerotes.**

Carácter	Hepáticas	Musgos	Antocerotes
Protonema	Reducido	Desarrollado	Carecen
Gametofito	Taloso o folioso	Folioso	Taloso
Rizoides	Unicelulares	Pluricelulares	Unicelulares
Disposición de filidios	Dos hileras	3 o más hileras	
Células de filidios	Isodiamétricas	Generalmente alargadas	
Hidroides	Ausentes	Presentes*	Ausentes
Esporangio	Sin estomas	Con estomas*	Con estomas*
Dehiscencia de la cápsula	Por fisuras longitudinales Sin peristoma	Por opérculo* Con peristoma	Por fisuras longitudinales Sin peristoma
Columela	Ausente	Presente*	Presente*
Eláteres	Presentes	Ausente	Pseudoeláteres

* No en todos.



1. Ptychomnion cygnisetum (C. Müll.) Kinb.



2. Ancistrodes genuflexa (C. Müll.) Crosby.



3. Rigodium implexum Kunz., "lana del pobre".



4. Hypopterygium arbuscula Brid, "paragüita del sapo".



5. Dendroligotrichum dendroides Broth. ssp. *dendroides*, "musgo pinito".



6. Megaceros sp.



7. Planaria sp. sobre *Lepidozia chordulifera* Taylor.



8. Cryptochila grandiflora (Lindenb & Gottsche) Grolle.

En el año 1866, Paul Gunther Lorentz registra los musgos colectados por el Dr. Krause en la costa valdiviana. Más tarde, en 1869, William Mitten describe nuevas especies de musgos chilenos en su obra *Musci Austro-Americani*.

Entre otros importantes botánicos, siempre extranjeros, que aportaron al conocimiento de la flora briofítica de Chile se puede citar a Brotherus (1924), Cardot y Brotherus (1923), Dusén (1903, 1905, 1906), Herzog (1938, 1954), Herzog y Hosseus (1938), Roivainen (1937). Thériot, entre los años 1915 y 1935, publicó numerosos trabajos sobre este grupo de vegetales.

SISTEMÁTICA Y TAXONOMÍA DEL GRUPO

Estudios modernos basados en caracteres moleculares han demostrado que existen varios linajes de distintas edades dentro del grupo, ya diferenciados en el tiempo de colonización del ambiente terrestre, en el Paleozoico. Así, de acuerdo a las relaciones filogenéticas entre los grupos de briófitas propuesta por Boop y Capesius (1996), las grandes hepáticas talosas complejas, la clase Marchantiopsida, precisamente aquellas que le confieren el nombre al grupo, serían el linaje basal de las briófitas y las más divergentes y antiguamente diferenciadas. Por otra parte, la clase Jungermanniopsida, el subconjunto de hepáticas talosas simples (subclase Metzgeriidae) y todas las hepáticas foliosas (subclase Jungermanniidae), conformarían el grupo hermano de las hepáticas talosas complejas, conjuntamente con los musgos y antocerotes.

Sobre este fundamento, actualmente las briófitas son clasificadas en tres divisiones (véase el cuadro 2) distintas de plantas (Crandall-Stotler y Stotler, 2000).

***Cuadro 2*. Clasificación según Crandall-Stotler y Stotler (2000).**

División	Clase	Subclase
Marchantiophyta (=Hepatophyta) "hepáticas"	Marchantiopsida "hepáticas con talos complejos"	
	Jungermanniopsida "hepáticas foliosas y talosas simples"	Metzgeriidae "hepáticas talosas simples"
		Jungermanniidae "hepáticas foliosas"
Anthocerotophyta ("antocerotes")		
Bryophyta ("musgos")		

A nivel mundial, los tres grupos de organismos mencionados anteriormente, suman más de 20.000 especies; por lo tanto, considerándolos en conjunto, representan a uno de los grupos más diversos de plantas terrestres. Las hepáticas (Marchantiophyta) suman alrededor de 8.000 a 10.000 especies, distribuidas en 14 órdenes y 368 géneros (Crandall-Stotler y Stotler, 2000). Antocerotes (Anthocerotophyta) reúne alrededor de 400 especies en 10 géneros y los musgos (Bryophyta) agrupan alrededor de 13.000 especies, distribuidas en 700 géneros.

Estos grupos exhiben la mayor riqueza de especies y diversidad de formas en los ecosistemas templado-lluviosos del sur de Sudamérica, debido a las condiciones favorables que allí existen, como el clima oceánico muy húmedo, la diversidad de hábitat y las temperaturas más o menos moderadas por la influencia marina.

Si He, en 1988, entrega una lista de musgos para Chile donde cita 778 especies, 203 géneros y 63 familias.

Con relación a hepáticas y antocerotes, Hässel de Menéndez (2003) y Hässel de Menéndez y Rubies (2004), confeccionaron un "Catálogo de las Hepáticas y Antocerotes de Chile, Argentina y Uruguay", entregando un número de 741 taxa para esta área; de este total, 549 taxa se encuentran representados en Chile, los que principalmente corresponden a taxa endémicos del área de los bosques templado-lluviosos del sur del país.

Con el propósito de proporcionar una introducción al conocimiento de las hepáticas asociadas a estos ecosistemas, Villagrán y otros (2005) se concentraron durante los últimos tres años en las colecciones, determinaciones e ilustraciones de la flora de hepáticas y antocerotes del archipiélago de Chiloé (41°47′ – 43°30′S), considerado un destacado núcleo de biodiversidad de briófitas en Chile (Villagrán et al. 2003), tanto por su riqueza florística como por su heterogeneidad vegetacional. Una de las causales de esta riqueza reside en el rol de refugio de flora subantártica que exhiben las islas durante las repetidas glaciaciones del Pleistoceno (Villagrán, 2001). La riqueza de especies de hepáticas y antocerotes reconocidas a la fecha para Chiloé es de 79 géneros y 229 especies, números correspondientes a una buena proporción (85,9 por ciento de los géneros y 72,7 por ciento de las especies) de la flora hepatológica de la Región de Los Lagos de Chile (Hässel de Menéndez y Rubies, 2004).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

División Anthocerotophyta (antocerotes, hierbas con cuerno)

Se distribuyen de preferencia en hábitat húmedos y sombríos de las regiones subtropicales y templadas del globo. El gametofito es taloso, formado por láminas lobuladas que se disponen en rosetas cóncavas, de bordes sinuosos u ondulados, de 3 a 10 centímetros de diámetro. Se fijan al sustrato por rizoides lisos y unicelulares. El talo es pluriestratificado. Las especies pueden ser monoicas o dioicas, los órganos sexuales, anteridios y arquegonios, se encuentran hundidos en el talo. El esporofito consta de un pie bulboso y una cápsula cilíndrica, generalmente larga y con aspecto de "cuerno".



Las turberas se caracterizan por tener depósitos esponjosos de turba, el crecimiento de árboles, arbustos y, dependiendo del tipo, un suelo cubierto por una alfombra gruesa de musgo. Los humedales son ecosistemas conformados por estratos subyacentes originados por acumulación de materia orgánica de origen vegetal. En la imagen se observa una turbera de *Sphagnum* spp., musgo conocido como Pon-Pón. Foto: Felipe Osorio.

Muchas especies de este grupo presentan cavidades mucilaginosas que frecuentemente están ocupadas por colonias de cianófitos del género *Nostoc*.

División Marchantiophyta (hepáticas)

El gametofito puede ser laminar (hepáticas talosas) o estar formado por caulidios y filidios (hepáticas foliosas). Se unen al sustrato por medio de rizoides unicelulares. Las células tienen varios cloroplastos y en la mayoría de los casos tienen cuerpos oleíferos, que contienen aceites y esencias aromáticas. El esporofito, que en general es de vida efímera, consta de un pie, una seta y de una cápsula o esporangio.

Las hepáticas tienen un significativo interés biogeográfico y evolutivo por su larga historia geológica, la que se remonta a los inicios de la colonización vegetal de la superficie terrestre, en la era paleozoica (hace 480 millones de años), conjuntamente con el origen de las plantas vasculares. Estas plantas tienen dos clases de morfologías básicas, ya sea ejes provistos de "hojitas" (hepáticas foliosas), o formas de mayor estatura, aplanadas y no diferenciadas en ejes y hojitas (hepáticas talosas).

División Bryophyta (musgos)

En este grupo, el gametofito siempre es folioso y puede medir desde unos pocos milímetros hasta 60 centímetros. Consta de un caulidio ("tallo"), erecto o rastrero que se fija al sustrato mediante rizoides pluricelulares, ramificados y con paredes transversales oblicuas, los filidios ("hojitas") están dispuestos a su alrededor. Los esporofitos son diversificados y complejos y están formados por una seta y una cápsula o esporangio, la que, por lo menos en las primeras fases del desarrollo, está cubierta por la caliptra. La dehiscencia de la cápsula se produce mediante el opérculo; en algunos grupos no existe opérculo y las esporas salen a través de la rotura o descomposición de la pared de la cápsula. Las esporas, al germinar, originan un protonema pluricelular, filamentoso que, al desarrollarse, se transformará en gametofito.



Las briófitas poseen características peculiares que les permiten sobrevivir en ambientes gélidos. Es el caso de este musgo de la especie *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid, que puede encontrarse en lago Yulton, en la Región de Aisén. Foto: Víctor Ardiles.

ECOLOGÍA DEL GRUPO

Son plantas exitosas, tienen facilidad para propagarse y obtener los nutrientes necesarios del agua de lluvia o del rocío. Son los primeros colonizadores de rocas y suelos desnudos pobres en nutrientes. Como acumulan materia orgánica, facilitan el asentamiento de plantas vasculares. Estas características les permiten desarrollarse en lugares inhóspitos para otras plantas, como por ejemplo en la Antártica, donde se encuentran más de 150 especies de briófitos, a diferencia de las plantas vasculares que sólo se hacen presentes con dos especies.

Cumplen importantes roles ecológicos puesto que evitan la erosión del suelo, fijan en sus estructuras enormes cantidades de C y N, ayudan a los bosques a mantener una significativa carga de humedad necesaria para la subsistencia de las especies, evitando así el estrés hídrico, y sirven de vivienda, cobijo y alimentación a innumerables invertebrados y vertebrados.

SINGULARIDADES

Los briófitos, principalmente por ser muy sensibles a la contaminación, pueden tener un papel muy destacado como bioindicadores de la polución ambiental, al utilizarse para elaborar el índice de pureza atmosférica, el cual se basa en el número, frecuencia, recubrimiento y factor de resistencia de las especies que viven en un determinado lugar. Este índice da una idea de los efectos de la polución en dicha área. Es fácilmente observable que los musgos no crecen en lugares cercanos a áreas industriales, incluso en las grandes ciudades.

Existen grupos de briófitos que pueden retener de forma pasiva los contaminantes, de tal manera que al realizar análisis químicos de la cubierta muscinal, se puede conocer la concentración de metales pesados como plomo, zinc, cadmio y de isótopos radioactivos (Brugués, 1998).

La cubierta de musgos acumula fácilmente los granos de polen que precipitan del aire por acción de la gravedad o de la lluvia, durante largos períodos. Esto permite realizar estudios palinológicos, extrayendo de los musgos la "lluvia polínica" y conocer, cualitativa y cuantitativamente, los granos de polen allí acumulados. De esta forma, los espectros polínicos obtenidos se pueden comparar con aquellos obtenidos de sedimentos fósiles.

En jardinería los musgos se utilizan principalmente por su capacidad de retención de agua y son ocupados como sustratos para el desarrollo de otras plantas.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIONES

Los estudios sobre musgos, hepáticas y antocerotes chilenos por parte de botánicos nacionales han tenido un escaso desarrollo, situación que ya es preocupante, pero que reviste mayor gravedad cuando, como se sabe, especialistas extran-

jeros recolectan y estudian material chileno, muchas veces sin nuestro conocimiento y sin siquiera depositar ejemplares duplicados en herbarios nacionales. Esta actitud frena el desarrollo de estudios por parte de jóvenes investigadores nacionales que comienzan a interesarse en estos grupos de plantas.

Bibliografía

Boops M. & I. Capesius. 1996. "New Aspects of Bryophyte Taxonomy Provided by a Molecular Approach". Botanical Acta, 109: 368-372.

Brotherus, V.F. 1924. "Musci nonnulli Chilense a C. Skottsberg anno 1917 lectae". Acta Horti Gothoburgensis, 1: 189-195.

Brotherus, V.F. 1924. "The musci of the Juan Fernández Islands". In: Skottsberg, The Natural History of Juan Fernández and Easter Islands, 2: 409-448.

Brugués, M. 1998. "Briófitos". In: Izco, J. et al. (eds.), Botánica, McGraw-Hill, Interamericana, 781 pp.

Cardot, J. & V. F. Brotherus. 1923. "Les mousses, in botanische ergebinse der Schwedischen expedirtion nach Patagonien und dem Feurlande 1907-1909". Bihang til Kongliga Svenska Vetenskaps. Akademien Handlingar, 63: 1-73.

Crandall-Stotler B. & R.E. Stotler. 2000. "Morphology and classification of the Marchantiophyta". In: A.J. Shaw & B. Goffinet (eds.), Bryophyte Biology. Cambridge University Press.

Darwin, C. 1839. Journal of Researches into Geology and Natural History of the various countries visited by H.M.S. Beagle under the command of Captain Fitzroy, R.N. from 1832-1836. London, 615 pp.

Dusén, P. 1903. "Beitrage zur Bryologie der Magellanslander von Westpatagonien und Südchile I". Arkiv för Botanik, K. Svenska Vetenskaps. Akademien Handlingar, 1(1): 441-466.

Dusén, P. 1903. "Patagonian and Fuegian mosses". Part III. Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia. Botany, 8: 63-125.

Dusén, P. 1905. "Beitrage zur Bryologie der Magellanslander von Westpatagonien und Südchile II". Arkiv för Botanik, K. Svenska Vetenskaps-Akademien, 4(1): 1-45.

Dusén, P. 1905. "Beitrage zur Bryologie der Magellanslander von Westpatagonien und Südchile III". Arkiv för Botanik, K. Svenska Vetenskaps-Akademien, 4(13): 1-24.

Dusén, P. 1905. "Musci nonnulli novi e Fuegia et Patagonia reportati". Botaniska Notiser, 1905: 299-310.

Dusén, P. 1906. "Beitrage zur Bryologie der Magellanslander von Westpatagonien und Südchile IV". Arkiv för Botanik, K. Svenska Vetenskaps-Akademien, 6(8): 1-40.

Hässel de Menéndez, G. 2003. "Hepáticas y Anthocerotas del Sur de Sudamérica". Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 38: 5-6 (Suplemento).

Hässel de Menéndez, G. & M.F. Rubies. 2004. Catalogue of Marchantiophyta and Anthocerotophyta of Chile, Argentina and Uruguay. (En edición).

He, S. 1998. "A Checklist of the mooses of Chile". J. Hattori Bot. Lab. 85: 103-189.

Herzog, T. y C. Hosseus. 1938. "Contribución a la Flora Briófita del sur de Chile". Archivos de la Escuela de Ciencias Médicas de Córdoba, 7: 3-95.

Herzog, T. 1954. "Zur Bryophytenflora Chile". Revue Bryologique et Lichenologique, 23: 27-99.

Hooker, J.D. 1847. Botany of Fuegia, the Falklands, Kerguelen's land etc. The cryptogamic Botany of the Antarctic Voyage of H.M. Discovery Ships Erebus and Terror, 2: 219-574.

Lorentz, P.G. 1866. "Musci frondosi in Chile prope Valdiviam et prope Corral lecti per Dr. Krause". Botanische Zeitung (Berlin), 24: 185-189.

Mitten, W. 1869. "Musci austro-americani enumeratio omnium austro-americanorum auctori hucusque congnitorum. Journal of the Linnean Botany Society", Botany, 12: 1-659.

Montagne, C. 1850. "Musgos y Hepáticas". In Gay. C. Historia Física y Política de Chile, tomo VII: 5-327.

Müller, C. 1847. "Des muscis nonnullis novis vel minus cognitis exoticis". Botanische Zeitung (Berlin), 5: 801-806, 825-830.

Müller, C. 1885. "Bryologia fuegiana". Flora, Jena, 68 (21-23): 391-429.

Roivainen, H. 1937. "Bryological investigations in Tierra del Fuego". 1. Sphagnaceae-Dicranaceae. Annales Botanici Soc. Zoologicae Botanicae Fennicae 'Vanamo', 9: I-X: 1-58.

Taylor, 1846. "New Hepaticae". London Journal of Botany, 5: 258-284, 365-417.

Theriot, I. 1915. "Sur quelques mousses recueillies au Chili par le Prof. Carlos Porter". Rev. Chil. Hist. Nat. 19: 30-37.

Theriot, I. 1917. "Contribution a la flore bryologique du Chili". Rev. Chil. Hist. Nat. 21: 6-37, 1918. 22: 79-94, 1921. 25: 289-312, 1923. 27: 9-15, 1924. 28: 129-139, 1925. 29: 287-292, 1926. 30: 341-361, 1927. 31: 30-37, 1928. 32: 252-255, 1929. 33: 515-517, 1930. 34: 258-262, 1934. 38: 83-85, 1935. 39: 16-21.

Villagrán, C. 2001. "Un modelo de la historia de la vegetación de la Cordillera de la Costa de Chile central-sur: la hipótesis glacial de Darwin". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 793-803.

Villagrán, C. y E. Barrera. 2002. Los Musgos del Archipiélago de Chiloé. CONAF, Master Print Ltda. Puerto Montt, 24 pp.

Villagrán, C., E. Barrera y C. Medina. 2002. Las Hepáticas del Archipiélago de Chiloé. CONAF, Master Print Ltda. Puerto Montt, 26 pp.

Villagrán, C., E. Barrera, J. Cuvertino y N. García. 2003. "Musgos de la Isla Grande de Chiloé, X Región, Chile: Lista de especies y rasgos fitogeográficos". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 52: 17-44.

Villagrán, C., G., Hässel y E. Barrera. 2005. Hepáticas y Antocerotes del Archipiélago de Chiloé. Una introducción a la flora briofítica de los ecosistemas templado-lluviosos del sur de Chile. Corp. de Amigos del Museo Nacional de Historia Natural, 160 pp.

ALGAS MARINAS BENTÓNICAS

María Eliana Ramírez

Al igual que el conjunto de organismos fotosintéticos conocidos bajo el nombre de "algas", las algas marinas bentónicas son organismos autótrofos de estructura simple, con escasa o ninguna diferenciación de células y tejidos complejos, como ocurre en las plantas vasculares y con estructuras reproductivas también simples. Estos organismos tienen la particularidad de crecer adheridos al sustrato, integrando las comunidades marinas de la zona litoral y submareal poco profunda del ambiente marino.

Por su condición de autótrofos, las algas marinas bentónicas cumplen un rol ecológico fundamental como productores primarios y constituyen la base de las cadenas tróficas en los ecosistemas que habitan.

Cumplen además una serie de otras funciones ecológicas no productivas, como servir de sustrato, lugar de desove y de refugio a muchos peces e invertebrados marinos. Por otra parte, son fuente directa de alimento para el hombre y otros animales consumidores, producen antibióticos, hormonas y otras sustancias de uso medicinal. Constituyen también fertilizante de suelos para cultivos agrícolas y algunas producen y concentran en sus paredes celulares sustancias químicas del tipo polisacáridos, como el agar, la carragenina y el ácido algínico. Estos coloides o gomas vegetales, debido a sus propiedades espesantes, estabilizantes y emulsionantes, sirven de materia prima para la producción de una variedad de productos industriales.

Los taxa de algas marinas bentónicas representados mayoritariamente en este ambiente son las Rhodophyceae o algas rojas, las Chlorophyceae o algas verdes y las Phaeophyceae o algas pardas.

La costa de Chile continental (18ºS – 55ºS) incluida en la región del Pacífico temperado de Sudamérica, más los territorios insulares y el territorio antártico, comprenden una extensión costera de aproximadamente 9.000 kilómetros, donde crece y se desarrolla una abundante y variada flora marina.

El presente artículo da a conocer el estado actual del conocimiento de este grupo de vegetales marinos, considerando la diversidad de especies, su distribución geográfica a lo largo de esta extensa línea costera, sus diferentes roles ecológicos, junto con destacar también algunas de sus singularidades y deficiencias respecto de su estudio y conocimiento.

HISTORIA DE LOS ESTUDIOS SOBRE LAS ALGAS MARINAS EN CHILE

El estudio de la flora marina bentónica de la costa de Chile se inició como resultado de las numerosas expediciones extranjeras que exploraron nuestros mares durante los siglos XVIII y XIX. El material recolectado en estas expediciones fue estudiado y depositado en los grandes museos del Viejo Mundo por los naturalistas de la época, entre los que destacan el ficólogo sueco C. Agardh y su hijo Jacob, el botánico alemán Kützing y los botánicos franceses Bory de St. Vincent, Jules Dumont D'Urville, y Camile Montagne. Una relación histórica de estas primeras expediciones y las obras publicadas con las contribuciones más significativas de cada una de ellas han sido dadas a conocer anteriormente por Etcheverry (1958) y Santelices (1989).

Las exploraciones del naturalista francés Claudio Gay, entre los años 1835 y 1836, a quien el gobierno de Chile le solicitara el estudio de la flora y fauna del territorio, marcaron un hito importante en el conocimiento de nuestra flora marina. C. Gay envió las algas por él recolectadas a C. Montagne, botánico del Museo de Historia Natural de París, encargándole a este último su estudio y la publicación de todas las especies conocidas hasta ese entonces. La contribución de Montagne aparece publicada en el tomo VIII de la "Historia Física y Política de Chile" de C. Gay (Montagne, 1853) y contiene la descripción de 162 especies de algas marinas, de las cuales 14 son especies nuevas para la ciencia.

Posterior a la obra de Gay, otra serie de expediciones extranjeras exploraron nuestras costas, aunque esta vez se concentraron casi exclusivamente en las zonas más australes del país. Una relación cronológica de estas expediciones y de posteriores contribuciones al conocimiento de la flora marina bentónica de la costa de Chile ha sido resumida en extenso por Ramírez (1995).

Cabe destacar que desde la década de 1970 a la fecha, debido a la creciente importancia que adquieren las algas como recurso económico para el país, el conocimiento de estos organismos en Chile se diversifica y una cantidad considerable de científicos se incorpora al desarrollo de esta disciplina. Los responsables en la formación de la mayoría de estos ficólogos en Chile fueron Héctor Etcheverry Daza,



Zonificación y acción de las olas. Foto: Dra. Juliet Brodie.

quien dictó la cátedra de ficología en la Universidad de Chile en su sede Valparaíso por espacio de varios años, y Bernabé Santelices, quien —a partir del año 1976, una vez que regresa a Chile después de haber obtenido sus grados de magíster y doctor en la Universidad de Hawai, Estados Unidos— inicia en la Pontificia Universidad Católica de Chile en Santiago un trabajo de investigación intenso y fructífero, tanto en la producción científica como en la formación de un numeroso grupo de científicos dedicados al estudio de las algas marinas de Chile. Esto trae como consecuencia un incremento significativo de publicaciones científicas en la disciplina, con una cantidad de trabajos orientados preferentemente a aspectos relacionados con la ecología de comunidades y ecosistemas, enfatizando aspectos sobre funciones ecológicas y ecología de producción de algunas de las especies de importancia económica para el país, conocimiento básico para el cultivo artificial de aquellos recursos sobreexplotados y en explotación.

Los estudios taxonómicos en una primera etapa no alcanzan la velocidad de producción de los trabajos ecológicos sobre la flora marina de Chile. Estudios florísticos que incluyan, por ejemplo, descripción de floras locales han sido relativamente escasos en el país, a excepción del trabajo de Santelices (1989) "Algas Marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización, diversidad", en el cual se describen e ilustran 143 especies de algas, correspondientes a las especies más comunes y mejor caracterizadas taxonómicamente de la costa de Chile continental e Isla de Pascua, y el trabajo de Hoffmann y Santelices (1997) "Flora Marina Bentónica de Chile Central", que describe 114 especies presentes entre los 30 y 41 grados de latitud sur. Aunque menos conocido, por el carácter de la publicación y su distribución un tanto limitada, también cabe destacar el trabajo "Manual de Biotopos Marinos de la Región de Aisén, Sur de Chile", de John et al. (2003), que da cuenta de las comunidades marinas de los canales australes entre los 41 y 49ºS. La obra titulada "Catálogo de Algas Marinas Bentónicas de la Costa Temperada del Pacífico de Sudamérica", de M. Eliana Ramírez y B. Santelices, publicada en 1991, constituye un nuevo impulso y motivación para retomar los estudios sobre la biodiversidad de algas en Chile. Dicha obra recopila y ordena la información referente a la totalidad de las especies citadas en la literatura para esta extensa costa. Este ordenamiento ha facilitado en gran medida la tarea a científicos tanto nacionales como extranjeros para desarrollar estudios taxonómicos en esta interesante flora. Algunos de estos trabajos han aportado con nuevos registros y también nuevas especies para el área, en tanto que otros han dado a conocer resultados sobre revisiones taxonómicas y nomenclaturales de géneros y especies conflictivas. Entre estos aportes figuran las publicaciones de

Ramírez y Rojas (1991), Ramírez y Müller (1991), Ramírez y Tapia (1991), Ramírez et al. (1993), Müller y Ramírez (1994), Fredericq et al. (1992), Hommersand et al. (1993), Peters (1990,1992a, 1992b), Bird et al. (1992), Ramírez y Peters (1992), Fredericq y Ramírez (1996), Ramírez (1996), Arakaki et al. (1997), Ramírez y Osorio (2000), Peters y Ramírez (2001), John et al. (2003), entre otras.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Costa de Chile continental (18 – 55ºS)

La riqueza taxonómica de la flora marina de la costa de Chile continental, como se muestra en el cuadro 1, comprende en la actualidad un total de 444 especies distribuidas en 89 Phaeophycea, 80 Chlorophyceae y 265 especies Rhodophyceae. Este número incluye todos los registros de especies citados en la literatura, tomando como base de referencia las especies listadas en el catálogo de Ramírez y Santelices (1991), más la información posterior oficialmente publicada y los registros nuevos estudiados e incluidos en las colecciones del Herbario Nacional, del Museo Nacional de Historia Natural, cuyos datos aún no se publican (Ramírez).

Biogeografía de las algas marinas de Chile continental

Un análisis biogeográfico que incluyó un total de 350 especies de algas marinas bentónicas conocidas de la costa de Perú y Chile fue realizado por Santelices (1980). Su estudio dio como resultado la formulación de una nueva hipótesis biogeográfica para esta área.

Las conclusiones a que llega el autor en su estudio destacan tres aspectos importantes:

- La convergencia en el área de al menos cinco grupos de especies con distintas afinidades geográficas, representatividad total y representatividad a lo largo del gradiente latitudinal: un grupo de especies subantárticas (34,5 por ciento), especies endémicas (31 por ciento), especies de amplia distribución (23 por ciento), especies bipolares (6 por ciento) y especies tropicales (3,4 por ciento).
- La escasa representación de elementos con afinidades tropicales y la disminución significativa hacia las latitudes bajas de elementos con afinidades subantárticas, lo que trae como consecuencia una disminución del número total de especies hacia las zonas temperadas-cálidas, constituyendo de este modo una excepción al principio general de incremento de riqueza de especies hacia las zonas tropicales conocido para una diversidad de sistemas biológicos.
- Finalmente el autor enfatiza sobre el escaso intercambio florístico entre la flora marina de Chile continental y la flora de regiones de aguas tropicales e islas cercanas al continente y del Pacífico Central. Este escaso intercambio de especies estaría dando cuenta, por una parte, de la relativa pobreza de especies en el área, en relación con otras áreas temperadas del mundo que presentan rutas de migración más expeditas, y por otra parte, del alto porcentaje de endemismo de esta flora.



***Lessonia trabeculata* en bahía Los Lobos.** Foto: Dra. Juliet Brodie.

Estudios recientes (Meneses y Santelices, 2000), han puesto a prueba la hipótesis, considerando el aporte de nuevos hallazgos reportados para el área por diferentes autores en los últimos 20 años, los que muestran una escasa o nula incidencia de estos nuevos hallazgos en los postulados fitogeográficos establecidos por Santelices el año 1980. Ramírez et al. (2006), por otra parte, luego de un exhaustivo muestreo producto de cuatro expediciones en el área de Aisén (41ºS – 49ºS), realizan un análisis fitogeográfico de la flora marina béntica de la región, demostrando también una total concordancia con los postulados de Santelices (1980).

Consecuentemente, podemos decir que la flora marina de Chile continental es una flora relativamente pobre en especies, con un predominio de elementos provenientes de aguas subantárticas, seguido de especies endémicas y de elementos de amplia distribución.

Territorios insulares

Isla de Pascua

Las algas marinas bentónicas de esta isla fueron estudiadas principalmente por Borgesen (1924), como resultado del material recolectado por Skottsberg en las expediciones suecas de los años 1907 y 1917. Posteriomente, Santelices y Abbott exploran la isla en 1981, aportando una gran cantidad de nuevos registros para el área (Santelices y Abbott, 1987). Finalmente, Ramírez y Müller, en el año 1991, dan a conocer seis nuevos registros para esta localidad, producto de nuevas exploraciones.



Luche y Durvillea.



Alga marina y vendedor.



Luche y cochayuyo a la orilla de la carretera entre Playa Amarilla y Concón. Fotos: Dra. Juliet Brodie.

En la actualidad, la flora marina bentónica de Isla de Pascua comprende un total de 114 especies, distribuidas en 26 Phaeophyceae, 28 Chlorophyceae y 60 Rhodophyceae.

Biogeográficamente, esta isla del Pacífico Sudoriental se caracteriza por una mayor proporción de elementos de amplia distribución (48 por ciento) restringidos a áreas temperadas-cálidas, un componente indo-pacífico de un 28,6 por ciento, un endemismo de un 13,3 por ciento y una proporción menor (3,8 por ciento) de elementos de distribución circumpolar subantártica (Santelices, 1989).

Archipiélago Juan Fernández

Al igual que Chile continental y Pascua, la flora marina bentónica de este archipiélago fue explorada tempranamente por extranjeros. Primero las exploraciones del buque inglés *Challenger* y luego las exploraciones y recolecciones realizadas por Skottsberg en 1907 y 1917, cuyos resultados fueron publicados fundamentalmente por Levring, en 1941 y 1943. Luego de estas publicaciones, dos aportes importantes se suman al conocimiento de esta flora marina, el trabajo de Müller y Ramírez (1994) y Ramírez (1996).

Un análisis de la riqueza de especies del archipiélago Juan Fernández nos permite señalar que este presenta un total de 112 especies, distribuidas en 25 Chlorophycea, 31 Phaeophyceae y 56 Rhodophyceae.

Desde el punto de vista biogeográfico, el archipiélago Juan Fernández se caracteriza por presentar una flora marina con un alto porcentaje de elementos de amplia distribución (45 por ciento), restringidos a aguas más bien temperadas y un endemismo de un 30 por ciento. En menor proporción, aparecen representados elementos de afinidades circumpolar-subantártica (13,5 por ciento) y un componente indo-pacífico, A diferencia de la flora de Isla de Pascua cuyo componente mayoritario de especies de amplia distribución presenta distribuciones restringidas más bien a aguas temperadas-cálidas, cercanas a las zonas tropicales del planeta, la flora marina del archipiélago Juan Fernández presenta un componente de amplia distribución restringido a aguas temperadas frías y cálidas. También contrasta comparativamente con la flora marina de la Isla de Pascua el mayor porcentaje de endemismo presente en el archipiélago (30 por ciento contra un 13,3 por ciento).



Acercamiento de *Lessonia trabeculata* de fácil acceso. Foto: Dra. Juliet Brodie.

Islas Desventuradas

El conocimiento primario de la flora marina de estas islas —San Félix y San Ambrosio— es el resultado de expedicionarios chilenos que recolectaron algunas especies que en total configuraron una lista de doce taxa (Etcheverry, 1960). Posteriormente, Meneses y Hoffmann (1994) y Ramírez y otros (1993) agregan algunos nuevos registros como producto de nuevas recolecciones realizadas en la localidad. El aporte de esta nueva información da como resultado la suma de 32 especies en el área, distribuidas en 7 Phaeophyceae, 23 Rhodophyceae y 2 Chlorophyceae.

Biogeográficamente el área se caracteriza por la presencia mayoritaria de elementos de amplia distribución (33 por ciento) y un 23,3 por ciento de especies "endémicas" comunes con Pascua o Juan Fernández. Sólo una especie es estrictamente endémica de esta localidad: *Padina triestromatica* Levring. En resumen, esta flora marina guarda una estrecha similitud con la flora marina de las islas oceánicas Juan Fernández y Pascua, presentando una mayor similitud florística con la flora de Juan Fernández (Ramírez y otros, 1993). Las autoras, por otra parte, señalan en este estudio que dicha similitud es consecuencia de la migración de especies desde Juan Fernández a estas islas a través de embarcaciones pesqueras menores que comercializan la langosta de Juan Fernández.

Isla Salas y Gómez

No existe hasta ahora ningún antecedente sobre las algas marinas de esta isla.

Territorio antártico

La base del conocimiento de las algas marinas de la Antártica es producto de tempranas expediciones europeas, principalmente francesas y suecas que exploraron estos mares durante el siglo XVIII y hasta mediados del siglo XIX, conocimiento que fue recopilado y sistematizado en el "Catálogo de las Algas Antárticas y Subantárticas" de Papenfuss (1961). Posterior a este trabajo, el estudio florístico de algas marinas antárticas de Lamb y Zimmermann (1977) entrega información ilustrada sobre la mayoría de las especies antárticas reportadas a esa fecha. Finalmente, Wiencke y Clayton (2002) entregan el mayor estudio comprensivo sobre flora marina antártica, recopilando la información dispersa de los últimos 25 años.

La flora marina antártica comprende un total de 119 especies distribuidas en 17 Chlorophyceae, 27 Heterocontophyta (26 Phaeophyceae y 1 Chrysophyceae) y 75 Rhodophyceae. Esta flora es comparativamente pobre en especies en relación a la flora de otras regiones temperadas y tropicales del mundo.

Alrededor del 90 por ciento de las especies hasta aquí registradas para esta área provienen de recolecciones realizadas en la Antártica oeste, incluyendo la península Antártica, las islas Shetland del Sur y las Orkney. La riqueza de especies decrece dramáticamente hacia la antártica oriental. Pocas especies crecen a lo largo de las costas del Mar de Ross y en latitudes sobre los 76 grados sur.

Relaciones biogeográficas

La flora marina antártica se caracteriza por presentar un alto nivel de endemismo (33 por ciento), especialmente pre-



Las algas representan un grupo vegetal de gran diversidad y funciones en los hábitat costeros, brindándonos una gran variedad de recursos utilizables por el ser humano. Foto: Nicolás Piwonka.

sente en el grupo de las Phaeophyceae y de las Rhodophyceae. Existe un orden endémico que es monotípico, el orden *Ascoseirales* y varios géneros endémicos como *Gania, Notophycus, Antarcticothamnion, Himantothallus, Cystosphaera, Phaerus*, entre otros. Los órdenes *Desmarestiales, Ceramiales y Gigartinales* tienen una alta proporción de especies endémicas. Ejemplos de especies endémicas antárticas ampliamente reconocidas son el alga roja intermareal *Porphyra endiviifolium* (A. y E. Gepp) Chamberlain, el alga parda submareal de gran tamaño (10 metros de largo por uno de ancho) *Himantothallus grandifolius* (A. y E. Gepp) Zinova y un alga fucoide de profundidad *Cystosphaera jacquinoti* (Montagne) Skottsberg. Un segundo grupo de especies de origen circumpolar-subántartico está bien representado en la Antártica junto con unas 20 especies de amplia distribución. Este último grupo incluye especies reconocidas ampliamente como cosmopolitas que, según Clayton et al. (1997), corresponderían a introducciones recientes provenientes de regiones temperadas. Un porcentaje menor de especies bipolares con distribución disjunta también están presente en esta flora marina.

Un hecho característico de la flora marina sublitoral de la Antártica es la ausencia total de las grandes algas pardas con canopia pertenecientes al orden de las Laminariales, típicas de las regiones temperadas. En la Antártica sus equivalentes ecológicos son las grandes algas del orden Desmarestiales. El género *Desmarestia* presenta un patrón de distribución circumpolar antártico y coloniza con varias especies la zona sublitoral en esta región, hasta los 40 metros de profundidad.

***Cuadro 1*. Resumen sobre la riqueza taxonómica de algas bentónicas en Chile continental, territorios insulares y territorio antártico.**

Área	Total de especies
Chile continental (18º y 55º latitud sur)	444 *
Islas de Juan Femández	112 *
Isla de Pascua	114 *
Islas Desventuradas	32
Isla Salas y Gómez	s/i
Territorio antártico	119**

* Incluye sólo los taxa identificados a nivel específico. **Datos extraídos de Wiencke y Clayton (2002). ** s/i = sin información.

ENDEMISMOS

En el cuadro 2 se muestra el porcentaje de endemismo en las distintas áreas geográficas. Como se observa, los porcentajes más altos de endemismo están presentes en la Antártica (33 por ciento), archipiélago Juan Fernández (30 por ciento), islas Desventuradas (23,3 por ciento) y Chile continental (22,7 por ciento). Los valores de endemismo para Chile continental son comparativamente altos en relación a otras áreas temperadas del mundo con rutas de migración más expeditas, como el Pacífico Norte, y bajos en relación a otras áreas

geográficas temperadas del hemisferio sur, como Australia —que presenta valores de endemismo de especies superior al 70 por ciento— y Nueva Zelanda, con valores que superan el 40 por ciento (Dring, 1982). En cuanto a número de especies, la costa de Chile es comparativamente más pobre en especies que, por ejemplo, la región temperada del sur de Australia, para la cual se han reportado 1.155 especies de macroalgas marinas bentónicas (Womersley, 1991).

Cuadro 2. **Niveles de endemismo en macroalgas de Chile continental, islas oceánicas y territorio chileno antártico.**

Área	Nº de especies endémicas	por ciento de endemismo
Chile continental	101	22.7
Isla de Pascua	15	13.3
Islas de Juan Fernández	33	30
Islas Desventuradas	7	23.3
Antártica	30	33

Endemismos por regiones en Chile continental

Ramírez (1995) analiza comparativamente el endemismo por regiones a lo largo de Chile continental, destacando el alto porcentaje presente en la Región de Magallanes y Antártica Chilena (50,6 por ciento). Estos valores podrían responder a la mayor exploración florística realizada en el área durante los siglos pasados; sin embargo, y por la misma razón, es el área que presenta una mayor incerteza taxonómica. Muchos de los taxa citados para la parte austral del territorio, entre los 50 y 55ºS, son conocidos de sólo uno o dos registros de colecta, sin haber sido recolectados posteriormente; consecuentemente son registros dudosos, sujetos a verificación. Por cierto, esta área requiere de una mayor exploración para evaluar la diversidad actual y el endemismo de su flora marina.

Roles ecológicos de las algas marinas en Chile

Como se ha dicho anteriormente, el principal rol ecológico de las algas marinas es su función productiva en los ecosistemas costeros de aguas someras. Constituyen de este modo la base de las cadenas tróficas en estos ecosistemas. Gran parte de la energía producida por las algas marinas bentónicas es consumida directamente por los consumidores de primer orden entre los cuales destacan moluscos pastoreadores y peces herbívoros, entre otros. Sumado a ello desempeñan otros roles ecológicos no productivos como servir de sustrato, lugar de refugio, lugar de asentamiento larval y crianza de juveniles para numerosos invertebrados y peces litorales. Particularmente interesante resulta observar estos roles ecológicos en las praderas de "huirales", *sensu* Vásquez (1990), conociéndose bajo ese nombre genérico al conjunto de grandes algas pardas representadas por los géneros *Lessonia, Macrocystis y Durvillaea* que forman parte de las comunidades marinas costeras de la zona intermareal baja y poco profunda del litoral rocoso de la costa de Chile.

Estudios recientes en comunidades asociadas a discos adhesivos de *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices, provenientes del submareal rocoso del norte de Chile (Vásquez et al. 2005), han señalado una gran riqueza de especies presente en estas comunidades, registrando un total de 153 taxa de macroinvertebrados, representativos de diez phylla.

SINGULARIDADES DE LA FLORA MARINA DE LA COSTA DE CHILE Y DEFICIENCIAS EN SU CONOCIMIENTO

La flora marina bentónica de Chile continental se caracteriza como una flora temperada con abundancia de especies de distribución circumpolar-subantártica proveniente de las islas subantárticas del hemisferio sur, las que llegan a este continente a través de la corriente circumpolar antártica conocida como *west wind drift* con su rama hacia el norte en el Pacífico Sudoriental, la corriente de Chile-Perú o Humboldt. Esta corriente fría actúa de barrera oceanográfica para la migración de especies verdaderamente tropicales provenientes de aguas temperadas más cálidas de las regiones cercanas al Ecuador, de manera que elementos auténticamente tropicales son casi inexistentes en esta flora marina. Otra singularidad que caracteriza a esta flora es su alto endemismo comparado con otras regiones temperadas del hemisferio norte y su relativa pobreza de especies en relación a otras áreas temperadas del mundo. Santelices (1995) ha establecido que estas singularidades tienen su expresión en los sistemas ecológicos que conforman las comunidades marinas costeras de esta zona del Pacífico, las que se presentan mucho más simples en su estructura comunitaria y donde especies endémicas como *Lessonia* spp., con roles ecológicos tan singulares en estas costas, no encuentran equivalentes ecológicos que las reemplacen, como ocurre en las costas temperadas del Pacífico Norte.

Por otra parte, destaca entre las singularidades de esta flora marina, la importancia económica que representan al menos una veintena de especies consideradas dentro de las pesquerías comerciales en el país. Algunas de ellas son endémicas de la costa de Chile y Perú. Veintidós especies de algas marinas se cosechan actualmente de manera artesanal en nuestras costas para extraer de ellas agar, carragenina y ácido algínico (Alveal, 2005). Varias toneladas de alga seca de estas especies se procesan internamente en el país para la fabricación de estos hidrocoloides, aumentando el valor agregado del producto. El resto se exporta como materia prima a países como Estados Unidos, Japón y Francia. La comercialización de algas y sus productos derivados genera divisas al país por una cantidad aproximada de 60 millones de dólares anuales. Desde el punto de vista social, la actividad alguera representa un porcentaje significativo de la fuerza laboral ligada al sector pesquero artesanal (Cereceda y Wormald, 1991; Alvear, 2005).

Géneros como *Lessonia* y *Macrocystis* entre las Phaeophycea y *Gracilaria, Gigartina y Mazzaella* entre las Rhodophycea son requeridas por el mercado mundial de estas gomas vegetales debido a la calidad de sus polisacáridos.



***Pophyra* entre *Ulva (Enteromorpha)*.** Foto: Dra. Juliet Brodie.



***Durvillaea antarctica* (cochayuyo) recolectada desde su hábitat natural. En la foto aparece transportada en los hombros del colector.**
Foto: Dra. Juliet Brodie.



Lessonia trabeculata. Foto: Dra. Juliet Brodie.

En cuanto a las deficiencias en el conocimiento de este grupo, es necesario señalar que todavía falta mucha exploración florística para lograr una visión comprensiva de la riqueza total de especies presentes en el área. Especialmente destacable es la escasa exploración de la zona submareal poco profunda, donde es esperable encontrar un mayor número de elementos subantárticos transportados por las corrientes frías subsuperficiales. Tampoco se ha investigado sobre el efecto de perturbaciones a gran escala como ENOS, en la composición de la flora de Chile continental. Por otra parte y contrariamente a lo recién señalado, un gran número de los registros endémicos reportados para esta costa, concentrados principalmente en la parte austral de Chile continental, han sido reportados de tempranas expediciones y conocidos de sólo uno o dos hallazgos, existiendo la posibilidad de haber sido identificados erróneamente. Si esto es así, habría una reducción en el número total de especies y en los porcentajes de endemismo para el área. Para ello es necesario verificar en primer lugar la ocurrencia de estos taxa en las localidades de origen y realizar los análisis taxonómicos a la luz de criterios más amplios en la taxonomía de las macroalgas. Esto significa una ardua tarea de exploración y visita a las localidades tipo de las especies de dudosa identificación.

En resumen, falta mucho aún por estudiar la flora marina del área para tener un conocimiento comprensivo de ésta. Es necesario muestrear intensivamente áreas pequeñas y áreas escasamente conocidas, hacer un esfuerzo por estudiar y describir exhaustivamente floras locales, hacer un esfuerzo por incentivar la formación de colecciones científicas a lo largo de esta costa que faciliten el trabajo de monografiar géneros ampliamente distribuidos con especies representativas como *Ceramium, Polysiphonia,* entre las algas rojas, y *Ulva-Enteromorpha,* entre las algas verdes. En síntesis, incentivar la realización y profundización de estudios taxonómicos en nuestra flora marina de manera amplia, utilizando técnicas y métodos modernos como los análisis moleculares que ayuden a complementar los análisis morfológicos tradicionales y las observaciones y seguimiento del crecimiento y desarrollo de las especies en su hábitat natural.

Por último, la protección y manejo de las poblaciones algales en explotación representa en la actualidad uno de los grandes desafíos para los estudiosos de las algas en Chile. La sustentabilidad en el sistema de estos recursos debe ser evaluada consciente y objetivamente, como lo señala Alvear (2005). Para ello es fundamental generar conocimiento sobre la base de estudios científico-técnicos para cada pradera en particular, que permitan garantizar su permanencia en el tiempo y en el espacio.

Bibliografía

Alvear K. 2005. "Biodiversidad en macroalgas marinas, factores a considerar para su uso sustentable". En: Eugenio Figueroa (ed.), Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿Hacia dónde va Chile? pp. 451-47.

Arakaki N., M.E. Ramírez y C. Córdova. 1997. "Desarrollo morfológico y Taxonomía de *Chondrus canaliculatus* (C. Ag.) Greville (Rhodophyta, Gigartinaceae) de Perú y Chile". Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 46: 7-22.

Bird C., E.L. Rice, C.A. Murphy & M.A. Ragan. 1992. "Phylogenetic relationships in the Glacilariales (Rhodophyta) as determined by 18S rDNA sequences". Phycologia, 31(6): 510-522.

Borgesen F. 1924. "Marine algae from Eastern Island". In: Sköttsberg C. (ed.), The Natural History of Juan Fernández and Eastern Island, 2: 247-309.

Cereceda L.E. & G. Wormald. 1991. "Privatization of the sea for seaweed production in Chile". Nature and Resources, 27(4): 31-37.

Dring M.J. 1982. The biology of marine plants (Contemporary biology). Edward Arnold Publishers, London.

Etcheverry H. 1958. "Bibliografía de las algas chilenas". Capítulo V. Revista de Biología Marina, 7(1, 2, 3): 163-182.

Fredericq S. y M.H. Hommersand. 1990. Diagnoses and key to the genera of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta). Hydrobiologia, 204/205: 173-178.

Fredericq S., M.H. Hommnersand & G.L. Leister. 1992. "Morphology and systematic of *Acanthococcus antarcticus* (Cystocloniacea, Rhodophyta)". Phycologia, 31(1): 101-118.

Fredericq, Suzanne y M.E. Ramírez. 1996. "Systematic studies of the antarctic species of the Phyllophoraceae (Gigartinales, rhodophyta) based on rbcL sequence analysis". Hidrobiologia, 326/327: 137-143.

Hommersand M.H., M.D. Gulry, S. Fredericq & G.L. Leister. 1993. "New perspectives in the taxonomy of the Gigartinaceae (Gigartinales, Rhodophyta)". Hydrobiologia, 260/261: 105-120.

Hoffmann A. y B. Santelices 1997. Flora Marina de Chile Central. Marine Flora of Central Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, 434 pp.

John D., G. Paterson, N. Evans, M.E. Ramírez, M. Spencer Jones, P. Báez, T. Ferrero, C. Valentine, y D. Reid. 2003. Manual de Biotopos Marinos de la Región de Aysén, Sur de Chile. London, Biodiversity Aysén Proyect: 127 pp.

Lamb I.M. & M.H. Zimmermann. 1977. "Benthic marine algae of the Antarctic Peninsula". Antarctic Research Series 23, Biology of the Antarctic sea V, Paper 4: 129-229.

Levring T. 1941. "Die Meersalgen der Juan Femández Inseln". In: Skottsberg C. (ed.), The Natural History of Juan Fernández and Easter Island, 2: 602-670.



Zonificación de la orilla. *Porphyra* en la parte superior.
Foto: Dra. Juliet Brodie.

Levring T. 1943. "Die Corallinaceen der Juan Fernández Inseln". In: Skottsberg C. (ed.), The Natural History of Juan Fernández and Easter Island, 2: 753-757.

Meneses I. & A. Hoffmann. 1994. "Contribution to the Marine Algal Flora of San Félix Island, Desventuradas Archipelago, Chile". Pacific Science, 48(4): 464-474.

Montagne C. 1853. "Algas". En: Gay C. (ed.), Historia Física y Política de Chile. Maulde y Renoú, París, Botánica, 8: 228-393.

Müller, D.G. & M.E. Ramírez. 1994. "Filamentous brown algae from Archipielago Juan Fernández (Chile): Contribution of laboratory culture thechniques to a phytogeographic survey". Bot. Mar. 37: 205-211.

Papenfuss G.F. 1964. "Catalogue and bibliography of Antarctic and subantarctic benthic marine algae". American Geophysical Union, Antarctic Research Series, 1: 1-76.

Peters A.F. 1990. "Field and culture studies of *Streblonema macrocystis* sp. nov. (Ectocarpales, Phaeophyceae) from Chile, a sexual endophyte of giant kelp". Phycologia, 30(4): 365-367.

Peters A.F. 1992a. "Culture studies on the life history of *Dictyosiphon hirsutus* (Dictyosiphonales, Phaeophyceae) from South America". British Phycological Joumal 27(2): 177-183.

Peters A.F. 1992b. "Distinction of South American *Hapogloia andersonii* and *Chordaria linearis* (Phaeophyceae) based on differences in sexual reproduction, morphology, ecophysiology, and distribution". Joumal of Phycology, 28(5): 684-693.

Ramírez, M.E. 1995. "Algas Marinas Bentónicas". En: J. Simonetti; M.T.K. Arroyo, A. Spotorno y E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile, pp. 38-47.

Ramírez M.E. 1996. "Documentación y Puesta en valor de la colección de Algas Marinas del Archipiélago Juan Fernández depositada en el Museo Nacional de Historia Natural. Informes". Fondo de Apoyo a la Investigación 1995. Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Dibam: 17-22.

Ramírez, M.E. y D.G. Müller. 1991. "New records of marine algae from Eastern Island". Botánica Marina, 34: 133-137.

Ramírez M.E. y C. Osorio. 2000. "Patrones de distribución de macroalgas y macroinvertebrados intermareales de la isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández, Chile". Invest. Mar., Valparaíso, 28: 1-13.

Ramírez M.E. & A.F. Peters. 1992. "The South American species of *Desmarestia* (Phaeophyceae)". Canadian Joumal of Botany, 70: 2.430-2.445.

Ramírez M.E. y G. Rojas. 1991. "El género *Colpomenia* (F C Mertens ex Roth) Derbes et Solier (Phaeophyceae) en Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 42: 11-24.

Ramírez M.E. y B. Santelices. 1991. "Catálogo de las algas marinas bentónicas de la Costa del Pacífico Temperado de Sudamérica". Monografías Biológicas, 5. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.

Ramírez M.E. y Luis Tapia 1991. "*Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto y Foldvik en el Norte de Chile (Rhodophyta, Gracilariaceae)". Rev. Chil. de Historia Natural, 64: 323-330.

Ramírez M.E., D.G. Müller & A.F. Peters. 1986. "Life history and taxonomy of two populations of ligulate *Desmarestia* (Phaeophyceae) from Chile". Canadian Joumal of Botany, 64: 2.948-2.954.

Ramírez M.E., C. Juica y A.M. Mora. 1993. "Flora Marina Béntica de las islas San Félix y San Ambrosio". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 44: 19-25.

Santelices B. 1980. "Phytogeographic characterization of the temperate coast of Pacific South America". Phycologia, 19: 1-12.

Santelices B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución. Ecología. Utilización. Diversidad. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.

Santelices B. 1995. "Patrones de distribución de algas marinas a distintas escalas espacio-temporales". Anales de la Academia Chilena de Ciencias del Instituto de Chile, vol. 5: 24-38.

Santelices B. & I. Abbott. 1987. "Geographic and Marine isolation: an assessment of the marine algae of Easter Island". Pacific Sci. 41: 1-20.

Santelices B. & I. Meneses. 2000. "A reassessment of the phytogeographic characterization of Temperate Pacific South America". Rev. Chil. de Hist. Nat. 73: 605-614.

Vásquez J. y J.M. Alonso Vega. 2005. "Macroinvertebrados asociados a discos adhesivos de comunidades discretas como indicadores de perturbaciones locales y de gran escala". En: Eugenio Figueroa (ed.), Biodiversidad Marina: Variación, Usos y Perspectivas ¿Hacia dónde va Chile? pp. 429-445.

Wiencke C. & M.N. Clayton. 2002. "Antarctic Seaweeds". In: J.W. Wâgele (ed.), Synopsis of the Antarctic Benthos, vol. 9: 239.

Womersley H.B.S. 1991. "Biogeography of Australasian marine macroalgae". In: Clayton M.N. & R.J. King (eds.), Biology of Marine Plants, Longman Cheshire, Melbourne, pp. 367-381.

Páginas siguientes: **Algas Pardas. Isla Grande de Chiloé. En los sectores rocosos expuestos al embate de las olas, se desarrollan comunidades dominadas por las algas pardas, que dan soporte y estructura a los ambientes y ofrecen hábitat, refugio, alimento y áreas de asentamiento a larvas de numerosas especies de invertebrados y peces. Bajo estas, comúnmente conocidas como huiro o chascón, se pueden encontrar erizos negros, caracoles, lapas y apretadores.** Foto: Nicolás Piwonka.





FLORA ACUÁTICA

Carlos Ramírez y Cristina San Martín

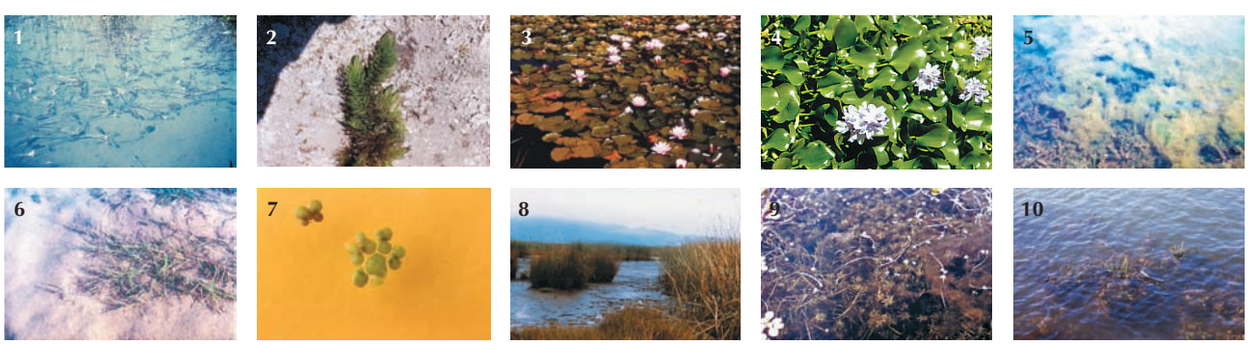
Las plantas acuáticas constituyen la flora hidrófila que crece en humedales, especialmente dulceacuícolas, conformando el eslabón inicial de varias cadenas tróficas y sirviendo de lugar de refugio, alimentación y anidamiento de numerosos animales, especialmente aves. Estas plantas no son algas, sino que pertenecen al reino vegetal; es decir, la mayoría de ellas presentan un cormo con raíz, tallo y hojas, como cuerpo vegetativo y flor, frutos y semillas como cuerpo reproductivo. Se trata de plantas superiores con flores, que escogieron como lugar de vida los humedales.

Se conocen con los nombres de plantas acuáticas, hidrófitos, macrófitos, macrófitos vasculares, limnófitos y también como malezas acuáticas. Este último nombre indica que muchas de ellas actúan como maleza, dificultando la utilización de los cuerpos de agua. Tradicionalmente han sido separadas en dos grandes grupos ecológicos, los hidrófitos o plantas acuáticas propiamente tales, y los helófitos o plantas palustres (o de pantano). Las primeras presentan la mayor parte del cuerpo en el agua, incluso fotosintetizan en ese medio, y las segundas tienen gran parte de sus órganos fotosintéticos en el aire. Las primeras crecen en agua libre y las segundas en pantanos, ubicados en las riberas de los cuerpos dulceacuícolas.

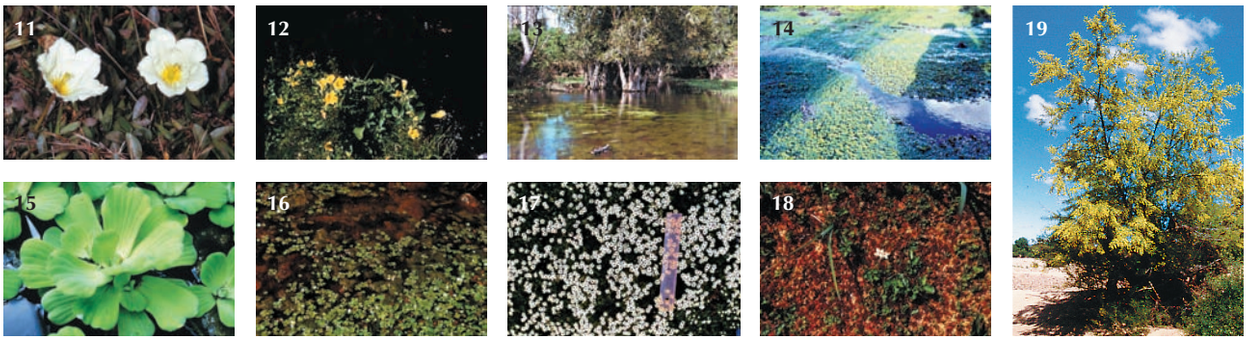
Las plantas acuáticas no conforman un grupo taxonómico homogéneo o monofilético. Ellas se distribuyen en muchas clases, órdenes y familias diferentes del reino vegetal. Se trata de plantas que volvieron al hábitat primitivo, el agua, del cual evolucionaron las plantas terrestres. Esta vuelta al medio original se produjo en los comienzos de la evolución de las angiospermas, por lo que varios grupos primitivos tienen representantes acuáticos. El nexo que une a todas las plantas acuáticas y palustres es únicamente el hábitat que ocupan, es decir, el agua.

BREVE HISTORIA DE LOS ESTUDIOS CHILENOS EN PLANTAS ACUÁTICAS

Las plantas acuáticas chilenas como grupo importante en la flora nativa, comenzaron a estudiarse en la década de 1970 en el laboratorio de geobotánica de la Universidad Austral de Chile. Anteriormente, se realizaron trabajos de sistemática que tocaban tangencialmente especies acuáticas, por ejemplo, los estudios de Hugo Gunckel. Desde esa fecha, el grupo ha seguido trabajando en forma ininterrumpida,



1. *Aponogeton distachyon,* hidrófito natante, neófito valdiviano de origen sudafricano. 2. *Ceratophyllum chilense* (sin. C. demersum) hidrófito sumergido libre. 3. *Nymphaea alba* (Loto), hidrófito natante, asilvestrado en el centro-sur de Chile. 4. *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) hidrófito flotante libre en superficie. 5. *Egeria densa* (Luchecillo) hidrófito sumergido. Las masas verdes algodonosas corresponden a algas verdes filamentosas. 6. *Zannichellia palustris* (Cachudita de las lagunas) hidrófito sumergido de amplia distribución en Chile. 7. *Lemna gibba* (Lenteja de agua) en lagunas altiplánicas. Cada planta mide un par de milímetros. 8. *Scirpus californicus* (Totora) helófito que crece nativo entre Norteamérica y Tierra del Fuego. 9. *Elodea potamogeton* (Luchecillo) especie sumergida nativa que abunda en cuerpos dulceacuícolas de Chile central. 10. *Potamogeton lucens* (Huiro verde) hidrófito sumergido abundante en albuferas de Chile central.
Fotos: Carlos Ramírez.



11. *Nierenbergia repens*, especie helófita de lagunas primaverales. 12. *Mimulus luteus* (Berro) helófito nativo de arroyuelos del centro-sur de Chile. 13. Grupo de *Myrceugenia exsucca* (Pitra), árbol de bosques pantanosos. 14. Arroyuelo cubierto por *Callitriche stagnalis* (Estrella de agua) hidrófito natante. 15. *Pistia striatotes* (Repollito de agua) extinguida o muy escasa en Chile. 16. *Marsilea mollis* (Trébol de agua) helecho acuático en arroyuelos de Pichidangui. 17. Carpetas de *Donatia fascicularis. 18.* Carpetas de *Sphagnum magellanicum* (Pon-Pón), musgo de color rojizo. 19. *Salix humboldtiana* (Sauce amargo) árbol ribereño abundante en cursos de agua del norte y centro de Chile. Fotos: Carlos Ramírez.

concentrándose en humedales del sur de Chile, tales como bosques pantanosos, pantanos y turberas. Posteriormente, se incorporó a esta tarea el Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción con los autores Rodríguez y Dellarosa (1998), quienes han realizado varias publicaciones de la flora acuática de la VIII Región. En 1976, Pisano publicó un artículo sobre las plantas acuáticas del extremo sur de Chile. Hauenstein, en la Universidad Católica de Temuco, ha hecho importantes contribuciones a la flora hidrófila chilena, especialmente lacustre (Hauenstein et al. 1992). Actualmente se trabaja poco en ese grupo, lo cual crea un vacío importante, que debería ser llenado, dada la importancia de las temáticas propias de estos vegetales y de su función en los ecosistemas dulceacuícolas. A medida que aumenta la contaminación y eutrofización de los cuerpos de agua va siendo necesario realizar un catastro y estudios detallados que permitan establecer el real estado de conservación de las especies de plantas acuáticas y palustres chilenas.

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

Según Ramírez y San Martín (2005), en Chile existirían aproximadamente unas 415 especies que podrían considerarse plantas acuáticas o palustres. La incertidumbre se debe a que hay familias donde aún no se delimitan en forma clara y precisa las especies, es decir, aún hay problemas sistemáticos. Si se considera que la flora chilena presenta un poco más de 5.000 especies, las plantas acuáticas y palustres corresponden aproximadamente a un 10 por ciento de ellas.

La flora hidrófila chilena se distribuye en siete clases, de las cuales dos —dicotiledóneas y monocotiledóneas— son las más importantes, porque reúnen el 90 por ciento del total. En la clase lycopodiopsida sólo existe una especie, *Isoetes savatieri* (Isete), en la clase equisetopsida, dos: *Equisetum bogotense* (Limpiaplata) y *E. giganteum* y también en la clase pinopsida: *Lepidothamnus fonckii* (ciprés enano) y *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las Guaitecas). La clase polypodiopsida (helechos) contiene nueve especies de plantas acuáticas chilenas que se reproducen por esporas.

GRADO DE ENDEMISMO

La flora dulceacuícola constituye lo que se conoce como una vegetación de tipo azonal, es decir, su presencia no depende tanto del clima sino que del agua del suelo; por ello, la mayoría tiene una amplia distribución en el planeta. El 70 por ciento (293 especies) de las plantas acuáticas chilenas pueden considerarse cosmopolitas. Sin embargo, podemos suponer que el resto (30 por ciento) son nativas, es decir, se originaron en el territorio nacional o llegaron a él en épocas prehistóricas y por medios naturales de dispersión, como por ejemplo aves migradoras que usan los hábitat de plantas acuáticas (humedales) como paraderos en sus rutas. De hecho, varias plantas acuáticas extranjeras aparecieron en las zonas de inundación que se formaron en el sur de Chile como consecuencia de los hundimientos de terreno durante el terremoto de 1960. Ellas son *Scrophularia umbrosa* (escrofularia), *Lycopus europaeus* (pata de lobo) y *Lythrum salicaria* (romerillo), de origen europeo, y *Aponogeton distachyon,* de origen africano. Lo anterior demuestra su gran capacidad de reproducción y dispersión (San Martín et al. 1998).

FORMAS DE CRECIMIENTO

Los hidrófitos pueden diferenciarse en sumergidos, natantes y flotantes libres. Los primeros viven, en su mayoría, bajo la superficie del agua y sólo en primavera suelen emerger sus flores para ser polinizadas; algunas, incluso se polinizan bajo la superficie, como, por ejemplo *Ceratophyllum chilense*; casi siempre están arraigadas al sustrato fangoso, pero algunas pueden flotar libremente a media agua (*Utricularia gibba*, manguera). Los hidrófitos natantes están arraigados al fango con tallos y pecíolos sumergidos, que llevan en su extremo hojas que flotan sobre la superficie del agua (*Nymphaea alba*, loto). A veces suelen presentar hojas sumergidas diferentes a las natantes, fenómeno que se conoce como dimorfismo foliar. Los hidrófitos flotantes libres (*Eichhornia crassipes*, jacinto de agua), como su nombre lo indica, flotan libremente sobre

la superficie, sin arraigo al sustrato. Por lo anterior, colonizan remansos de poca corriente o cuerpos acuáticos lénticos sin corriente. Generalmente forman embalsados o camalotales que son disgregados por los animales o el hombre y transportados por el viento o el agua en épocas de inundación. En comparación con estos tres tipos de hidrófitos, a los helófitos se les considera plantas acuáticas emergidas (Ramírez y Stegmaier, 1982).

Considerando las formas de crecimiento en que se pueden clasificar las plantas acuáticas chilenas, existen 350 especies emergidas (helófitos), lo que corresponde a más de un 80 por ciento de toda la flora. Del resto de plantas acuáticas (hidrófitos), 37 son sumergidas, 14 natantes y 14 flotantes libres (véase el cuadro 1).

***Cuadro 1*. Especies por forma de crecimiento.**

Forma de crecimiento		Especies	Porcentaje
Helófitos:	Emergidos	350	84,34
Hidrófitos:	Sumergidos	37	8,92
	Natantes	14	3,37
	Flotantes libres	14	3,37
Total		415	100

ZONACIÓN Y SUCESIÓN

De acuerdo a las formas de crecimiento descritas anteriormente, las plantas acuáticas y palustres se disponen en las riberas de los cuerpos acuáticos, en franjas paralelas a la orilla. Desde el agua libre hasta la tierra con vegetación terrestre, se establecen cinturones de plantas sumergidas, plantas natantes, plantas emergidas. En cuerpos acuáticos sin corriente se puede agregar una franja intermedia de plantas flotantes libres. En esta zonación se producen procesos dinámicos de transporte y acresión de sedimentos y de depositación de materia orgánica descompuesta, lo que levanta el fondo y hace disminuir la profundidad del agua. De esta manera, la franja más cercana a la tierra puede invadir aquella contigua pero más cerca del agua libre, la que se ve obligada a avanzar hacia el centro del cuerpo acuático. En este proceso, llamado sucesión, la vegetación palustre y terrestre va invadiendo el cuerpo de agua, lo que en el largo plazo provocará su colmatación, siempre que no exista corriente o profundidad que lo impidan (Ramírez et al. 2004). Debido a este proceso natural, los ambientes acuáticos límnicos se consideran efímeros (en tiempo geológico), es decir, desaparecerán por embancamiento (San Martín et al. 1999).

DISTRIBUCIÓN EN CHILE

Sólo cuatro especies de hidrófitos se presentan a lo largo de todo el país: *Potamogeton berteroanus*, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum quitense* y *Azolla filiculoides*. Las tres primeras son sumergidas arraigadas y pueden crecer en aguas salobres. La última es una especie de helecho flotante libre en superficie, que crece de preferencia en aguas lénticas eutroficadas. Con amplia distribución tenemos además a *Potamogeton pectinatus*, *P. strictus*, *Ruppia filifolia*, Isete, *Lilaeopsis macloviana*, *Myriophyllum aquaticum* y *Lemna gibba*. Prospectadas en un solo lugar en Chile figuran: *Potamogeton reniacoensis*, *P. gayi*, *P. obtusifolius* y *Aponogeton distachyon* (Ramírez et al. 1986).

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA

En la zona endorreica del extremo norte del país, sólo en el altiplano, se presentan lagos, lagunas y bofedales como lugares de vida para macrófitos. Estos cuerpos acuáticos se alimentan del agua de la lluvia del invierno boliviano, la que retienen debido a su escaso drenaje. En torno a estos cuerpos de agua se desarrolla la vida del altiplano y por ello reciben un importante aporte de nutrientes y materia orgánica proveniente de residuos domésticos. En el espejo de agua de estas lagunas (cotas) crecen hidrófitos flotantes libres como la flor del pato y las lentejas de agua, que cubren toda la superficie. Además, como especies sumergidas arraigadas prosperan el huiro rojo, un pasto pinito y un luchecillo nativo. En torno a estas lagunas hay una zona de mayor humedad edáfica, cubierta por plantas palustres que crecen formando cojines, como las llaretas *Oxychloe andina* y *Patosia clandestina*. En arroyuelos que cruzan estos bofedales se pueden encontrar berros que, aunque comestibles, son indicadores de contaminación orgánica. Un helófito importante en las lagunas altiplánicas es la totora (*Scirpus californicus*) con la cual se han construido y mantenido las culturas indígenas entre California y Tierra del Fuego. Esta planta les sirve como material de construcción de islotes, vivienda y embarcaciones y su rizoma, que crece enterrado en el fango, es comestible.

En la zona arreica del desierto, donde no hay escurrimiento de agua, sólo es posible encontrar hábitat para macrófitos en pequeñas lagunas y arroyuelos de los salares ubicados en la alta cordillera. Debido al contenido en sales de estos cuerpos de agua, sólo pueden ser colonizados por halófitos, plantas tolerantes a la salinidad. Importantes son las especies *Ruppia filifolia* y *Zannichellia palustris* (pelos de marisma), que crecen sumergidas, en lugares con algo de corriente. En los biotopos más secos se encuentra el cachiyuyo, *Distichlis spicata*.

En el desierto chileno de Atacama, es importante mencionar la presencia del río Loa, cuyos pequeños valles dan lugar a la formación de oasis, donde abundan los helófitos y algunas hidrófitos con carácter de halófitos. Entre estos últimos figuran el género *Ruppia* y *Z. palustris*. Plantas palustres abundantes son la totora, el vatro (*Typha angustifolia*) y algunas cortaderas. Estos oasis son lugares cultivados desde épocas anteriores a la Conquista, por lo tanto, su vegetación está afectada por la acción humana.

Del Norte Chico al sur se inicia la zona exorreica, en la cual los ríos que nacen de los Andes llegan al mar. En el Norte Chico, sus ríos correntosos y pedregosos no permiten la sobrevivencia de plantas acuáticas. En sus riberas es



Las plantas acuáticas se distribuyen en muchas clases, órdenes y familias diferentes del reino vegetal. Se trata de plantas que volvieron al hábitat primitivo, el agua, del cual evolucionaron sus homólogas terrestres. Conforman el primer eslabón de varias cadenas tróficas y sirven de lugar de refugio, alimentación y anidamiento de numerosos animales, especialmente de aves.
Foto: Nicolás Piwonka.

posible encontrar un matorral donde abundan especies de helófitos leñosos, como el sauce amargo (*Salix humboldtiana*) y la brea (*Pluchea absinthioides*), acompañados por la limpiaplata, una hierba de gran tamaño. Sin embargo, en la cercanía del mar la corriente se aquieta y permite la formación de remansos y lagunas salobres, donde abundan especies acuáticas y palustres. Estas lagunas salobres, que suelen estar bastante eutroficadas, se conocen con el nombre de albuferas y en ellas se encuentran huiros, un luchecillo nativo (*Elodea potamogeton*) y *Z. palustris*. Sobre el agua flotan libremente algunas lentejas de agua y la hierba guatona. En torno a las lagunas se forma una franja de pantano, dominado por el vatro. En lugares más extremos aparecen cojines de marismas con halófitos de pequeño tamaño, como la hierba sosa (*Sarcocornia fruticosa*).

En Chile central se encuentra una gran cantidad y variedad de cuerpos de agua dulce, entre ellos albuferas, arroyos, embalses, canales de regadío, arroyuelos y lagunas efímeras primaverales. Por la anterior, la mayor diversidad de plantas acuáticas y palustres de Chile se encuentra en esta zona, especialmente en la V Región. Las lluvias invernales transforman los arroyos y arroyuelos en torrentes que pueden causar grandes daños a instalaciones humanas. Además, provocan una gran fluctuación estacional en la vegetación hidrófila (San Martín et al. 2001) debido a que las plantas son arrastradas por la corriente y sólo logran recuperarse en primavera. Posteriormente, al aumentar la sequía, las lagunas se secan y se produce la muerte de las poblaciones de plantas, como los embalsados o camalotales del jacinto de agua.

En arroyos, arroyuelos y canales de regadío abundan el huiro rojo y el luchecillo chileno, que suele transformarse en una plaga. Un importante número de estas plantas acuáticas y palustres se transforman en malezas perjudiciales en los cultivos de arroz, que deben permanecer inundados; entre ellas, el hualcacho, la hualtata y el té de burro (San Martín et al. 1983). En las riberas de los arroyos se forma una exuberante vegetación palustre donde abundan hierbas altas, totoras y arbustos. Entre estos últimos es común el culén (*Psoralea glandulosa*) y *Lobelia excelsa*. De la misma forma los embalses que reciben sedimentos provenientes de la erosión de los suelos adyacentes comienzan a ser invadidos por estas plantas.

En el litoral de esta región abundan albuferas salobres pequeñas, como la laguna el Peral (Ramírez et al.1987) o de mayor superficie como el lago Vichuquén (Ramírez et al. 2004). Todas ellas están siendo colmatadas por la vegetación acuática que se ha incrementado mucho en los últimos años, debido a una eutrofización, provocada principalmente por las aguas servidas de viviendas de veraneo. Entre las especies que causan problemas figuran el *Potamogeton lucens* (huiro verde), *P. berteroanus* (huiro rojo), el ceratófilo, un pasto pinito y los luchecillos, tanto nativos como introducidos. Las riberas están siendo también colonizadas por un abundante totoral. Estas albuferas colmatadas son lugar de vida para

aves y mamíferos acuáticos, y no son aptas para la recreación ni la práctica de deportes náuticos.

En los espinales de *Acacia caven* y también en terrenos planos en las cercanías del litoral, donde fluyen arroyos de agua dulce (chorrillos), se forman lagunas primaverales que se secan en la época estival. En estas lagunas encuentran refugio una buen número de plantas hidrófilas nativas que tienen problemas de conservación, tales como el trébol de agua (*Marsilea mollis*).

En la regiones de La Araucanía y de Los Lagos (zona centro-sur) también abundan los cuerpos acuáticos, ríos, arroyos, arroyuelos, lagos, lagunas, albuferas, etc. Pero la diversidad de macrófitos es menor, seguramente debido a la menor temperatura que restringe el desarrollo de las formas natantes y flotantes libres. En este caso, entre los hidrófitos abundan las especies de huiro, pasto pinito y luchecillos sumergidos y arraigados al sustrato. En los lagos la flora acuática propiamente tal es más bien pobre; quizás las especies más abundantes y frecuentes sean isete, *Litorella australis*, *Eleocharis pachycarpa* (quilmén), la flor de la piedra y un pasto pinito. Todas ellas crecen en aguas bastante oligotróficas. Cuando los lagos se contaminan y hay mayor disponibilidad de nutrientes, las especies acuáticas comienzan a colonizar los sectores más someros, lo que puede traer problemas de embancamiento. En este caso prosperan huiros, luchecillos y la hierba del pato, principalmente. En la región de Chol-Chol aparecen microlagunas primaverales, que también sirven de refugio a especies nativas como *Navarretia involucrata* y *Nierembergia repens* (Ramírez et al. 1994).

En las riberas de los lagos existe una abundante vegetación palustre, que crece en sectores con mucha humedad edáfica, arroyos y arroyuelos que desembocan al lago y en los pantanos ribereños. En los primeros aparecen bosques pantanosos en los cuales dominan el temo y la pitra. En arroyos y arroyuelos aparecen especies de aguas limpias y corrientes, como *Mimulus cupreus* y *Verónica anagallis-aquatica*. En los pantanos ribereños abundan hierbas higrófilas tales como *Anagallis alternifolia*, la orquídea *Habenaria paucifolia* y la margarita del pantano (*Aster vahlii*). Junto a ellos también se pueden desarrollar amplios totorales, dependiendo de la sedimentación de la orilla por erosión.

En el curso de los ríos de cordillera a mar de la región centro-sur de Chile se diferencian claramente crenón, ritrón y potamón. Los dos primeros sectores del río presentan mucha corriente y fondos pedregosos de cantos rodados por lo que la vegetación acuática es prácticamente inexistente. Sin embargo, en el potamón, el acopio de sedimento que rellena el fondo y la disminución de la corriente permiten la colonización de numerosos helófitos e hidrófitos. Entre las especies sumergidas y arraigadas al fondo figuran nueve huiros, *Z. palustris, Myriophyllum aquaticum* y *Juncus bulbosus*. Con hojas natantes son frecuentes el loto, el ahuiranque, el clavito de agua (*Ludwigia peploides*) y *A. distachyon*. Todas estas especies colonizan remansos y bañados adyacentes a los ríos. En lagunas es posible encontrar la especie carnívora manguera. Las riberas del potamón de estos ríos presentan extensas zonas de pantanos dulceacuícolas en su parte superior y marismas, cerca de la desembocadura. En los pantanos habita una interesante y rica flora palustre integrada por especies, tales como el vatro, la totora y el carrizo (*Phragmites australis*), además de la cortadera, la cortadera azul y varias especies de junquillos.

En arroyos eutroficados, es posible encontrar la estrella de agua (*Callitriche verna sin. C.Stagnalis*) y un berro, especies que indican alta contaminación orgánica y riqueza de nutrientes. En canales de drenaje que se secan en verano aparecen algunos junquillos anuales y el pasto *Glyceria multiflora*.

En Chile austral disminuye el número de especies de la flora hidrófila; sin embargo, estas pocas especies crecen en poblaciones de alta cobertura. Muy importante son *Potamogeton stenostachys* y *M. quitense*. La primera presenta hojas natantes en primavera y la segunda, hojas aéreas cuando florece. En los pantanos abundan totora y junquillos. También destaca la especie introducida desde Europa, el pinito de agua (*Hippuris vulgaris*), en lagunas.

Al considerar los humedales turbosos, tanto pulvinados como esfagnosos, la cantidad de helófitos chilenos se incrementa en forma considerable (San Martín et al. 2004). Esos ambientes son pantanos fríos, muy oligotróficos, donde crecen especies herbáceas pulviniformes (acojinadas) como *Donatia fascicularis*, el musgo *Sphagnum magellanicum* y arbustos bajos. La pobreza en nutrientes se refleja en la presencia de plantas insectívoras *Pinguicula chilensis*, *P. antarctica* (violetas del pantano) y *Drosera uniflora* (rocío de sol).

Tanto en Chile central como en el centro-sur existen bosques pantanosos que permanecen anegados varios meses en el año; incluso los ubicados en Chiloé lo están todo el año. Estos bosques pantanosos de mirtáceas, también llamados hualves, están formados por pitra y chequén en Chile central, por temo y pitra en el centro-sur de Chile y por tepú en la cordillera costera, de Valdivia a Chiloé. En estos bosques pantanosos está siempre presente el canelo, un árbol de lugares húmedos muy frecuente en Chile. Los tepuales de Chiloé son un tipo de bosque húmedo muy especial porque el tepú crece con troncos horizontales, formando un estrato sobre el agua, del cual salen tallos verticales (Ramírez et al. 1996).

SINGULARIDADES DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS

Hay varias plantas acuáticas medicinales colectadas en forma intensiva, lo que pone en peligro su sobrevivencia, por ejemplo *Geum queyllon* (hierba del clavo). Los macrófitos comestibles son escasos, pero quizás los más conocidos son los llamados berros (*Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Mimulus luteus*) que se consumen como ensalada y que crecen en arroyos generalmente contaminados con residuos orgánicos. Muchos macrófitos tienen utilidad como plantas ornamentales de lagunas y piletas artificiales o en acuarios, por ejemplo, *Nymphaea alba*, *Eichhornia crassipes* y *Aponogeton distachyon*. Las vistosas inflorescencias de los vatros son usadas secas para decoración; las totoras, vatros y carrizos como materia prima en todo tipo de construcciones ligeras, en mueblería, cestería y otras artesanías. Con el tallo del carrizo se fabrican instrumentos musicales. Un aspecto

relevante en estas plantas es su utilidad como indicadores ecológicos de calidad de agua y algunas han sido empleadas con éxito como purificadoras de aguas eutroficadas y contaminadas artificial wetlands. Los luchecillos tienen aplicación como material didáctico.

TOXICIDAD

Existen plantas acuáticas y palustres en Chile con propiedades tóxicas que pueden provocar accidentes fatales, tanto para el ganado, como también para el hombre, por ejemplo *Conium maculatum* (cicuta), *Coriaria ruscifolia* (deu), *Galega officinalis* y *Senecio aquaticus*. Algunas especies de *Ranunculus* y *Juncus dombeyanus* tienen propiedades abortivas. *Urtica dioica* (ortiga), es un helófito anual con pelos urticantes, que irrita la piel.

Numerosas plantas acuáticas y palustres tienen el carácter de malezas y de plantas invasoras. En los arrozales de Chile central suelen causar serios problemas, impidiendo incluso la cosecha (San Martín et al. 1983). Las especies sumergidas, que proliferan en condiciones de eutroficación, provocan embancamientos de cuerpos de agua, impidiendo su utilización. Su retiro mecánico implica un alto costo. Por otra parte, si la cosecha se deja secar muy cerca de la orilla, los nutrientes volverán al ambiente acuático (Ramírez et al. 2004).

CONSERVACIÓN DE LA FLORA ACUÁTICA CHILENA

Aunque no existen estudios científicos al respecto, de acuerdo a la información bibliográfica y a nuestra experiencia en terreno, es posible señalar que *Hydrochleis nymphoides*, *Pistia stratiotes* y *Salvinia auriculata*, especies introducidas en la V Región, ya han desaparecido. La única especie nativa que podría considerarse extinta es *Potamogeton reniacoensis*, que crecía en una laguna en Reñaca.

Como vulnerables pueden considerarse a Isete y *P. stenostachys* de lagos y lagunas andinas muy susceptibles a la eutroficación. En arroyos y arroyuelos del interior de los bosques valdivianos, presentan este estado, *Pilea elegans* y *P. elliptica*.

Hay varias especies que se consideran escasamente conocidas y, por lo tanto, es difícil establecer su estado de conservación, por ejemplo, *Elatine triandra*, *Habenaria paucifolia*, *Pilularia americana*, *Lilaea scilloides*, *Potamogeton obtusifolius*, *P. gayi*, *Gnaphalium cymatioides* y *Nierenbergia repens*.

Bibliografía

Hauenstein, E., C. Ramírez y M. González. 1992. "Comparación de la flora macrofítica de tres lagos del centro-sur de Chile (Budi, Llanquihue y Cayutue)". Revista Geográfica de Valparaíso, 23: 175-193.

Pisano, E. 1976. "Cormófitos acuáticos de Magallanes". Anales Instituto de la Patagonia, 7: 115-136.

Ramírez, C. y C. San Martín. 2005. "Diversidad de macrófitos chilenos". En: I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter y C. Ramírez (eds.), Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 21-61.

Ramírez, C. y E. Stegmaier. 1982. "Formas de vida en hidrófitos chilenos". Medio Ambiente, 6(1): 43-54.

Ramírez, C., D. Contreras y J. San Martín. 1986. "Distribución geográfica y formas de vida en hidrófitos chilenos". Actas VIII Congreso Nacional de Geografía, Publicación especial Instituto Geográfico Militar de Chile, 1: 103-110.

Ramírez, C., C. San Martín y J. San Martín. 1996. "Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile central". En: J.J. Armesto, M.T.K. Arroyo y C. Villagrán (eds.), Ecología del bosque nativo de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 215-234.

Ramírez, C., C. San Martín y J. San Martín. 2004. "Colmatación por macrófitos del complejo lacustre Vichuquén (VII Región, Chile) y clave de determinación". Revista Geográfica de Chile Terra Australis, 49: 179-196.

Ramírez, C., C. San Martín, D. Contreras & J. San Martín. 1994. "Estudio fitosociológico de la vegetación pratense del valle del río Chol-Chol (Cautín, Chile)". *Agro Sur* 22(1): 41-56.

Ramírez, C., J. San Martín, C. San Martín y D. Contreras. 1987. "Estudio florístico y vegetacional de la laguna El peral, Quinta Región de Chile". Revista Geográfica de Valparaíso, 18: 105-120.

Rodríguez, R. y V. Dellarosa. 1998. Plantas vasculares acuáticas en la región del Bío-Bío. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción. 38 pp.

San Martín, C., J. Barrera & C. Ramírez. 1998. "Dispersal mechanism and germination of *Aponogeton distachyon* L. f. in Valdivia, Chile". Phyton, 63(1/2): 31-38.

San Martín, C., C. Ramírez y M. Álvarez. 2004. "Estudio de la vegetación de 'Mallines' y 'Campañas' en la Cordillera Pelada (Valdivia, Chile)". Revista Geográfica de Valparaíso, 35: 261-273.

San Martín, C., C. Ramírez y P. Ojeda. 1999. "Distribución de macrófitos y patrones de zonación ribereña en la cuenca del río Valdivia, Chile". Revista Geográfica de Valparaíso, 30: 117-126.

San Martín, C., C. Ramírez, J. San Martín y R. Villaseñor. 2001. "Flora y vegetación del estero Reñaca (V Región, Chile)". Gayana Botánica, 58(1): 31-46.

San Martín, J. & C. Ramírez. 1983. "Flora de malezas en arrozales de Chile Central". Ciencia e Investigación Agraria, 10(3): 207-222.

Páginas siguientes: **Entre los vegetales que forman parte de los bosques encontramos innumerables plantas que crecen sobre los árboles, plantas que usan a los árboles como apoyo y especies que viven en el suelo o sotobosque, como las de esta fotografía tomada en el Parque Pumalín, donde destacan arbustos, helechos, hierbas, musgos, hongos y líquenes.** Foto: Nicolás Piwonka.





HONGOS*

GIULIANA M. FURCI

Los hongos se encuentran repartidos ampliamente y ocupan todos los ambientes.

Existen hongos de todos los tamaños, desde los microscópicos (de milésimas de milímetro) hasta las grandes setas (con tamaños superiores a un metro), y de todos los colores, texturas y formas.

Están compuestos por filamentos (hifas) que son hileras de células. En algunas especies estos forman una red o micelio que permanece en el sustrato todo el año. Las setas y otras formas visibles son solamente los cuerpos fructíferos del organismo, que se encuentran sólo en determinadas épocas del año, bajo ciertas condiciones ambientales. En la mayoría de los casos viven por períodos muy cortos.

Son hongos los mohos que proliferan al pudrirse cualquier materia orgánica, así como los causantes de plagas en la agricultura —como es el caso del cornezuelo del centeno y del trigo—, y de enfermedades de la piel como son las micosis cutáneas. También lo es la levadura que se usa para la elaboración del pan y la cerveza, los que dan aromas a los quesos y los que se utilizan para la obtención del antibiótico que cambió la historia del ser humano, la penicilina (*Penicillium nonatum*). Así, el hombre continuamente está conviviendo, padeciendo y disfrutando de los hongos y sus consecuencias.

Existen más de 50 mil especies de hongos en el mundo y tradicionalmente se les ha incluido en el reino vegetal, considerándolos como plantas sin clorofila. En las clasificaciones recientes de los seres vivientes, los hongos se agrupan en un conjunto distinto: el Reino Fungi, que reúne a los organismos que se alimentan por absorción.

Los hongos son organismos fundamentales en la degradación de la materia orgánica, en los flujos de nutrientes, y en diferentes tipos de simbiosis, por ejemplo los líquenes (hongos y algas en simbiosis). Son heterótrofos y pueden ser saprófitos, parásitos o simbióticos. Los hongos se desarrollan prefentemente en lugares húmedos y oscuros, ya que no necesitan de la luz para sobrevivir.

* Este artículo repasa brevemente los aspectos más generales del Reino Fungi, y es una breve descripción de algunas de las especies de Macromycetes presentes en Chile, puesto que es un reino extremadamente complejo y presente en todos los aspectos de la vida.

El aparato esporífero, también llamado carpóforo, puede tener diferentes formas: con pie y sombrero (callampa o seta), globoso, terraza (oreja de palo), coraloide (changle), colmena de abeja (morilla), bastón, gelatinoso, copa, disco, planos, abovedados, y otras.

BREVE HISTORIA DE SU CONOCIMIENTO EN CHILE

El estudio del reino fungi en Chile se ha desarrollado muy lentamente y son más bien escasas las publicaciones que dan cuenta de las especies presentes en el territorio.

En 1852, Claudio Gay muestra cuerpos fructíferos de hongos chilenos en su obra "Historia Física y Política de Chile". En el último siglo, el estudio de hongos chilenos destaca a micólogos como el botánico argentino Carlos Spegazzini, quien en 1910 publicó "Fungi Chilensis", y también algunas revisiones en la Revista Chilena de Historia Natural en los años 1923 y 1924. Marcial R. Espinosa, en 1916, publicó en el Boletín del Museo Nacional, su "Contribución al Conocimiento de los Hongos Chilenos" y en los años 1921 y 1926, escribió en la Revista Chilena de Historia Natural, sobre los géneros *Fomes* (orejas de palo) y *Cyttaria* (digüeñes). Por otra parte, el micólogo alemán Rolf Singer escribió su libro "Mycoflora Australis", en 1969; también destacan varios estudios realizados en la Patagonia entre los años 1949 y 1969.

Micólogos como Mehinhard Moser, Norberto Garrido, Eduardo Valenzuela, Eduardo Piontelli (editor del Boletín Micológico), Egon Horak e Irma Gamundí, han aportado mucho al conocimiento de las especies presentes en el país. Uno de los aportes más valiosos es el de Waldo Lazo, cuyo libro "Hongos de Chile", publicado en el año 2001, es actualmente una valiosa guía de campo de hongos chilenos, junto con "Hongos de los Bosques Andino-Patagónicos", de I. Gamundí y E. Horak, que también describe especies presentes en Argentina.

La autora de este artículo tiene un catastro de cerca de 250 especies presentes en Chile, algunas de las cuales nunca han sido descritas para el país. En noviembre del año 2007, se publicaron 80 especies en una guía de campo titulada "Fungi Austral" (ver bibliografía).

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

En Chile existen muchas especies de hongos, aunque es difícil encontrar fructificaciones fúngicas en el norte del país, debido a la aridez del clima. Desde la IV Región hacia el sur se encuentran diversas especies, a menudo de colores y formas notables. En general se encuentra más variedad de especies en otoño que en primavera, aunque esta última estación tiene valiosas especies comestibles como las morillas (*Morchella* spp.), los digüeñes (*Cyttaria* spp.), y la *Fistulina hepatica*.

Al igual que la flora y fauna, los hongos constituyen una parte importante de las especies presentes en los ecosistemas de Chile. Su importancia no es conocida por la mayoría de los habitantes, salvo en la dimensión alimentaria (champiñones, digüeñes, pan del indio, loyo, morillas, changle, gargal, entre otros).

Tomando como base la distribución fitogeográfica, es posible describir las condiciones para el desarrollo de la micoflora y ejemplos de algunas especies presentes en el país.

Región andina

El rocío matinal humedece los suelos, aportando el agua necesaria para el desarrollo de los aparatos esporíferos de las especies presentes y posibilitando el crecimiento de cuerpos fructíferos en suelos asociados a especies vegetales de la zona. No se ha hecho un catastro de la micoflora del norte de Chile, pero lugareños hablan de la presencia de setas en primavera y verano. Es importante señalar que muchas especies tienen límites de distribución altitudinal.

Región del desierto

Las nieblas matinales y ocasionales lluvias gatillan la fructiferación de hongos poco conocidos que viven en el desierto de Atacama. Es preciso recorrer la zona pocos días después de la lluvia para identificar las especies presentes, aunque se carece de un catastro de los hongos que se desarrollan cuando el desierto florece.

Región chileno-central

Esta zona alberga a numerosas especies del género *Geastrum*, las estrellas de tierra y otra estrella llamada *Myriostoma coliforme*, y también el espectacular carpóforo de *Clathrus gracilis*. Es común encontrar grandes cuerpos fructíferos del género *Agaricus* (cercano pariente del champiñón cultivado, *Agaricus bisporus*) en potreros y a orilla de los bosques. Este último representa un hábitat muy apropiado para diversas especies de hongos de las clases Basidiomycete y Ascomycete. Grandes carpóforos de pie y sombrero se ven frecuentemente en prados y los restos vegetales de potreros y bosques, como los géneros *Macrolepiota, Volvariella, Coprinus, y Tricholoma*. Algunos son comestibles y otros venenosos, pero el más temido de todos es el llamado sombrero de la muerte (*Amanita phalloides*), cuerpo fructífero responsable de la mayoría de las intoxicaciones letales en Chile. Se desarrolla en bosques de árboles del género *Nothofagus* y también en bosques de coníferas (con preferencia por los bosques mixtos de *Nothofagus* y coníferas). Tiene el sombrero o "píleo" color verde oliváceo, que se descolora con la lluvia, quedando de color blanco.



Digüeñes (*Cyttaria espinosae*). Foto: Carolina Magnasco.



Myriostoma coliforme.



Suillus granulatus.



Lactarius deliciossus.



Gymnopilus spectabilis.



Aecidium magellanicum.



Fistulina hepatica. Fotos: Carolina Magnasco.

Se confunde fácilmente con algunas especies comestibles, especialmente en los estados juveniles.

Las ciudades, sus parques y jardines son el hogar de muchas fructiferaciones fúngicas que suelen pasar inadvertidas en el fragor del movimiento citadino. En medios urbanos, se encuentran hongos comestibles como *Morchella angusticeps, Agaricus campestris* y *Agrocybe cilindracea* que crecen en jardines y árboles de la ciudad. También es posible encontrar algunas especies tóxicas como *Scleroderma flavidum* y hongos del género *Panaeolus*.

En los bosques de pino del centro-sur de Chile, se encuentran los hongos comestibles *Suillus luteus* y *Suillus granulatus* y también *Lactarius deliciossus,* que se cosechan y exportan conservados en salmuera. También están presentes los grandes carpóforos color ferruginoso de *Gymnopilus spectabilis,* que crece sobre tocones de pino y también en árboles vivos o muertos de aromo (*Acacia dealbata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Los aromos también son huéspedes de la especie comestible *Flammulina velutipes* (enoki o enokitake), que es cultivada en Asia, Europa y Norteamérica.

Región andino-patagónica

En los bosques altos de árboles latifolios, se encuentran diferentes cuerpos fructíferos que crecen en las ramas y, en muchos casos, a bastante altura. Entre ellas se encuentra *Aleurodiscus vitellinus*, un hongo gelatinoso de forma cupuliforme, que tiene potencial valor gastronómico. Los restos vegetales en descomposición en los suelos de los bosques son hábitat de varias especies con cuerpos fructíferos coraliformes, como aquellos del género *Ramaria* y *Clavicorona,* y numerosos cuerpos fructíferos pequeños. Es frecuente encontrarse con grandes masas de cuerpos fructíferos de orejas de palo caídas desde lo alto de los árboles. Algunas llegan a medir alrededor de un metro de ancho, como es el caso de ejemplares del género *Bondarzewia*.

Región valdiviana

Los bosques caducifolios. Los bosques de lenga, roble y ñire son hogar de variadas especies del género *Cyttaria* (como el pan del indio) en sus copas y de abundantes *Morchella* en su suelo. Las ramas se pueblan de hongos gelatinosos y algunas pequeñas orejas de palo, como *Trametes hirsutum*, y otras grandes orejas lignícolas, como las del género *Ganoderma*. Los bosques caducifolios son hogar de diversos cuerpos fructíferos, que descomponen las hojas y corteza caídas, como los géneros *Marasmius, Marasmiellus, Mycena*, y *Clavaria.*

Los bosques siempreverdes. Se encuentra una diversidad de especies, según la edad y flora de los bosques nativos, destacando los pequeños y delicados carpóforos del género *Mycena*, la gran oreja de palo *Ganoderma australe*, y el boleto chileno *Boletus loyo* (loyo). Esta región también es hogar de *Griffola gargal* y *Ramaria flava*, ambos comestibles. En el sotobosque, resaltan la callampa morada y viscosa *Cortinarius magellanicus*, la especial *Leotia lubrica* y varios cuerpos fructíferos de diferentes formas, como *Trametes versicolor* y *Anthracophyllum dicolor*. En los bosques de tepú (*Tepualia stepularis*), se encuentra una "joya fúngica" llamada *Laternea triscapa* que tiene un olor muy fuerte y desagradable, con el cual atrae moscas y otros insectos. Los bosques de coigüe son huéspedes de numerosos ejemplares de llao-llao (*Cyttaría harioti*), que es cosechado por los habitantes de la zona y a veces comercializado en los mercados locales. Debido a la humedad relativa de estos bosques, se encuentran pequeños Mixomycete en los troncos de los árboles y también especies del orden Pezizales en troncos, corteza y suelo.

Región magallánica

Uno de los cuerpos fructíferos más llamativos es el bejín (*Calvatia utriformis*) que se asemeja a un balón de fútbol. Es comestible en estado juvenil y sus esporas son utilizadas como cicatrizante cuando el carpóforo está maduro. También son frecuentes los cuerpos fructíferos globosos del género *Lycoperdon*. Es común encontrar un hongo parásito del calafate (*Berberis buxifolia*) y la tchelia (*B. ilicifolia*), llamado *Aecidium magellanicum*, que crece en el envés de las hojas y que atrofia el crecimiento del arbusto; se distingue por sus cuerpos fructíferos color naranja, y el color rosado que provoca en el haz de las hojas. Debido al tránsito de animales, conviven especies que se desarrollan sobre estiércol con especies asociadas a la vegetación zonal. Son frecuentes géneros como *Panaeolus* y *Psilocybe*.

A medida que se foresta con especies exóticas (*Pinus, Eucalyptus* y otras), la biodiversidad de la micoflora presente en Chile cambia. En el sotobosque de los pinares en la X Región de Los Lagos, es frecuente ver el agárico de las moscas (*Amanita muscaria*, también llamada micorrhiza de los abedules), junto con *Amanita gemmata* y abundantes ejemplares de *Russula sardonia*. También la IX Región de La Araucanía es hogar de variadas especies, que incluyen hongos tóxicos del género *Paxillus,* y en el estiércol bovino y equino, al interior de los bosques de pino, se encuentran los carpóforos venenosos del género *Panaeolus* y *Psilocybe*. En los bosques de pino de la VIII Región del Biobío es abundante la presencia de *Russula sardonia,* y en la misma área, bajo los bosques de árboles del género *Nothofagus,* se encuentra *Russula major*, dos de las pocas especies de ese género descritas para Chile. Las setas tienen el sombrero de color rojo-morado y después de las lluvias se descoloran para quedar blancas.

Hay que mencionar que la micoflora presente en Chile es menor en número de especies que en otras regiones templadas del mundo. Esto es debido a que el territorio chileno está compuesto en su mayor parte por cordilleras, desierto y glaciares, inhóspitos para la vida de los hongos.

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

Los hongos están presentes en todos los ecosistemas, en las aguas, en el suelo, en el aire, en los prados y en los bosques, y también, con frecuencia, en los distintos tipos de cultivos. Se emplean en la industria alimentaria y farmacéutica, en toda la cadena productiva. Son seres ubicuos, pues



Morchella conica.



Anthracophyllum discolor. Fotos: Carolina Magnasco.

son capaces de vivir sobre prácticamente cualquier sustrato, desde keroseno, aluminio, pinturas y silicona hasta hueso, piel, pelo y papel.

Se encuentran en las raíces de árboles y arbustos, y también en la gran mayoría de las hierbas, fundidos en una profunda simbiosis que provee a las plantas de elementos inorgánicos que son incapaces de sintetizar por sí mismas; a la vez, aquellas abastecen al hongo de sustrato y nutrientes para su vida. Son las micorrhizas, que a menudo se evidencian cuando aparecen setas o cuerpos fructíferos en el perímetro del área ocupada por las raíces, fenómeno popularmente llamado círculo de brujas.

Es importante señalar que, como todos los organismos, los hongos se desplazan en su distribución a través de las esporas para crecer en nuevos ambientes. Por esta razón, la micoflora está en constante cambio y aumento. Las zonas de puerto son muy ricas en diversidad, ya que las esporas se transportan en los contenedores, con productos importados a Chile. La internación al país de nuevas especies vegetales, muchas de las cuales viven con sus micorrhiza, también contituyen una introducción de especies del Reino Fungi.

HONGOS Y AMBIENTE

En general, los hongos son específicos de determinados sustratos y en muchos casos crecen sobre sustratos de determinada edad. Por ejemplo la oreja de palo (*Fomitopsis officinalis*) —que posee propiedades antivirales—, crece en árboles de más de 400 años. Así, es posible determinar el estado y edad de partes de bosques por su micoflora. Otras especies de oreja de palo son muy sensibles a cambios climáticos, y se ven especialmente afectadas por épocas de sequía que, en general, provocan la muerte del ejemplar. El micelio también es altamente sensible a la radiación ultravioleta y en zonas con delgada capa de ozono es común la disminución de la micoflora debido a la muerte del ejemplar por efecto de dicha radiación.

SINGULARIDADES EN CHILE

Al ser específicos de su sustrato, en la mayoría de los casos los cuerpos fructíferos chilenos se encuentran sobre o junto a especies vegetales nativas. Así, el hongo comestible —y muy posiblemente medicinal— *Griffola gargal* (cercano pariente del hongo conocido como maitake (*Griffola frondosa*), se encuentra sobre madera muerta de roble y otros *Nothofagus*. Los digüeñes, llao-llao y otros hongos comestibles del género Cy*ttaría* también son asociados a nuestro país. El carpóforo de la especie *Suillus luteus* (callampa de pino) es conocido como "*Chilean Slippery Jack*" en los países de habla inglesa, especialmente debido a que Chile exporta el hongo seco a Estados Unidos y países de Europa. También está presente una oreja de palo o yesquero llamada *Ganoderma australe* que crece, como bien dice su nombre, en Chile austral.



Russula sardonia.



Calvatia utriformis.



Amanita muscaria. Fotos: Carolina Magnasco.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

El apoyo financiero para la investigación y difusión de los hongos es escaso, pero además no hay carreras que ofrezcan la especialidad de micología en Chile, lo que obliga a los futuros micólogos chilenos a estudiar en el extranjero o simplemente estudiar micología básica a través de diversas carreras, como microbiología, biología, agronomía o carreras forestales. La ausencia de asociaciones micológicas también se hace patente a la hora de querer recolectar o identificar una especie.

Se hace cada vez más imprescindible conocer las especies del Reino Fungi con las cuales convivimos y que, a la vez, son piezas fundamentales de nuestros bosques, costas y praderas, porque también hay una gran cantidad de hongos no comestibles, venenosos, alucinógenos y hasta mortales. Solamente a través de la educación en el reconocimiento de esas especies se pueden evitar intoxicaciones letales, como las que ocurren en Chile todos los años.

Esto resulta contradictorio con el gran interés que los hongos suscitan en la mayoría de las personas, que, sin saber siquiera que se tratan de un reino aparte, conocen una serie de mitos populares acerca de sus usos y efectos.

Bibliografía

Ainsworth, G. C. 1971. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. CAB International.

Espinosa, M. 1916. "Contribución al conocimiento de los hongos chilenos". Boletín del Museo Nacional, Chile: 65-94.

Furci, G. 2007. Fungi Austral, Guía de Campo de los Hongos más Vistosos de Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera.

Gajardo, R. 1995. La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria.

Gamundí, I. y E. Horak. 1993. Hongos de los bosques Andino-Patagónicos. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

Herrera, T y M. Ulloa. 1998. El reino de los hongos, micología básica y aplicada. FCE / UNAM, México.

Lazo, W. 2001. Hongos de Chile Atlas Micológico. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

Los hongos chilenos del género Cyttaría Berk. 1926. Revista Chilena de Historia Natural: 206-256.

Singer, R. 1969. Mycoflora australis. Verlag Von J. Cramer, Alemania.

Sobre las especies chilenas del género Fomes. 1921. Revista Chilena de Historia Natural: 321-343.

Valenzuela, E. 1998. Guía de campo para setas (Agaricales) de la Isla Teja, Valdivia. Universidad Austral de Chile.

LISTADO DE ESPECIES

Algunas de las especies más vistosas que se encuentran en nuestro país figuran en la siguiente lista.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Efecto
Aecidium magellanicum	Pucciniaceae	Roya	
Agaricus arvensis	Agaricaceae	Champiñón	Comestible
Agaricus augustus	Agaricaceae	Champiñón	Comestible
Agaricus bisporus	Agaricaceae	Champiñón	Comestible
Agaricus campestris	Agaricaceae	Champiñón	Comestible
Agaricus silvaticus	Agaricaceae	Champiñón	Comestible
Agaricus xanthodermus	Agaricaceae		Tóxico
Agrocybe cilindracea (A. Aegerita)	Bolbitiaceae	Pioppino	Comestible
Aleuria aurantia	Pezizaceae		Comestible
Aleurodiscus vitellinus	Aleuriaceae		
Amanita gemmata	Amanitaceae		Tóxico
Amanita muscaria	Amanitaceae	Agárico de las moscas	Tóxico
Amanita phalloides	Amanitaceae	Sombrero de la muerte	Tóxico
Amanita rubescens	Amanitaceae		Comestible cocida
Amanita toxica	Amanitaceae		Tóxico
Anthracophyllum discolor	Marasmiaceae		
Armillariella mellea	Marasmiaceae	Pique	Comestible
Bjerkadera adusta	Hapalopilaceae		
Bolbitius vitellinus	Bolbitiaceae		
Boletus loyo	Boletaceae	Loyo	Comestible
Bondarzewia guaitecasensis	Bondarzewiaceae		
Bovista brunnea	Lycoperdaceae	Puff	
Bovista plumbea	Lycoperdaceae	Puff	
Calvatia utriformis	Lycoperdaceae	Bejín	Comestible
Calocera cornea	Dacrymycetaceae		
Camarophyllus adonis	Hygrophoraceae		
Campanella alba	Marasmiaceae		
Cheilymenia coprinaria	Pyronemataceae		
Clathrus gracilis	Phallaceae		
Clavaria acuta	Clavariaceae		
Clavaria zollingerii	Ramariaceae		
Clavicorona turgida	Auriscalpiaceae		
Coprinus atratamentarium	Coprinaceae		Tóxico
Coprinus comatus	Coprinaceae		Comestible luego tóxico
Coprinus disseminatus	Coprinaceae		
Coprinus domesticus	Coprinaceae		
Coprinus micaceus	Coprinaceae		
Coprinus niveus	Coprinaceae		
Coprinus patouillardii	Coprinaceae		
Cortinarius magallanicus	Cortinariaceae		
Cortinarius violaceus	Cortinariaceae		Comestible
Crepidotus mollis	Cortinariaceae		
Crucibulum crucibuliforme	Nidulariaceae	Nido de pájaro	
Cyathicula chlorosplenoides	Helotiaceae		
Cyathus olla	Nidulariaceae	Nido de pájaro	
Cyathus stercoreus	Nidulariaceae	Nido de pájaro	

Nombre científico	Familia	Nombre común	Efecto
Cyathus striatus	Nidulariaceae	Nido de pájaro	
Cystoderma amianthinum	Tricholomataceae		
Cyttaria darwinii	Cyttariaceae	Pan del indio	Comestible
Cyttaria espinosae	Cyttariaceae	Digüeñe, Pinatra	Comestible
Cyttaria harioti	Cyttariaceae	Llao-llao, Pinatra	Comestible
Cyttaria hookeri	Cyttariaceae	Digüeñe mohoso del ñire	
Cyttaria johowii	Cyttariaceae	Digüeñe mohoso del coigüe	
Daldinia concentrica	Xylariaceae		
Daedalea quercina	Fomitopsidaceae		
Descolea antartica	Cortinariaceae		
Disciotis venosa	Morchellaceae		
Enteridium lycoperdon	Reticulariaceae		
Favolaschia antarctica	Marasmiaceae		
Flammulina velutipes	Marasmiaceae	Enokitake	Comestible
Fistulina hepatica	Fistulinaceae	Lengua de vaca	Comestible
Fomes fomentarius	Polyporaceae		
Ganoderma australe	Ganodermataceae	Oreja de palo	Medicinal
Ganoderma applanatum	Ganodermataceae	Oreja de palo	Medicinal
Ganoderma floriforme	Ganodermataceae	Oreja de palo	Medicinal
Galiella coffeata	Sarcosomataceae		
Geastrum fornicatum	Geastraceae	Estrella de tierra	
Geastrum minimum	Geastraceae	Estrella de tierra	
Geastrum pectinatum	Geastraceae	Estrella de tierra	
Geastrum saccatum	Geastraceae	Estrella de tierra	
Geastrum triplex	Geastraceae	Estrella de tierra	
Geoglossum nigritum	Geoglossaceae		
Grifola gargal	Meripilaceae	Gargal	Comestible
Gymnopilus purpuratus	Cortinariaceae		Tóxico
Gymnopilus spectabilis	Cortinariaceae		Tóxico
Gyromitra antarctica	Discinaceae	Chicharrón de monte	Tóxico
Hericium clathroides	Hericiaceae		
Heterotextus alpinus	Dacrymycetaceae	Caca de los duendes	
Hohenbuehelia nigra	Pleurotaceae		
Hygrocybe chlorophana	Tricholomataceae		Comestible
Hygrocybe coccinea	Tricholomataceae		Comestible
Hygrocybe conica	Tricholomataceae		Tóxico
Hygrocybe miniata	Tricholomataceae		
Hygrocybe psittacina	Tricholomataceae		
Hygrocybe punicea	Tricholomataceae		
Hypholoma fasciculare	Strophariaceae		Tóxico
Inocybe lacera	Cortinariaceae		Tóxico
Inocybe sindonia	Cortinariaceae		Tóxico
Laccaria amethystina	Hydnangiaceae		Comestible
Laccaria laccata	Hydnangiaceae		Comestible
Lactarius deliciosus	Russulaceae	Lactario	Comestible
Lactarius pubescens	Russulaceae		Tóxico
Laetiporus sulphureus	Polyporaceae		
Laternea triscapa	Phallaceae		
Leotia lubrica	Leotiaceae		
Lepiota cristata	Agaricaceae		Tóxico

Nombre científico	Familia	Nombre común	Efecto
Lepiota pantherina	Agaricaceae		
Lepista nuda	Tricholomataceae		Comestible
Lepista sordida	Tricholomataceae		Comestible
Leucocoprinos birnbaumii	Agaricaceae		
Lycoperdon perlatum	Lycoperdaceae	Puff	
Lycoperdon piriforme	Lycoperdaceae	Puff	
Macrolepiota bonaerensis	Agaricaceae		Comestible
Macrolepiota procera	Agaricaceae		Comestible
Marasmiellus alliiodorus	Marasmiaceae		
Marasmius alliaceus	Marasmiaceae		Comestible
Marasmius androsaceus	Marasmiaceae		
Marasmius ramealis	Marasmiaceae		
Melanoleuca melanosarx	Tricholomataceae		
Morchella angusticeps	Morchellaceae	Morilla, Colmenita	Comestible
Morchella conica	Morchellaceae	Morilla, Colmenita	Comestible
Morchella elata	Morchellaceae	Morilla, Colmenita	Comestible
Morchella esculenta	Morchellaceae	Morilla, Colmenita	Comestible
Mycena amygdalina	Tricholomataceae		
Mycena chlorinella	Tricholomataceae		
Mycena chusqueophila	Tricholomataceae		
Mycena cyanocephala	Tricholomataceae		
Mycena epipterygia	Tricholomataceae		
Mycena hematopoda	Tricholomataceae		
Mycena rubella	Tricholomataceae		
Mycena polygramma	Tricholomataceae		
Mycena pura	Tricholomataceae		Tóxico
Myriostoma coliforme	Geastraceae	Estrella de tierra	
Neoclitocybe byssiseda	Tricholomataceae		
Panaeolus retirugis	Bolbitiaceae		Tóxico
Panaeolus sphinctrinus	Bolbitiaceae		Tóxico
Paxillus atromentosus	Paxillaceae		Tóxico
Paxillus boltinoides	Paxillaceae		Tóxico
Paxillus involutus	Paxillaceae		Tóxico
Paxillus panuoides	Paxillaceae		
Paxillus statuum	Paxillaceae		Tóxico
Peziza domiciliana	Pezizaceae		
Pholiota adiposa	Strophariaceae		
Pholiota aurivella	Strophariaceae		
Pholiota squarrosa	Strophariaceae		
Piptoporus betulinus	Fomitopsidaceae		Medicinal
Pleurotus ostreatus	Pleurotaceae	Champiñón ostra	Comestible
Pluteus globiger	Pluteaceae		
Pluteus spegazzinianus	Pluteaceae		
Polyporus varians	Polyporaceae		
Poronia punctata	Xylariaceae		
Postia pelliculosa	Fomitopsidaceae		
Psathyrella atrifolia	Coprinaceae		Tóxico
Psilocybe argentina	Strophariaceae		Tóxico
Psilocybe moelleri	Strophariaceae		Tóxico
Psilocybe semiglobata	Strophariaceae		Tóxico

Nombre científico	Familia	Nombre común	Efecto
Psilocybe semilanceata	Strophariaceae		Tóxico
Ramaria flava	Ramariaceae	Changle, Chandi	Comestible
Ramaria flaccida	Ramariaceae		
Ramaria moelleriana	Ramariaceae		
Ramaria subaurantiaca	Ramariaceae		
Rhizopogon vulgaris	Rhizopogonaceae		
Russula major	Russulaceae		
Russula sardonia	Russulaceae		Tóxico
Sarcoscypha coccinea	Sarcoscyphaceae		
Schizophyllum commune	Schizophyllaceae		Medicinal
Scleroderma flavidum	Sclerodermataceae		Tóxico
Scleroderma verrucosum	Sclerodermataceae		Tóxico
Scutellinia nigrohirtula	Pyronemataceae		
Scutellinia scutellata	Pyronemataceae		
Sphaerobolus stellatus	Geastraceae		
Stereum hirsutum	Stereaceae		
Stereum purpureum	Stereaceae		
Stropharia aurantiaca	Strophariaceae		Tóxico
Suillus luteus	Suillaceae	Callampa de pino	Comestible
Suillus granulatus	Suillaceae	Callampa de pino	Comestible
Telephora terrestris	Thelephoraceae		
Trametes versicolor	Polyporaceae	Yesquero	Medicinal
Tremella mesenterica	Exidiaceae		
Tricholoma fusipes	Tricholomataceae		
Tricholoma pessundatum	Tricholomataceae		Tóxico
Tulostoma sp.	Tulostomataceae		
Volvariella murinella	Pluteaceae		Comestible
Volvariella speciosa	Pluteaceae		Comestible
Xerocomus chrysenteron	Boletaceae		Comestible
Xylaria hypoxylon	Xylariaceae	Fosforitos	
Xylaria polymorpha	Xylariaceae	Fosforitos	

LÍQUENES

GERARDO GUZMÁN

Los líquenes, en términos generales, forman parte del mundo natural a pequeña escala. Son inconspicuos, de pequeño tamaño y suelen confundirse con el sustrato sobre el cual crecen. En la Antigüedad eran clasificados como un grupo natural independiente; en la actualidad se incluyen en el Reino Funji. Estos organismos carecen de clorofila, por lo tanto deben resolver sus requerimientos alimentarios mediante diversas estrategias. Una de ellas consiste en conformar una asociación estable con algas o cianobacterias. En este caso, el hongo (micobionte) desarrolla un hábito macroscópico y las algas son, por lo general, microscópicas y alojan en la estructura interna del hongo. Esta simbiosis tiene muchas variantes, aunque la relación mutual más frecuente es aquella constituida por un micobionte y un fotobionte. En el género *Placopsis*, el micobionte contiene algas verdes pero además contiene estructuras denominados cefalodios, donde el tejido fúngico rodea a un conglomerado de cianobacterias. Otra variante de la simbiosis es aquella conformada por un talo liquénico que contiene hongos liquenícolas.

La simbiosis le ha permitido a los hongos liquenizados colonizar los hábitat más diversos y extremos. Algunos reportes en la literatura indican que se han encontrado líquenes en la Antártica, creciendo varios metros bajo el nivel de las mareas. Además, en la zona de los valles secos, es posible encontrar microlíquenes (criptoendolíticos), de los géneros Acarospora, Buellia, Lecanora y Lecidea, creciendo en los intersticios y poros de las rocas (Friedmann, 1982).[1] Es por eso que quienes postulan la posible existencia de vida en Marte señalan que la única forma viviente capaz de soportar condiciones tan extremas serían los líquenes. La estructura morfológica de estos hongos puede ser muy variada aunque existen tres formas básicas y variantes de ellas:

- Los líquenes crustáceos, que crecen formando costras sobre el sustrato (por ejemplo, *Caloplaca* spp., *Graphis* spp., *Rhizocarpon* spp.);
- Los foliáceos, que asemejan una hoja y cuentan con estructuras especializadas que les permite adherirse al sustrato (por ejemplo, *Umbilicaria*, *Parmelia*, *Menegazzia*);
- Los líquenes fruticulosos, que son de crecimiento erecto o decumbente y semejan, en algunos casos, pequeños árboles o ramas de estos (por ejemplo, *Protousnea* spp., *Ramalina* spp., *Stereocaulon* spp.).

Los líquenes de talo foliáceo y fruticuloso se denominan generalmente macrolíquenes y los crustáceos, microlíquenes.

Es difícil establecer una cifra que dé cuenta del número de especies de hongos liquenizados que crecen en Chile porque aún persisten importantes lagunas en el conocimiento de su diversidad. Por ejemplo, algunos grupos que cuentan con numerosas especies descritas, como es el caso de los lecideoides y otros microlíquenes, han sido escasamente estudiados. Sin embargo, es probable que superen las 1.500 especies, aunque en Quilhot et al. (1998)[2] se considera que sería de 1.383 especies. Ahora bien, si se toma como base de comparación la flora de líquenes de Nueva Zelanda (Galloway, 1985),[3] se tiene que esta incluye 966 taxa de hongos liquenizados, y se trata sólo del 60 por ciento de la flora existente. Nueva Zelanda cuenta con ecosistemas y hábitat similares a los de Chile en los bosques de *Nothofagus*, que albergan numerosas especies de macrolíquenes. El género *Pseudocyphellaria* es uno de los más representativos de estos ambientes y está constituido por especies foliáceas de gran tamaño, que crecen, por lo general, adheridos a los troncos de los árboles. En Nueva Zelanda, Galloway (1985) cita 42 especies y para Chile 53 (Galloway,1992)[4] de las cuales 72 por ciento son endémicas. A la riqueza florística de macrolíquenes de los bosques templados del sur de Chile habría que adicionar un número considerable de especies en las zonas cordilleranas, litorales, oasis de neblina del norte, zonas de alta diversidad específica como el archipiélago Juan Fernández, entre otros. En consecuencia, la cifra antes señalada puede resultar un tanto conservadora, considerando los insuficientes estudios florísticos actualizados, ya que la flora chilena en ningún caso debiera ser inferior en especies a la descrita para Nueva Zelanda. Lamentablemente, la destrucción o alteración de hábitat favorables para la colonización liquénica puede significar pérdidas en diversidad de hongos liquenizados imposible de dimensionar por los vacíos señalados anteriormente.

Los hongos liquenizados son poiquilohídricos, es decir, carecen de mecanismos activos para regular el balance hídrico, por lo tanto, son muy dependientes de la humedad ambiental. Estudios ecofisiológicos realizados en el desierto de Negev (Lange et al. 1977)[5] indican que algunas especies permanecen inactivas gran parte del día y que sólo el rocío matinal permite desarrollar el proceso fotosintético, el que decae bruscamente con la deshidratación del talo. Algunas

singularidades propias del metabolismo de los hongos liquenizados han permitido que sean utilizados como bioindicadores de calidad ambiental. Por ejemplo existen especies muy sensibles a niveles elevados de dióxido de azufre en el aire; por el contrario, hay especies resistentes a este contaminante. Hawksworth y Rose (1976),[6] a partir de estas características, elaboran un mapa de zonas isocontaminadas en dióxido de azufre, en función a la composición de especies tolerantes y sensibles a la contaminación que crecen sobre corteza de árboles. Otras especies tienen gran capacidad de acumular metales pesados e incluso radionuclídeos. Estas propiedades han permitido que los líquenes sean utilizados como excelentes indicadores de contaminación atmosférica.

El rol de los líquenes en los ecosistemas en Chile ha sido también poco estudiado. Los líquenes que crecen en zonas de influencia de aves, con sustratos rocosos enriquecidos en nitrógeno y fósforo, suelen presentar numerosas especies, donde destacan algunas de vistosos colores, con predominio de los géneros *Caloplaca, Buellia*, *Ramalina* y otras. Estas especies compiten por el sustrato y generalmente se presentan poblaciones de ácaros que consumen talos liquénicos. Especies de líquenes como *Placopsis* y *Stereocaulon* son colonizadores primarios en sustratos de lava volcánica. Estas especies contienen cefalodios con cianobacterias, por lo tanto contribuyen a la economía de nitrógeno fijando el N_2 atmosférico. Un fenómeno similar, pero que no ha sido estudiado en Chile, es el de las especies foliáceas de *Sticta* y *Pseudocyphellaria,* que tienen como fotobionte cianobacterias. Estas especies podrían estar contribuyendo de manera importante a la economía del nitrógeno en los ecosistemas forestales del sur de Chile. Es así como Galloway (1992) señala en su monografía que el 55 por ciento de las especies de *Pseudocyphellaria* descritas para Chile y Argentina tienen cianobacterias como fotobionte. Por otra parte, Guzmán et al. (1990)[7] aportan los primeros antecedentes sobre descomposición de líquenes en los bosques de *Nothofagus* del Parque Nacional Puyehue.

En síntesis, la liquenología tiene muchas tareas pendientes en Chile. Ciertamente es un drama que desaparezcan especies que tal vez nunca sean descritas. Esto es absolutamente válido para la flora de líquenes, todavía en nivel incipiente de conocimiento. La urbanización acelerada del territorio nacional y la fragilidad de algunas zonas de transición florística —como, por ejemplo, el área de Fray Jorge y Talinay, los bosque nativos de la VII Región y áreas casi inexploradas o de alto endemismo como el archipiélago Juan Fernández y el sistema insular del extremo sur de Chile—, constituyen desafíos urgentes para establecer una base de conocimiento razonable de la flora liquénica de Chile, para luego diseñar programas adecuados de conservación, en un espacio de sustentabilidad, tal como lo establecen los objetivos de la Convención de la Biodiversidad, que Chile ratificó el 9 de septiembre de 1994.

NOTAS

1 Friedmann, 1982. "Endolithic microorganisms in the Antarctic cold desert". Science, 215:1045-1053.
2 Quilhot, Pereira, Guzmán, Rodríguez, Serey. 1998. "Categorías de conservación de líquenes nativos de Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 47: 9-22.
3 Galloway. 1985. Flora of New Zealand Lichens. P.D. Hasselberg, Government Printer, Wellington, Nueva Zelanda.
4 Galloway. 1992. Studies in Pseudocyphellaria (lichens) III. The South American species. J. Cramer Berlin, Stuttgart.
5 Lange, Geiger & Schulze. 1977. "Ecological investigations on the lichens of Negev Desert. V A model to simulate net photosynthesis and respiration of Ramalina maciformis". Oecologia, 28: 247-259.
6 Hawksworth & Rose. 1976. "Lichens as Pollution Monitors". Studies in Biology, 66. Edward Arnold, Londres.
7 Guzmán, G., W. Quilhot & D.J. Galloway. 1990. "Decomposition of species of Pseudocyphellaria and Sticta in a southern Chilean forest". Lichenologist, 22: 325-331.

Páginas siguientes: **Los líquenes tienen tasas de crecimiento extremadamente lentas en estas frías latitudes. Se estima que los ubicados en las zonas marítimas de la Antártica —como la península Antártica y las islas Shetland del Sur— crecen alrededor de 1 centímetro cada 100 años; en tanto, aquellos de la Antártica continental —los que habitan los valles secos, como en los alrededores de la base norteamericana de McMurdo—, crecen tan lento como 1 centímetro cada 1.000 años.** Foto: Nicolás Piwonka.





DIATOMEAS DE AGUAS CONTINENTALES

CAROLINA DÍAZ

La diversidad taxonómica y distribución de diatomeas en el país ha sido estudiada durante más de 42 años por el Dr. Patricio Rivera, profesor titular del departamento de Botánica y vicedecano de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción, cuya especialidad es la flora diatomológica de ambientes dulceacuícolas y marinos. Los trabajos recopilatorios publicados por Rivera (1983, 2000) son una guía para quienes trabajen en la taxonomía y sistemática del grupo y para quienes deseen adentrarse en la historia del conocimiento de las diatomeas en Chile (Rivera, 1995).

El conocimiento de la diversidad del grupo ha aumentado durante los últimos 10 años, en los que las diatomeas han sido incorporadas como herramienta en estudios rutinarios con distintas aplicaciones. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) ha impulsado en Chile la utilización de diatomeas como indicadores de calidad del agua, práctica que ha sido ampliamente desarrollada en otros países, a pesar de la necesidad de especialistas en taxonomía de diatomeas de aguas continentales. Lo anterior ha llevado a que las empresas consultoras acudan a especialistas extranjeros para las determinaciones taxonómicas y para la formación de especialistas nacionales. En este contexto, el Centro de Ecología Aplicada (CEA) inicia la formación de una diatomóloga apoyada por la Dra. Nora Maidana, de la Universidad de Buenos Aires, reconocida especialista en diatomeas de aguas continentales, que tiene una amplia experiencia en la formación de taxónomos en Sudamérica y ha impartido cursos de postgrado que durante los últimos años han incluido alumnos de universidades chilenas. Como consecuencia de esta interacción, a partir del año 2000 se han realizado numerosos estudios de diatomeas en diversos ambientes dulceacuícolas y particularmente en salares chilenos, que se han traducido en algunas publicaciones científicas (Díaz y Maidana, 2005, 2006).

Otra de las aplicaciones que ha potenciado el conocimiento de la diversidad del grupo de diatomeas es su utilidad en interpretaciones paleoecológicas y paleoclimáticas. El grupo de investigadores del Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile (Concepción), dirigido por Roberto Urrutia y apoyado por Fabiola Cruces (cuya formación taxonómica se asocia a Rivera), ha realizado estudios en la zona sur de Chile, principalmente en la Región del Biobío; más recientemente, el grupo de paleoecología y paleoclimatología de la Universidad de Chile, dirigido por el Dr. Patricio Moreno en conjunto con Carolina Díaz, se encuentra desarrollando un proyecto piloto en Patagonia norte (Milenio – Fondecyt). Ambos grupos están vinculados a investigadores de las universidades de Gantes y Lieja en Bélgica, que desarrollan actualmente estudios que incluyen análisis paleodiatomológicos en la Patagonia chilena.

RIQUEZA TAXONÓMICA

Las diatomeas son un grupo inmensamente diverso, con especies adaptadas a distintos tipos de ambientes y cuyos requerimientos biológicos son altamente variables y restringidos, según la especie. Este atributo permite asociar comunidades de diatomeas adaptadas a las diversas condiciones abióticas que existen dentro de un sistema acuático, distinguir comunidades marinas de comunidades continentales de ríos, lagos, salares y separar comunidades planctónicas de bentónicas. En función de los restringidos requerimientos de hábitat de las diatomeas, se han identificado significativos gradientes ambientales en el territorio nacional con diferencias latitudinales en composición y abundancia de flora diatomológica. Así, por ejemplo, se ha determinado una elevada y singular riqueza taxonómica en los salares, con especies nativas endémicas: por ello nunca antes observadas en floras europeas y norteamericanas, entre otras (F. E. Round, 2004). Por otra parte, la composición de especies de lagos patagónicos difiere significativamente de la registrada en el resto del país; sin embargo, su elevada riqueza es comparable con la de los salares. Estos hallazgos justifican un mayor esfuerzo de investigación en las comunidades de diatomeas de sistemas extremos, las que requieren un mayor conocimiento de su taxonomía que las diatomeas que habitan sistemas de la zona central de Chile. Ese tipo de estudio además resulta de mayor dificultad debido a la carencia de trabajos en el tema y la disminución de especies cosmopolitas.

Hasta el año 1982 hay un registro de 104 géneros de diatomeas citados para el país, considerando planctónicas marinas y dulceacuícolas, con un total de 1.529 taxa (Rivera, 1983). El año 2006, el mismo autor señala en su publicación "Estado del conocimiento de las diatomeas dulceacuícolas de Chile", un total de 962 taxa determinadas para nuestro país desde el año 1844, pertenecientes a un número de familias y géneros aún indeterminado (Rivera, 2006). Existen también datos no publicados del Centro de Ecología Aplicada (véase el cuadro 1), donde a la fecha se han determinado 257 taxa de diatomeas planctónicas y bentónicas pertenecientes a 54 géneros, correspondientes a sistemas dulceacuícolas chilenos ubicados entre las regiones Arica-Parinacota y Aisén y durante seis años de estudio, llegando incluso a proponer nuevos géneros (Díaz y Maidana, 2006). Lo anterior ha permitido establecer que los géneros más frecuentes y abundantes son *Navicula sensu stricto*, *Nitzschia* y *Amphora* en salares y *Navicula sensu stricto*, *Nitzschia, Cymbella sensu lato* y *Fragilaria sensu lato,* principalmente en ríos. En los salares de Atacama y Punta Negra se ha identificado el 42 por ciento del total de taxa determinados en los seguimientos ambientales del CEA (Díaz y Maidana, 2005).

En cuanto a la función de las diatomeas en los procesos ecológicos, esta sólo varía en el grado de importancia, pero continúan siendo la base de la trama trófica en cualquier sistema acuático, particularmente en los sistemas extremos en que son el grupo dominante, como es el caso de los salares, en los que las diatomeas constituyen el alimento de aves acuáticas, como los flamencos, cuya conservación se encuentra actualmente comprometida.

FALENCIAS Y PERSPECTIVAS

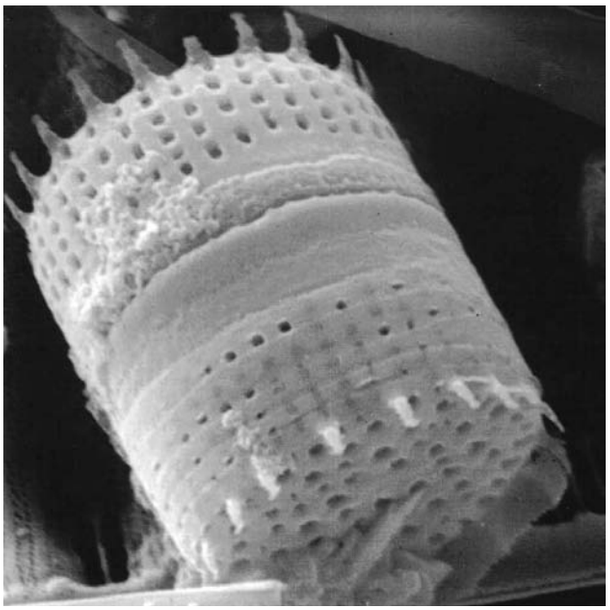
Navicula sensu lato y *Achnanthes sensu lato* son los grupos que presentan mayores problemas en su determinación, debido a que están siendo revisados permanentemente, con la consecuente reorganización en nuevos géneros o en los ya existentes. En este sentido, el análisis con microscopía óptica (MO) ha resultado limitante para la observación de detalles de la estructura de los frústulos de las diatomeas. El uso de la microscopía electrónica de barrido (MEB) para esta tarea ha sido fundamental y se ha convertido en una herramienta imprescindible para quienes trabajan en la taxonomía del grupo, principalmente en Chile, donde la información disponible acerca de la ultraestructura de diatomeas es escasa y se ha restringido a las descripciones realizadas por especialistas extranjeros, tales como Hustedt, Frenguelli, Lange Bertalot, entre otros, que se ha basado en la descripción de floras europeas. En el caso de los salares, la información disponible es incluso menor, debido a la particularidad de este tipo de ambientes, por lo que se recurre frecuentemente a los trabajos realizados en los sistemas argentinos, bolivianos (Servant-Vildary) y peruanos, aunque se trate de estudios no actualizados.

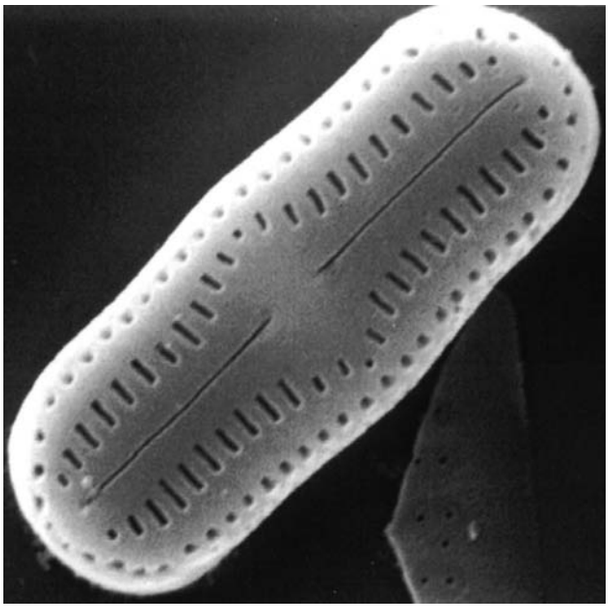
La formación en taxonomía de diatomeas en Chile actualmente es escasa y se encuentra ligada principalmente a la oceanografía. Un caso especial es la Universidad de Concepción, con una marcada tendencia taxonómica, ya que las demás instituciones más bien realizan un entrenamiento general entregado por no especialistas en taxonomía del grupo, destinado a resolver problemáticas puntuales, sin llegar a la

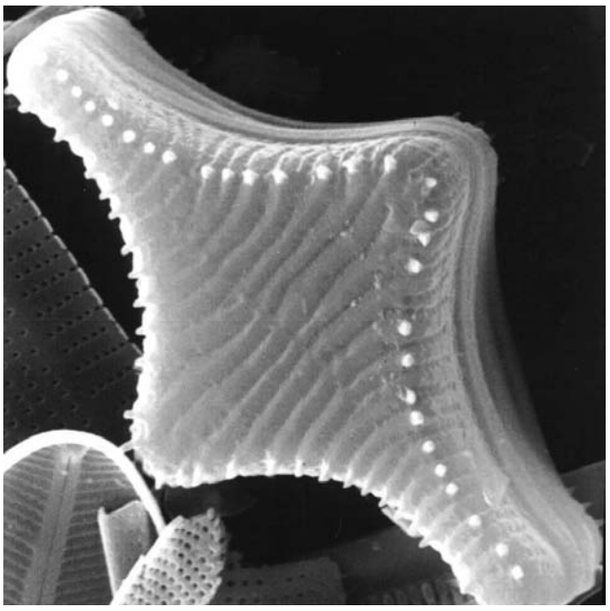
Cuadro 1*. Riqueza de diatomeas de aguas continentales.

Género	Nº de Especies	Género	Nº de Especies	Género	Nº de Especies
Achnanthes	14	Diploneis	5	Neidium	2
Achnanthidium	3	Encyonema	2	Nitzschia	32
Amphipleura	1	Entomoneis	1	Opephora	1
Amphora	11	Epithemia	3	Pinnularia	7
Anomoeoneis	3	Eunotia	5	Plagiotropis	1
Aulacoseira	5	Fallacia	1	Planothidium	5
Bacillaria	1	Fragilaria	16	Pleurosira	1
Brachysira	2	Frankophila	1	Proshkinia	1
Caloneis	4	Frustulia	3	Reimeria	1
Campylodiscus	1	Gomphoneis	1	Rhizosolenia	2
Cocconeis	4	Gomphonema	13	Rhoicosphenia	1
Craticula	4	Gyrosigma	1	Rhopalodia	6
Cyclotella	3	Hannaea	1	Scoliopleura	1
Cymatopleura	1	Hantzschia	1	Sellaphora	2
Cymbella	9	Mastogloia	4	Stauroneis	5
Cymbellonitzschia	1	Melosira	1	Surirella	10
Denticula	5	Microcostatus	1	Synedra	3
Diatoma	4	Navicula	39	Tabelaria	1

* Determinadas por CEA Ltda.







formación de expertos. En cuanto a diatomeas de aguas continentales, el año 2004, en la Universidad Católica del Norte (Antofagasta), fueron impartidos los cursos "Introducción a la Taxonomía de Diatomeas de Aguas Continentales", dictado por Carolina Díaz, y "Utilización de las Diatomeas como Modelos Biológicos para la Investigación Forense y Ambiental", dictado por Nora Maidana (Diatomeas), Carolina Díaz (Diatomeas), Paula Díaz (Ecología) y Francisco de la Fuente (Forense). En la medida que las universidades chilenas consideren esta temática como parte de su formación, en sus seminarios de discusión y cursos especializados, el país podrá contar en el futuro con investigadores capacitados en un área en que los recursos humanos son escasos y necesarios.

Las diatomeas de aguas continentales son todavía un desafío para las generaciones presentes y futuras de taxónomos, para el desarrollo de la taxonomía propiamente tal y para todo tipo de estudios aplicados que requieran de determinaciones taxonómicas precisas que permitan llevar a cabo análisis ecológicos, medioambientales, paleoclimáticos y forenses.

Bibliografía

Díaz, C. y N. Maidana. 2005. "Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra, II Región – Chile". F. Novoa, M. Contreras, M. Parada & A. Camaño (eds.). Centro de Ecología Aplicada Ltda. & Minera Escondida Ltda. 148 pp.

Díaz, C. & N. Maidana. *A New Monoraphid Diatom Genus: Haloroundi*. Díaz & Maidana. Nova Hedwigia (*En prensa*).

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986-1991. Bacillariophyceae 1 (1986): 976 pp; Bacillariophyceae 2 (1988): 610 pp.; Bacillariophyceae 3 (1991): 576 pp.; Bacillariophyceae 4 (1991): 436 pp. En: Ettl, H. et al. (eds.), *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, G. Fischer, Jena.

Rivera, P. 1983. "A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18º28'S and 58ºS". Bibliotheca Diatomologica, vol. 3, 386 pp.

Rivera, P. 1995. "Diatomeas". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.), Diversidad biológica de Chile: 8-15. CONICYT, Santiago, Chile.

Rivera, P. 2000. "Índice Bibliográfico de las Diatomeas (Bacillariophiceae) de Chile". Gayana Botánica, vol. 57, n. 1, pp. 19-27.

Rivera, P., M. Gebauer & H. Barrales. 1990. "A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18º28'S and 58ºS". Part II. Data from 1982 to 1988. Gayana Botánica, 46 (3-4): 155-198.

Rivera, P., 2006. "Estado del conocimiento de las diatomeas dulceacuícolas de Chile". *Gayana* 70(1): 1-7. ISSN 0717-6538.

Round, F.E., R.M. Crawford & D.G Mann. 1990. The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press. Cambridge. 735 pp.

Rumrich, U., H. Lange-Bertalot & M. Rumrich. 2000. Iconographia Diatomologica 9. Diatomeen der Anden (von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego). Lange Bertalot (ed.). 671 pp.

Simonsen, R. 1987. Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Frederich Hustedt, vol: 1, 525 pp., vol: 2, 597 pp. y vol: 3, 619 pp. J. Cramer, Gerbrüder Borntraeger Berlin – Stuttgart.

Los tapetes microbianos han sido descritos como comunidades bentónicas estratificadas que se desarrollan en la interfase entre el agua y los sustratos sólidos. Estos requieren de un basamento donde establecerse, ya que se constituyen por la unión de los microorganismos a partículas salinas y sedimentos clásticos. Frecuentemente, los tapetes microbianos son estructuras laminadas que tienen una coloración diferenciada como resultado del desarrollo de bacterias fotosintéticas que contienen distintos pigmentos y, por tanto, distintos patrones de utilización de la luz disponible.

BACTERIAS EN AMBIENTE TERRESTRE

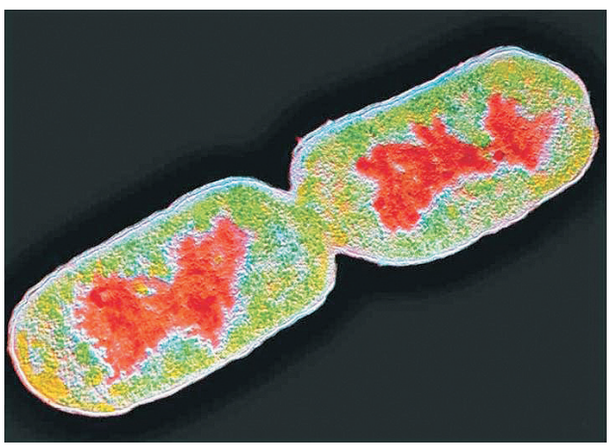
MARÍA TERESA VARNERO

Las bacterias son microorganismos microscópicos unicelulares, con un núcleo de tipo primario, sin membrana nuclear claramente definida, por lo tanto corresponden a procariotas, del reino monera. Su reproducción es predominantemente asexuada por fisión binaria y se caracterizan por su forma, tamaño y estructura. Su tamaño es de entre 0,5 y 50 µ, y crecen formando células aisladas, cadenas o colonias, especialmente a nivel de la rizósfera. Las bacterias individuales pueden presentar formas esféricas (*cocci*), cilíndricas (*bacilo*) y en espiral (*espiral*). Las bacterias se agrupan formando pares, racimos y cadenas y se encuentran prácticamente en todos los medios naturales. Generalmente son saprófitos aeróbicos, anaeróbicos o facultativos. La mayoría satisface sus necesidades energéticas y de carbono utilizando sustancias orgánicas fácilmente degradables, como azúcares, almidón, pectina, celulosa; por tanto, estas bacterias son heterotróficas o quimioorganotrofas. Otras, las denominadas autotróficas, usan como fuente de carbono, bicarbonatos o anhídrido de carbono. Si obtienen la energía de la oxidación de compuestos minerales como sales de amonio, de nitrito, de hierro, son las quimiolitotrofas; las que requieren luz solar, por su parte, son las fotolitotrofas, y generan materia orgánica por fotosíntesis. Algunas bacterias forman esporas resistentes a ambientes adversos, lo que hace muy difícil su eliminación. Estas bacterias esporuladas son muy comunes en suelo, agua y aire.

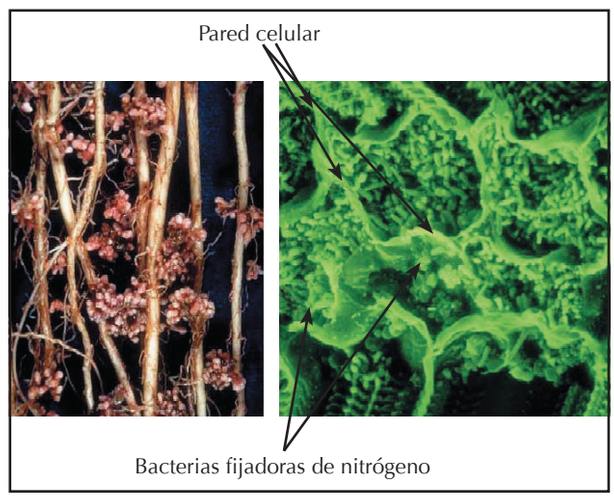
Actividad microbiana en el suelo

La compleja trama de la vida microbiana que se desarrolla en los suelos se sustenta en dos grandes elementos, la materia orgánica y la biomasa microbiana. En conjunto, representan entre un 0,5 por ciento y un 10 por ciento del peso seco total del suelo. La biomasa microbiana transforma los aportes orgánicos que llegan al suelo, produciendo en forma simultánea a) la mineralización biológica de las fracciones orgánicas menos resistentes, lo que permite liberar nutrientes asimilables por las plantas y b) la síntesis de complejos orgánicos estables que conduce a la formación de humus. Esto tiene relación con la conservación y la productividad del suelo, junto con las propiedades físicas, químicas y biológicas del sistema edáfico.

La biomasa microbiana está compuesta por una gran diversidad de microorganismos, donde las bacterias y los hongos



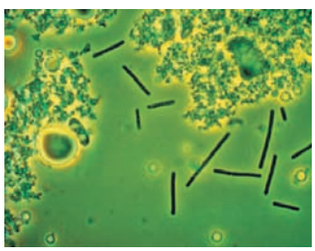
Crecimiento bacteriano: reproducción asexuada de bacterias mediante fisión binaria.

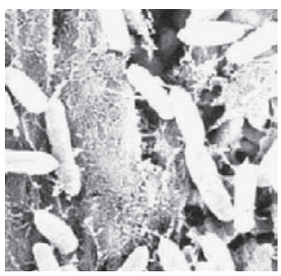


***Rhizobium* sp.: Bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, en simbiosis con leguminosas.**

Cuadro 1. **Algunas bacterias de importancia en el suelo.**

Grupos de bacterias	Género	Importancia
Bacterias que degradan	*Pseudomonas, Clostridium Flavobacterium Micrococcus*	Degradación de materias orgánicas como carbohidratos, proteínas. Producción de gas metano en anaerobiosis.
Bacterias nitrificantes	*Nitrobacter Nitrosomonas*	Oxidan compuestos de N inorgánico como NH_3
Bacterias desnitrificantes	*Bacillus, Pseudomonas*	Reducen nitrato y nitrito a N gaseoso (N_2) u óxido nitroso
Bacterias que fijan N_2	*Azotobacter Clostridium Rhizobium*	Capaces de fijar N_2 atmosférico en forma libre o en simbiosis con leguminosas hasta NH_3
Bacterias sulfuro	*Thiobacillus*	Oxida sulfuro y hierro.
Bacterias filamentosas de hierro	*Spherotillus Leptothris*	Formadoras de lodos, oxidan hierro.





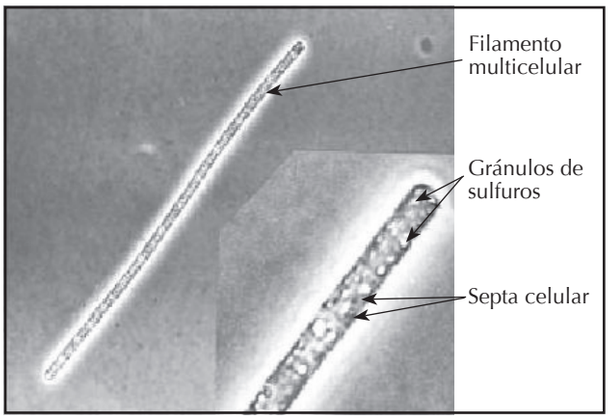
Izquierda: Lactobacillus **sp.: Bacterias quimioorganotróficas, participan en la fermentación del ácido láctico.**
Derecha: Pseudomonas **sp.: Bacterias quimioorganotróficas, anaerobias facultativas, participan en la degradación de materias orgánicas.**

constituyen el mayor grupo en el suelo. Al respecto, Winogradsky define dos grandes categorías de microorganismos en el suelo: microflora autóctona, que es característica de un suelo dado, definida por las propiedades físico-químicas del medio, y microflora zimógena, cuya actividad se centra en un tipo de substrato energético metabolizable, como es el caso de bacterias u hongos que degradan la celulosa. De las 1.600 especies bacterianas descritas en el manual de Bergey, aproximadamente 250 han sido aisladas del suelo.

La densidad bacteriana promedio de un suelo, determinada por los métodos clásicos de dilución y conteo en medios de cultivos líquidos o sólidos, oscila entre 10^6 y 10^9 células/g de suelo, lo que representa una biomasa bacteriana promedio de 2.500 kg/ha. En suelos áridos y semiáridos, la densidad bacteriana no pasa de 10^3 a 10^4 células/g de suelo en los primeros 20 cm. En general, se estima que la biomasa bacteriana es inferior a la biomasa fúngica, pero la densidad de las bacterias es alrededor de cien veces más elevada que la de los hongos; además, taxonómicamente, la flora bacteriana del suelo es menos conocida que la fúngica.

La mayor parte de las investigaciones realizadas se refieren a la abundancia y actividad de los grupos funcionales y fisiológicos, donde la importancia y tipo de crecimiento bacteriano en los suelos depende de variables ambientales tales como una temperatura y humedad adecuadas, el contenido de nutrientes, el ambiente gaseoso, los niveles de acidez, las fuentes de energía y de carbono. Así, bacterias de características taxonómicas muy diversas pueden participar en un mismo tipo de transformaciones biológicas y por tanto, presentar la capacidad o aptitud para asociarse y desarrollarse en un medio dado, e intervenir en los diferentes ciclos biológicos como carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, donde se distinguen grupos especializados de gran importancia (véase el cuadro 1).

En general, los ciclos biogeoquímicos están interrelacionados entre sí. El elemento que se encuentra en menor proporción en un ecosistema constituye un factor limitante del sistema. En regiones áridas o semiáridas, la falta de recursos hídricos limita la disponibilidad de agua por parte de los vegetales superiores. Esta situación afecta, entre otros, la calidad y cantidad de materia orgánica que se aporta periódicamente al suelo, lo que, a su vez, incide en el desarrollo y actividad microbiológica del suelo, ya que la materia orgánica es el principal aporte de energía y de carbono que tienen los microorganismos. Al respecto se han desarrollado diversas técnicas para evaluar la relación "microorganismos-materia orgánica" que existe en un ecosistema. La mineralización del carbono orgánico, medido como el desprendimiento de CO_2 en un período dado, es un índice adecuado de la actividad microbiológica global y puede ser considerado como el reflejo del nivel energético disponible en el suelo. Esto corresponde a la respiración del suelo, la cual puede ser medida en el laboratorio sobre muestras de suelo no enriquecidas (respiración endógena) o bien, adicionando materiales orgánicos o minerales para ver su influencia sobre el metabolismo del suelo. La respiración del suelo medida *in situ* permite calcular para el ecosistema la fracción de energía consumida por los microorganismos y estudiar la influencia de los diferentes factores climáticos, edáficos y bióticos sobre la actividad microbiológica del suelo.



***Thiobacillus* sp.: Filamentos de bacterias quimiolitotróficas, participan en la oxidación de sulfuros y de hierro.**

Las bacterias en Chile

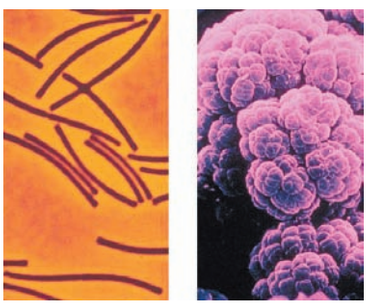
A mediados de la década de los sesenta se iniciaron diferentes investigaciones con el objeto de establecer un conocimiento de la actividad microbiológica en suelos chilenos e interpretar integralmente el comportamiento de los suelos frente a las condiciones de cultivo de las distintas zonas del país. Estos estudios se desarrollaron en el marco del Proyecto de "Estudios y Reconocimientos de Suelos Chilenos" (ONU-MINAGRI), por profesionales de la División Conservación de Recursos Agrícolas del Servicio Agrícola y Ganadero, con la colaboración de diversas personas e instituciones del ámbito nacional e internacional.

En Chile, los bajos niveles de materia orgánica y, por tanto, de nitrógeno que presentan los suelos áridos y semiáridos, como una consecuencia del déficit hídrico permanente a que están sometidos, determinan la existencia de ecosistemas simplificados con una mínima productividad. El suelo de ese tipo prácticamente no contiene humus, lo que restringe la actividad microbiana quimiotrofa, favoreciéndose la actividad microbiana fototrofa en sitios particulares. Es el caso de algunas cianobacterias o cianofíceas halófitas (resistentes a concentraciones salinas), que pueden desarrollarse en ambientes con cierto nivel de humedad bajo costras de sales, contribuyendo con aportes interesantes de materia orgánica; algunas especies pueden fijar nitrógeno atmosférico.

Se debe tener presente que en casi todos los desiertos se produce un fuerte rocío nocturno que permite una microbiocenosis al estado latente o criptobiótico. Sin embargo, hay microorganismos, como el Azotobacter, bacteria fijadora libre de N_2 presente en estos suelos áridos, que desarrolla una gran resistencia a la desecación del suelo por su capacidad para formar quistes. Las bacterias fijadoras simbióticas del género *Rhizobium* permiten que prosperen en estos suelos leguminosas arbóreas, como tamarugos y algarrobos. La densidad microbiana de estos suelos áridos es más reducida que la observada en suelos cultivados de clima templado y las transformaciones microbiológicas que tienen lugar en estos ecosistemas son lentas y reducidas, pero en equilibrio con el medio. Los microorganismos más frecuentes son las bacterias esporuladas y las cianobacterias. La determinación de la respiración endógena de estos suelos áridos presenta valores de desprendimiento de CO_2 inferiores a 0,5 mg/g suelo /día.

Los suelos aluviales de la zona central, cuyas características físicas y químicas (ricos en minerales, niveles medios de materia orgánica, pH neutros a ligeramente ácidos, texturas medias y buena porosidad) determinan una densidad y composición microbiana más diversificada y con exigencias nutricionales y ambientales mayores. Esto se traduce en una respiración endógena del orden de entre 50 y 150 mg/g de suelo/día, donde predomina la actividad en condiciones aeróbicas, con bacterias quimioorganotrofas y quimiolitotrofas que degradan complejas sustancias orgánicas e inorgánicas. El desarrollo de bacterias *Rhizobium* es mayor y se observa principalmente en cultivos de leguminosas de grano; en cambio, las actividades de las cianobacterias es menos relevante que en el caso de suelos áridos.

Los suelos graníticos de la costa, por su condición arcillosa y más ácida, presentan una menor actividad microbiana que los anteriores, de entre 5 y 50mg/g de suelo/día. Los suelos del sur de Chile —rojos arcillosos, trumaos o volcánicos y ñadis— se destacan por ser más ácidos y tener elevados contenidos de materia orgánica, con inundaciones frecuentes en el caso de los ñadis. Estas características determinan una respiración endógena elevada pero con tasas de mineralización inferiores a los otros suelos, debido al alto nivel de materia orgánica que poseen. El nivel de acidez que presentan restringe el desarrollo de algunas bacterias nitrificantes, fijadoras de N_2 y bacterias quimiotrofas, en general.



Metano-bacterias: Bacterias quimioorganotróficas anaerobias extrictas, participan en la generación de gas combustible, metano.

Bibliografía

Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. Second Edition. J. Wiley, New York.

Atlas, R.M.; BARTHA; R. 2002. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Pearson Washington, S.A.

BACTERIAS EN AMBIENTE MARINO

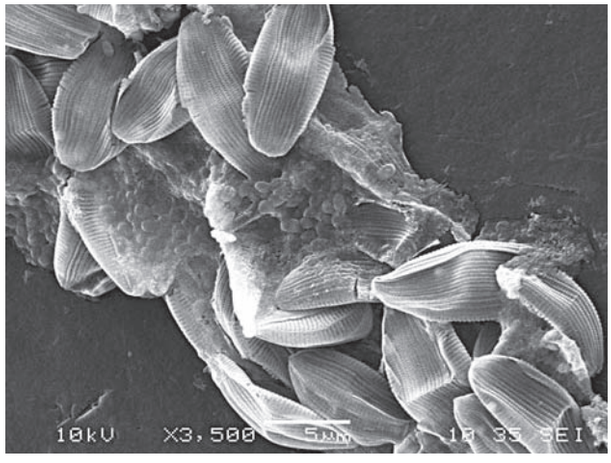
CARLOS RIQUELME Y RUBÉN ARAYA

Los microorganismos son componentes de la biosfera que se encuentran en todo tipo de hábitat. En particular, las bacterias pueden estar presentes en ambientes tan extremos como las fisuras hidrotermales o salares hipersalinos. Actualmente se reconoce la abundancia y subestimación que existía hace algunas décadas sobre el papel de los microorganismos, principalmente las bacterias, en los diferentes ecosistemas. Esto se debe básicamente a las nuevas técnicas que permiten visualizar o estimar la gran cantidad de microorganismos que no son posibles de cultivar (Fuhrman y Ouverney, 1998). Hoy en día se utilizan marcadores moleculares como el 16SRna para clasificar filogenéticamente los diferentes grupos de bacterias pertenecientes a los dominios Bacteria y Archaea (Madigan et al. 2000).

En el ecosistema marino, uno de los conceptos que ha servido para dimensionar la importancia de las bacterias es el denominado "anillo microbiano" (Azam et al. 1983), el cual evidencia que las bacterias no son meros descomponedores de la materia orgánica, sino que participan activamente en los eslabones primarios de la cadena trófica. Como objeto de estos estudios, comenzó a emerger el interés por conocer acerca de la diversidad microbiana, principalmente desde patógenos bacterianos y la búsqueda de bacterias benéficas o probióticos asociados a la industria de la acuicultura, y en especial a la producción de peces y moluscos. Los primeros estudios, realizados con técnicas tradicionales cultivo-dependientes, han revelado la predominancia de bacterias de la familia de las vibrionáceas, las cuales proliferan especialmente en los meses de verano cuando se produce un incremento de la temperatura y de la materia orgánica (Sinderman et al. 1990; Bower et al. 1994).

En Chile, en el ámbito marino acuícola se han realizado investigaciones sobre microorganismos patógenos asociados al cultivo de invertebrados marinos, específicamente el ostión del norte. Dentro de los géneros bacterianos más comunes y asociados a crustáceos, peces y moluscos, destaca el género *Vibrio* dentro del cual se han aislado especies como *Vibrio anguillarum*, *Vibrio alginolyticus, Vibrio pelagius, Vibrio ordalli, Vibrio tubiash, Vibrio damsela* y *Vibrio vulnificus*, además de otras cepas como *Aeromonas hydrophila, Moraxella* sp. y algunas flavobacterias como las del género *Cytophaga* y *Flexibacter*, que se encuentran ampliamente distribuidas y asociadas a las distintas unidades de cultivo como líneas de suministro de agua, microalgas e incluso presentes en las gónadas de los progenitores (Riquelme et al. 1995; Riquelme et al. 1996; Araya, 2000). Esto último ha permitido establecer la ocurrencia de una transmisión vertical desde las gónadas a los gametos y estados tempranos de desarrollo larval, lo cual, en condiciones de cultivo, dadas las altas densidades reviste gran importancia en la proliferación de estos patógenos, que se caracterizan por ser del tipo oportunista. En general estas especies se destacan por su virulencia sobre los estados larvales de moluscos por medio de la producción de exotoxinas o por la invasión directa de los tejidos larvales (Riquelme et al. 1995).

El análisis tendiente a detectar cepas probióticas o antagonistas de los patógenos reveló la presencia de una bacteria identificada como *Alteromonas haloplanktis* asociada a gónadas de ejemplares de *Argopecten purpuratus* (Riquelme y otros, 1996). Esta cepa demostró producir compuestos activos inhibitorios de carácter proteico sobre patógenos bacterianos como *Vibrio anguillarum*. Las bacterias probióticas pueden ser utilizadas en los sistemas de cultivo, demostrándose potencialmente benéficas al ser incorporadas a las lar-



Biopelícula mixta de de la diatomea *Amphora* sp. y la bacteria marina *Halomonas* sp. colonizando mallas de cultivo Netlon (R). Foto: Laboratorio de Ecología Microbiana (LEM).

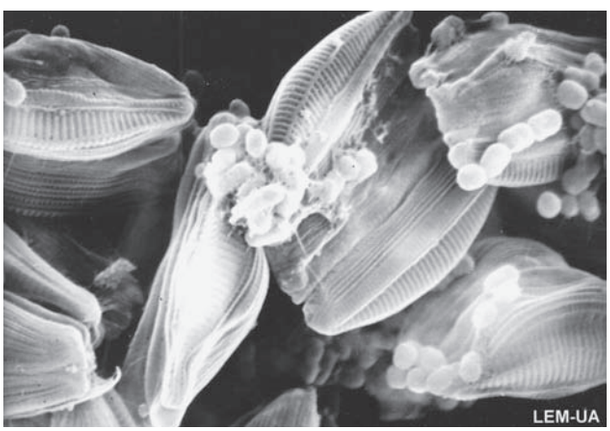
vas mediante baños con el objeto de evitar la infección por parte de patógenos bacterianos (Riquelme et al. 2000).

Estos hallazgos han llevado a analizar en más detalle las comunidades bacterianas con el objeto de explorar las interacciones entre estos procariotas e invertebrados marinos.

Sin embargo, la información obtenida ha sido recopilada mediante la utilización de técnicas cultivo-dependientes, con los inconvenientes asociados a la baja cultivabilidad de las comunidades bacterianas marinas e incapacidad de las cepas de formar colonias en medios de cultivo (Kogure et al. 1979). Actualmente y como consecuencia del desarrollo de nuevas técnicas moleculares que no requieren de la utilización del enriquecimiento mediante el uso de medios de cultivo, se han realizado estudios con sondas moleculares para cuantificar la presencia de Proteobacterias y Vibrio en cultivos comerciales asociados a la producción del ostión del norte, evidenciando diferencias filogenéticas entre las unidades productivas desde cohortes larvales saludables y cohortes con altas mortalidades larvales (Jorquera et al. 2004). El análisis microbiológico cuantitativo desde seis cultivos comerciales en el norte de Chile, desde la III a la IV Región, evidenció que el bacterioplancton asociado al cultivo larval de *Argopecten purpuratus* estaba principalmente asociado al grupo de las GAMA proteobacterias, y el género *Vibrio* alcanza una predominancia del orden del 0,6 al 17 por ciento de los recuentos totales mediante microscopía de epifluorescencia (Jorquera et al. 2004).

Sin embargo, cuestiones relacionadas con la ecología microbiana propiamente tal, como la función y estructura de las comunidades bacterianas en nuestro litoral, requieren mayores esfuerzos de investigación. Por ejemplo, aún queda por explicar el comportamiento de una especie bacteriana (*Vibrio parahaemolyticus*) que se encontró por única vez en nuestro litoral (Antofagasta) en 1998 y que causó masivas intoxicaciones. Años más tarde se detecta en el sur de Chile con similares y reiterados episodios de intoxicación, aunque este no sería el hábitat óptimo para esta especie.

Sin duda que Chile, dado su extenso litoral, guarda en su ecosistema marino una riqueza microbiológica inconmensurable de bacterias que pueden portar genes de producción de sustancias bioactivas o de interés farmacológico que es necesario investigar. Al respecto, recientes estudios de prospección de bacterias productoras de sustancias *antifouling* revelaron la presencia de una nueva bacteria clasificada inicialmente como *Alteromonas* NI-LEM con propiedades inhibidoras del micro y macro *fouling* (Ayala et al. 2006, en prensa).



Biopelícula mixta compuesta de la diatomea *Amphora* sp y la bacteria marina *Halomonas* sp. Ambos microorganismos son cepas marinas nativas aisladas en el Laboratorio de Ecología Microbiana Universidad de Antofagasta.
Foto: Laboratorio de Ecología Microbiana (LEM).

Bibliografía

Ayala, C., M Clarke & C. Riquelme. 2006. Inhibition of bissal formation in Semimytilus algosus (Gould 1850) by a film-forming bacterium isolated from biofouled substrata in northern Chile. Biofouling (*En prensa*).

Araya, R.A., M. Jorquera & C. Riquelme. 1999. "Asociación de bacterias al ciclo de vida de *Argopecten purpuratus*". Revista Chilena de Historia Natural, 72: 261-271.

Azam, F., T. Fenchel, j.G. Field, J.S. Gray, Meyer- Reil & F. Fingstad. 1983. "The ecological role of water-column microbes in sea". Mar. Ecol. Prog. Ser. 10: 257-263.

Fuhrman J.A., C.C. Ouveney. 1998. "Marine microbial diversity studied via 16S rRNA sequence: cloning results from coastal waters and counting of native archae with fluorescence single cell probes". Aquatic Ecology, 32: 3-15.

Jorquera M., M. Lody, Y. Leyton & C. Riquelme. 2004. "Bacteria of subclass – Proteobacteria associated with comercial *Argopecten purpuratus*. (Lamark, 1819) hatcheries in Chile". Aquaculture, 236: 37-51.

Madigan, M., J. Martinko & J. Parker. 2000. BROCK Biology of Microorganisms. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.

Riquelme, C., G. Hayashida, A.E. Toranzo, J. Vilches, P. Chávez. 1995. "Pathogenicity sturies of *Vibrio anguillarum*-related (VAR) strain causing an epizootic", in Argopecten purpuratus larvae cultured in Chile. Diseases of Aquatic Organisms 22: 135-141.

Riquelme, C., Alicia E. Toranzo, Juan Luis Barja, Nelson Vergara & Rubén Araya**.** 1996a. "Association of *Aeromonas hydrophila* and *Vibrio Alginolyticus* with larval mortalities of scallop (*Argopecten purpuratus*)". Journal of invertebrate Pathology, vol. 67: 213-218 (1996).

Riquelme, C., G. Hayashida, R. Araya, A. Uchida, M. Otami & Y. Ishida. 1996. "Isolation of a native bacterial strain of *Argopecten purpuratus* culture with inhibitory effects against pathogenic vibrios". Journal of Shellfish Research, *v*ol. 15, n. 2.

Riquelme, C., R. Araya**,** N. Vergara, A. Rojas, M. Guaita & M. Candia. 1997. "Potential probiotic strains in the culture of *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819)". Aquaculture, 154: 17-24.

Riquelme, C., R. Araya & R. Escribano. 2000. "Selective incorporation of bacteria by *Argopecten purpuratus* larvae: implications for the use of probiotics in culturing systems of the Chilean scallop". Aquaculture, 181: 25-36.

BACTERIAS MARINAS GIGANTES

VÍCTOR ARIEL GALLARDO Y CAROLA ESPINOZA

Durante el desarrollo de la expedición Mar-Chile II al norte de Chile, realizada en julio de 1962, los muestreos bentónicos sublitorales (<200m) utilizando rastras, inesperadamente, extrajeron en vez de fauna bentónica típica, masas de filamentos blanquecinos de fondos evidentemente reducidos, malolientes, ricos en hidrógeno sulfurado. Los estudios sobre este material dieron cuenta del primer hallazgo de bacterias gigantes (megabacterias) en el océano actual. Denominadas cianobacterias tentativamente en la publicación inicial resultante (Gallardo, 1963), con posterioridad los filamentos resultaron ser representantes de especies del género *Thioploca*, miembro de la familia de las Beggiatoaceae, nunca antes extraídas del ambiente marino (Gallardo, 1977a y b), y conocidas sólo de sedimentos de lagos y aguas salobres. Con posterioridad, se describieron dos especies nuevas de este género y una forma más pequeña, observada por los mismos autores y aún no descrita, que Bergey's reconoce como *Thioploca* marina. Los estudios posteriores han aportado importantes conocimientos sobre la ecofisiología de estas bacterias gigantes, que han resultado muy relevantes para la comprensión de la productividad y funcionamiento del ecosistema de Humboldt (Otte et al. 1999).

Recientemente se ha encontrado dos nuevos ecosistemas bacterianos bentónicos en nuestro país: uno en sedimentos bajo la zona de mínimo oxígeno (ZMO) de Chile central y norte, compuesto de un conjunto aún no descrito de grandes y diversas formas bacterianas, principalmente filamentosas, similares en su forma a bacterias descritas a partir de fósiles del período precámbrico (Gallardo et al. 2005a; Gallardo et al. en preparación); y otro, presente en los fondos rocosos asociados a afloramientos de aguas termales ricas en hidrógeno sulfurado del fiordo Huinay (Gallardo et al. 2005b). Este sistema está compuesto de por lo menos dos subsistemas de bacterias, uno conformado por bacterias filamentosas gigantes, vacuoladas, sedentarias, y otro de bacterias —aún no determinadas—, productoras de azufre elemental filamentoso, posiblemente asociadas a la reducción de cationes metálicos (Gallardo et al. 2005).

BACTERIAS GIGANTES DEL MAR DE CHILE

Hasta ahora las únicas especies de bacterias marinas gigantes formalmente descritas para Chile pertenecen al género *Thioploca*. Se ha mencionado una *Beggiatoa* vacuolada para la Bahía de Concepción (Teske et al. 1999), pero todo indica que esta forma es en realidad una *Thioploca* sin vaina, característica antes no reconocida para *Thioploca*. Sin embargo, no se excluye la posibilidad de que existan también formas del genero *Beggiatoa*, tanto en los sedimentos bajo la zona de mínimo oxígeno como en situaciones de eutrofización extremas, por ejemplo en torno a las descargas de emisarios submarinos y bajo las balsas-jaulas en la actividad salmonícola.

Género *Thioploca* Lauterborn 1907. Constituyen filamentos multicelulares de diámetro uniforme, sin pigmentación, con movimiento por deslizamiento libre en los sedimentos marinos o en el interior de vainas de polisacáridos. El volumen celular incluye una gran vacuola que ocupa más del 90 por ciento de su volumen y contiene una solución concentrada de nitrato. En la periferia citoplásmica existen inclusiones de azufre elemental que dan un color blanquecino a los tricomas (cadenas multicelulares seriadas).

Thioploca araucae Maier y Gallardo 1984. Tricomas siempre multicelulares, de diámetro variable (entre 30 y 43 µm) y longitud variable, pudiendo alcanzar varios centímetros de largo; los tricomas pueden presentarse solitarios o en haces de número variable dentro de vainas; habitan sedimentos arcillosos reducidos (presencia de hidrógeno sulfurado) subsuperficialmente, debajo de aguas deficientes en oxígeno y ricas en nitrato, donde llegan a constituir tapices o mantos bacterianos densos que alcanzan biomasas de hasta un kilogramo por metro cuadrado en peso húmedo.

Thioploca chileae Maier y Gallardo 1984. Tricomas siempre multicelulares, de diámetro variable (entre 12 y 20 µm) y longitud variable, pudiendo alcanzar varios centímetros de largo; se presentan solitarios o en haces de un número variable dentro de vainas; habitan sedimentos arcillosos reducidos subsuperficialmente bajo aguas sub-óxicas ricas en nitrato, pudiendo constituir tapices o mantos bacterianos

densos que alcanzan biomasas de hasta un kilogramo por metro cuadrado en peso húmedo.

Thioploca marina: tricomas de alrededor de 2-5 µm de diámetro. Esta especie es más escasa y también se puede encontrar solitaria.

Es posible encontrar las tres formas arriba descritas compartiendo una misma vaina. Más común es, sin embargo, que se encuentren sólo las dos primeras juntas en una misma vaina.

LAS BACTERIAS GIGANTES Y SUS POSIBLES IMPLICANCIAS ECOLÓGICAS

La existencia de comunidades de procariontes (organismos sin núcleo), de metabolismo anaeróbico, principalmente bacterias gigantes del género *Thioploca*, en los sedimentos de la plataforma continental frente a las costas del norte y centro-sur de Chile, es uno de los rasgos más singulares del ecosistema de Humboldt (ESH). Hacia fines de la década de 1950 no se preveía la posibilidad de que organismos tan primitivos pudiesen encontrarse en tamaños y cantidades tan significantes en el bentos de ninguna zona del océano mundial. Hasta ese momento toda la literatura científica relacionada con la ecología de los fondos marinos hacía referencia sólo a poblaciones y comunidades compuestas de animales, eucariontes, agrupados en diversos rangos de tamaño. Así se reconocía, por ejemplo, yendo desde los más pequeños hasta los más grandes, la *microfauna* (protozoos), la *meiofauna* (metazoarios u organismos pluricelulares de más de 62 µm), la *macrofauna*, de más de 300 µm y la *megafauna* bentónica (de más de 4 mm), componentes cuya separación de los sedimentos se logra mediante tamices provistos de mallas de tales dimensiones. Fue en el norte de Chile, en 1962, durante la expedición Mar-Chile II, que por primera vez se logró retener elementos no animales en los tamices utilizados en el estudio del macrobentos y en cantidades que superaban a la de los animales, que siempre fueron considerados como los únicos habitantes visibles y dominantes en los sedimentos marinos actuales (figuras 1 a la 11).

Investigaciones posteriores —que han contado con un importante apoyo internacional, atraído por la novedad de esta biota y los procesos asociados—, han contribuido a entender que estas comunidades, más allá de indicar una deficiencia de oxígeno en las aguas de fondo, señalan una abundancia de hidrógeno sulfurado (H_2S) y nitrato (NO_3^+), es decir, de una molécula reducida y de una oxidada, las que, al reaccionar, permiten a las bacterias obtener la energía suficiente para desarrollar sus actividades metabólicas y sintetizar materia orgánica viva fijando el dióxido de carbono presente en el agua en un proceso bioquímico que se denomina quemosíntesis. De hecho, estas bacterias "consumen el hidrógeno sulfurado en la forma en que nosotros tomamos alimentos y el nitrato en la forma que nosotros respiramos oxígeno". Dado que ambos compuestos no se encuentran en inmediata contigüidad en los sedimentos de la plataforma —el nitrato se encuentra en el agua suprayacente a los sedimentos y el hidrógeno sulfurado en los sedimentos, este

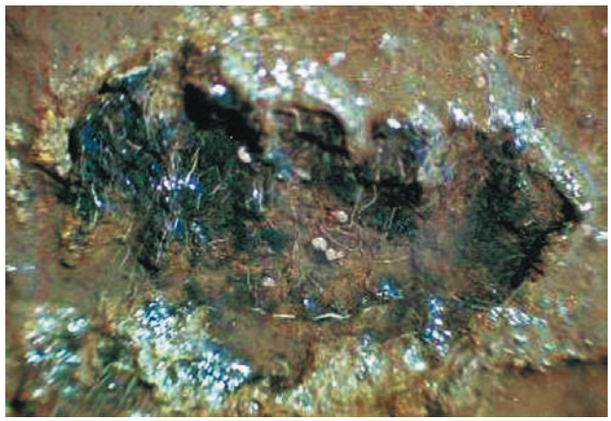


Figura 1. **Muestra de sedimentos tomados en marzo de 1982 en la plataforma continental frente a Concepción a alrededor de 65 metros de profundidad. Se observa una capa superficial amarillenta de pocos milímetros de espesor de sedimentos frescos recién depositados. Debajo de ella hay una capa gruesa, de varios centímetros de espesor con sedimentos reducidos, negros, ricos en hidrógeno sulfurado. Los filamentos blancos corresponden a *Thioploca* principalmente orientados verticalmente. Se puede también observar la presencia de juveniles del anfípodo (pulga de mar), *Ampelisca araucana* Gallardo, 1962.**

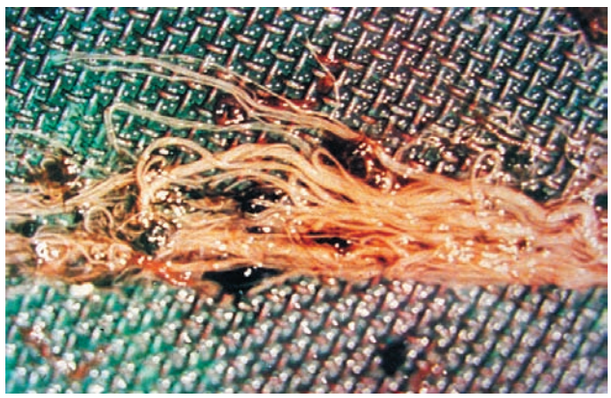


Figura 2. **Filamentos de *Thioploca* colectados frente a Concepción en diciembre de 1975. Debido a su apariencia a estas bacterias se les ha dado el nombre de bacteria spagetti. La biomasa colectada en esta ocasión superó un kilogramo por metro cuadrado. El cedazo posee una malla de 1 mm².**



Figura 3. **Masa de filamentos de *Thioploca* recolectadas con una rastra rectangular operada desde el B/O Itzumi frente a Concepción en noviembre de 1979. A modo de referencia, el tubo horizontal semitransparente de la derecha tiene ca. de 5 mm de diámetro.**

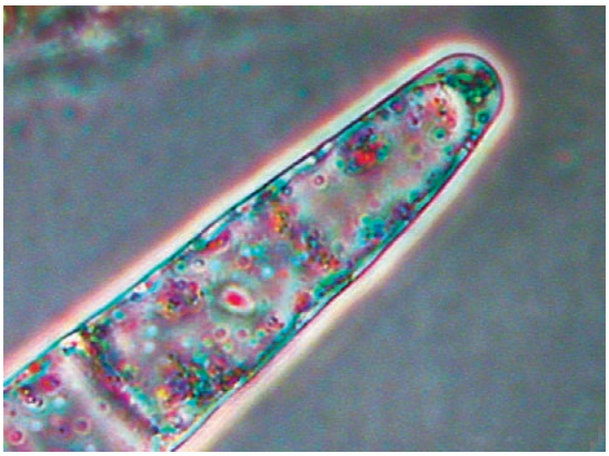


Figura 4. **Célula apical de *Thioploca araucae* Maier y Gallardo, 1984, diámetro aproximado: 45 µm. Se observa la forma aguzada, especializada para facilitar el deslizamiento dentro de la vaina común entre una multitud de otros tricomas que se mueven independientemente en busca de las substancias necesarias para su metabolismo. Fotografía lograda con fase contrastada. Los gránulos refringentes corresponden a azufre elemental. Es posible visualizar el citoplasma periférico que deja espacio para una amplia vacuola central.**

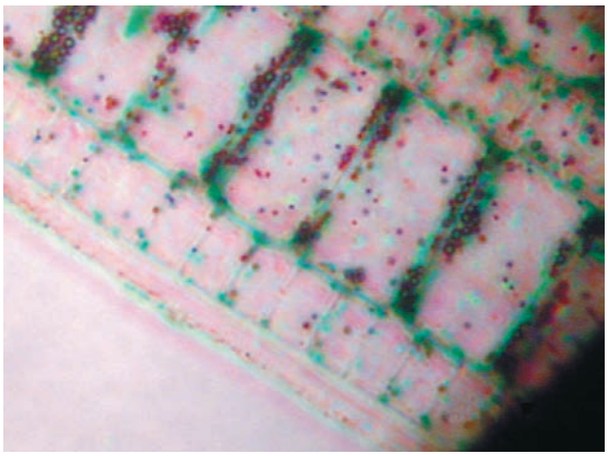


Figura 5. **Fracciones de tricomas (cadenas lineales de células) de dos especies de *Thioploca* compartiendo una misma vaina. El tricoma más ancho corresponde a *Thioploca araucae* Maier y Gallardo, 1984, y el más angosto a *Thioploca chileae* Maier y Gallardo, 1984. *Th. araucae* tiene un diámetro de ca. 45 µm, en tanto que *Th. chileae* tiene un diámetro de ca. 22 µm. Los pequeños gránulos al interior de las células corresponden a depósitos de azufre elemental y otros materiales. En el borde inferior izquierdo se observa una porción de la vaina hialina. En este caso la vaina estaba plena de tricomas.**

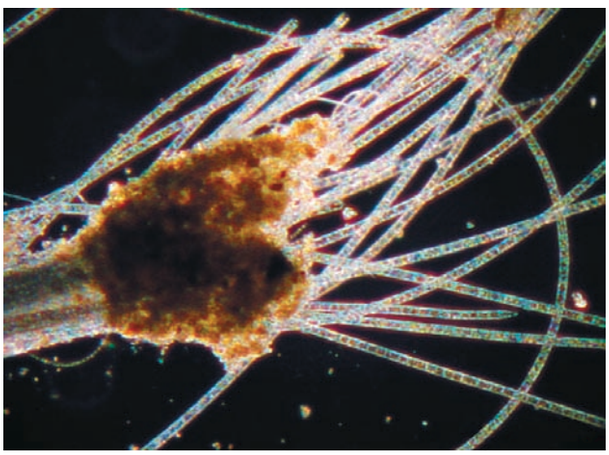


Figura 6. **Vaina con numerosos tricomas de *Th. chileae* asomando en su extremo. En este caso el extremo de la vaina tiene granos de sedimento acumulados en su boca y se observa la célula apical aguzada de dos tricomas. También se observan filamentos más finos que posiblemente pertenecen a una tercera especie que se ha denominado *Th. marina*, aunque no ha sido descrita oficialmente.**

último mantenido a raya por el débil, pero suficiente contenido de oxígeno en el agua suprayacente—, las tioplocas han adquirido un sistema muy simple e ingenioso para superar las limitaciones que le impone el lento proceso de la simple difusión. Construyen un tubo gelatinoso (vaina), a lo largo del cual los *tricomas*[1] se deslizan hacia el agua suprayacente o hacia el interior del sedimento, según sean sus necesidades de recargarse con nitrato o con hidrógeno sulfurado (figura 12). En el agua de fondo suprayacente, los tricomas a menudo sobresalen varios milímetros de la boca de la vaina y en el interior del sedimento se ha observado vainas con sus tricomas hasta 15 a 20 cm por debajo de la superficie del mismo. Cuando las condiciones son normales aparentemente lo más usual es que estén distribuidas en los primeros 5 cm del sedimento.

En la figura 12 se esquematiza la forma de operar de las bacterias gigantes en el sedimento y las funciones bioquímicas que se han descubierto recientemente. La figura necesariamente simplifica la realidad en el sentido que al interior de una vaina pueden cohabitar hasta cientos de tricomas, mucho más largos que los mostrados, cada uno de los cuales se comporta independientemente dentro de la vaina. Es notable el grado de diferenciación que alcanzan las células apicales para lograr una mayor eficiencia en sus movimientos quemotácticos. Estas son aguzadas como una especial adaptación para abrirse paso entre la multitud de tricomas que comparten la misma vaina. Las microfotografías muestran esta condición (figura 4). El estudio para saber cómo se mueven está actualmente en desarrollo. Lo más probable es que lo hagan mediante un sistema de propulsión a chorro (*jet*) en el que utilizan alguna substancia que expulsan a través de orificios distribuidos en la pared celular, tal como se ha encontrado recientemente en algunas cianobacterias.

Es preciso ahora tratar someramente las capacidades bioquímicas de *Thioploca*. En primer lugar, su capacidad de consumir hidrógeno sulfurado es enormemente eficiente. Por ejemplo, en sedimentos capaces de producir 2 mmol de hidrógeno sulfurado por metro cuadrado y por día, se detectó en el agua intersticial menos de 2 µM, es decir una cantidad insignificante. Con relación al nitrato, es preciso señalar que *Thioploca* posee una gran vacuola o estanque de almacenamiento en sus células, vacuolas que ocupan alrededor del 90 por ciento de su volumen. Lo más sorprendente es que estas

1 Cadenas uniseriadas de células de la bacteria *Thioploca*, que pueden llegar a tener decenas de milímetros de longitud.



***Figura 7*. Comparación del diámetro de las tres *Thioplocas* descritas para Chile.**

vacuolas contienen el nitrato en una concentración que puede alcanzar hasta 500 mM, es decir, 20 mil veces la concentración ambiental, que es de sólo aproximadamente 25µM (Fossing et al. 1995).

Dadas las exigencias ecológicas que poseen las bacterias gigantes del ESH, no deja de ser también sorprendente que estas bacterias hayan sobrevivido por los cientos de millones de años que se sugieren a partir de fósiles en rocas de esas edades (Oehler, 1977). En otras palabras, su existencia en el océano moderno indicaría que en todo este tiempo siempre hubo en algún punto del planeta condiciones apropiadas para su subsistencia, aunque no siempre donde hoy se las encuentra.

Cuando se habla de adaptaciones para la supervivencia, las *Thioploca*s son expertas y su capacidad de subsistir a través de millones de años, más que un testigo de ello, es un resultado de tales capacidades. En su batería de recursos, además de su capacidad de almacenar substancias críticas para su metabolismo (S^0 y NO_3^+), están también sus capacidades quemotácticas (Huettel et al. 1996) que les permite acomodaciones rápidas a variaciones ambientales en el corto plazo. Esto se ha comprobado experimentalmente en sistemas de acuarios especiales. En efecto, *Thioploca*, es capaz de reaccionar en cuestión de minutos a cambios en las concentraciones de las substancias o condiciones que le son favorables o desfavorables. Si las condiciones ambientales son las típicas de las aguas ecuatoriales subsuperficiales de la corriente de Gunther, sus tricomas se asoman desde las vainas en el agua suprayacente para extraer y almacenar en sus vacuolas el nitrato que se encuentra allí en concentraciones apropiadas. Una vez completado el proceso, el tricoma hace marcha atrás y se dirige al interior del sedimento donde, varios centímetros por debajo de la superficie, obtendrá el hidrógeno sulfurado, todo esto a una velocidad de desplazamiento de aproximadamente 1 cm por hora, velocidad que es superior a la velocidad de difusión de las mismas substancias. Los experimentos indicaron además que si el oxígeno pasaba de cierto límite, los tricomas se retiraban al interior de la vaina. Lo mismo sucedió cuando se aumentó la concentración de hidrógeno sulfurado más allá de cierto límite.

Ahora bien, ¿cuál es el valor adaptativo de los reservorios de azufre elemental y de nitrato concentrado? Dependiendo de la velocidad a que el metabolismo de *Thioploca* funciona —pareciera que es bastante lento—, estos reservorios podrían servirle para enfrentar cambios ambientales de

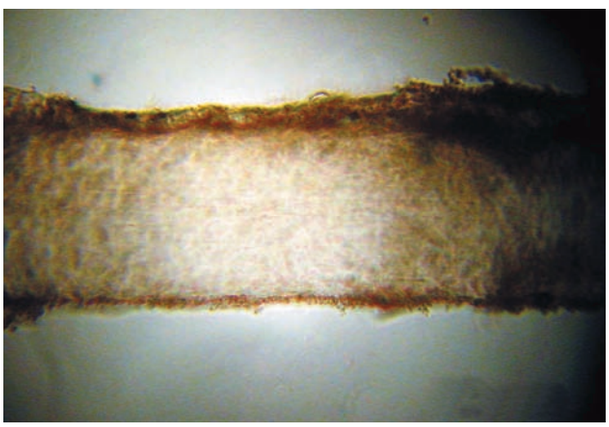


***Figura 8*. Vaina vacía de *Thioploca*. Estas vainas se observan cuando las condiciones ambientales se tornan desfavorables, lo que sugiere que los tricomas de *Thioploca* tienen la opción de abandonar las vainas quedando a merced de las corrientes marinas y así acceder a ambientes más aptos para iniciar una nueva colonia. A veces los ambientes más favorables podrían estar sólo a pocos metros más de profundidad o quizás a muchas millas de distancia. Se ha encontrado vainas aparentemente no viables a grandes profundidades (~1.000 m), en dos ocasiones, frente a Iquique y frente a Concepción. En el interior de esta vaina es posible ver el rastro de los tricomas que la habitaron. Estas vainas, recubiertas por gránulos de sedimento han sido descritas como fósiles de más de mil millones de años.**

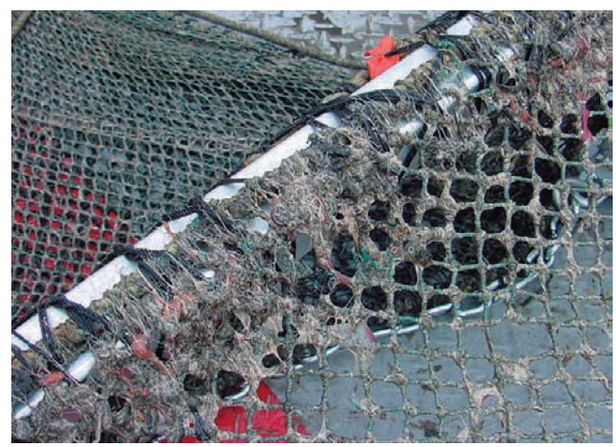


***Figura 9*. Filamentos de *Thioploca* recolectados frente a Concepción el 17 de abril de 2003, a 88 metros de profundidad, con una rastra Agassiz de 1 metro de boca y malla de pesca. Como fauna acompañante se observa en la esquina izquierda un ejemplar de langostino colorado juvenil (*Pleuroncodes monodon*) y varios gusanos poliquetos.**

menor frecuencia, como los estacionales. Nuestras observaciones indican que estas bacterias con capaces de soportar 'apneas' que duran desde el final de un período estival hasta la siguiente primavera, ocultándose en las profundidades del sedimento y utilizando sus reservas de nitrato y de azufre. Sin embargo, es posible que no todos los tricomas logren sobrevivir. Estas adaptaciones podrían ser utilizadas frente a cambios ambientales desfavorables, de mucho menor frecuencia, como la ocurrencia de eventos El Niño (EN). El hallazgo de vainas vacías indicaría que los tricomas también pueden migrar fuera de la vaina y circular a merced de las corrientes, en busca de localidades con mejores condiciones para su subsistencia. Esto explicaría el hecho que se han encontrado tricomas aislados en muestras de plancton y en muestras de sedimentos de profundidades mayores que las normalmente ocupadas por estas bacterias (a ~1.000 metros de profundidad frente a Iquique y Concepción). El mayor contenido de oxígeno en las aguas asociadas a los fenómenos EN y la menor productividad primaria que se traduce en menor flujo de materia orgánica degradable al fondo parecen ser letales para *Thioploca* en el rango de profundidad que afecta. Esto sin descuidar el hecho que estas bacterias podrían ser apetecidas por eucariontes que incursionarían sobre los sedimentos antes vedados para ellos por el bajo contenido de oxígeno de la zona de mínimo oxígeno. Las extremas variaciones en las densidades (biomasas) de *Thioploca* en estos sedimentos se explican de esta forma. Los tapices bacterianos no son permanentes, como se ha llegado a pensar, sino que varían en su densidad de acuerdo a las condiciones ambientales. Pero, más allá de todo esto, sugerimos que, justamente, estas bacterias gigantes, o formas similares a las que actualmente existen en el ESH, pudieron haber sido los organismos que mediaron la colonización del hábitat bentónico marino profundo primigenio (dominado por la vida procariótica, de metabolismo anaeróbico), por organismos eucarióticos de metabolismo aeróbico, así como se oxigenaba el océano superficial. Esta hipótesis propone que dado que el sulfuro de hidrógeno es un gas tóxico para los organismos de metabolismo aeróbico —máxime cuando el nivel de oxígeno disuelto está en concentraciones bajas—, en el Proterozoico, las bacterias sulfurosas del tipo *Thioploca* habrían contribuido a *detoxificar* el ambiente bentónico de las plataformas continentales lo suficiente como para ser colonizado por eucariontes.

LAS PECULIARIDADES DEL BENTOS BACTERIANO DEL ECOSISTEMA DE HUMBOLDT Y SUS POSIBLES IMPLICANCIAS ECOLÓGICO-OCEANOGRÁFICAS

El evento El Niño de 1982-83 ofreció la primera oportunidad de observar el efecto de estos fenómenos sobre los tapices de bacterias gigantes de la región de Chile central, las que se pensaba eran componentes permanentes de la comunidad bentónica de esta región. Como ya se ha dicho, estas comunidades se asocian principalmente a sedimentos blandos, arcillosos, ricos en materia orgánica fresca, de los fondos de la plataforma continental en contacto con las aguas

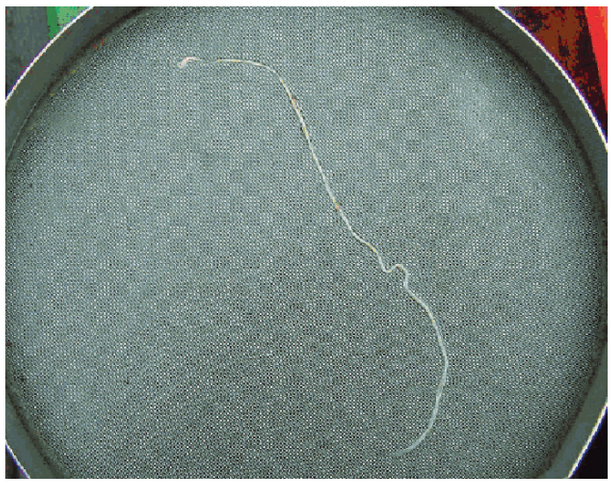


Figura 10. **Las *Thioplocas* bien podrían ser consideradas las bacterias más grandes del planeta. He aquí un filamento, compuesto de varias vainas con sus respectivos tricomas internos (no visibles), de alrededor de 18 cm de largo. Si bien en su interior no existe seguramente ningún tricoma que alcance el total de esta longitud, podría haber tricomas de varios centímetros de largo, lo que ya haría de esta bacteria la más grande de todas las conocidas. Este filamento compuesto fue obtenido frente a Iquique el 26 de marzo de 2003, con rastra Agassiz. El color blanco del filamento se debe al azufre que contienen las células de los tricomas. El tamiz tiene un diámetro total de 20,3 cm.**

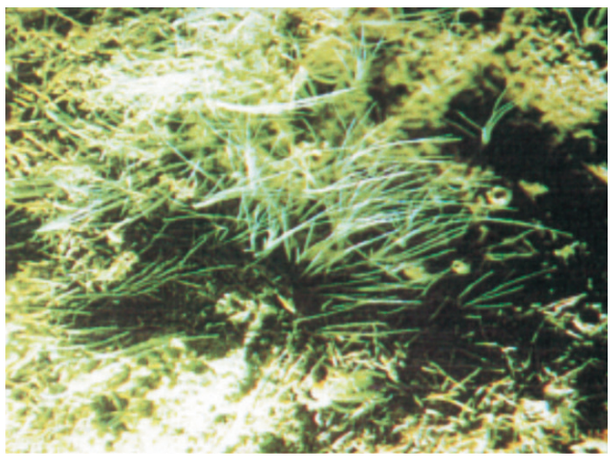


Figura 11. **Parece un césped, pero son tricomas de *Thioploca* que se extienden fuera del sedimento en el agua suprayacente hipóxica pero rica en nitrato de la corriente de Gunther. Obtenida de los flumes o acuarios experimentales establecidos en 1994 con motivo de la Expedición Thioploca-Chile 1994, en la Estación de Biología Marina de Dichato de la Universidad de Concepción, por M. Huettel y S. Forster. El cuadro tiene 15 mm de ancho.**

ecuatoriales subsuperficiales de la corriente subsuperficial de Perú y Chile. En esta oportunidad se detectó una inversión en la dominancia en peso de los organismos procarióticos por organismos eucarióticos. En efecto, en 1975, las bacterias con un peso húmedo de 1.060 g/m^2, constituyeron el 98,9 por ciento del peso húmedo de la macrobiota,[2] en tanto que la macrofauna sólo el complemento, es decir 1,1 por ciento (con 11,5 g/m^2). En 1983, durante El Niño las proporciones

2 El sedimento fue tamizado a través de un cedazo geológico con una malla de 250 µm.

se invirtieron y ahora los organismos eucarióticos dominaron con una biomasa promedio de alrededor de 36 g/m^2 (70,1 por ciento del total de la biomasa bentónica), en tanto que *Thioploca* sólo alcanzaba alrededor de 15.3 g/m^2 (29,9 por ciento de la biomasa total).

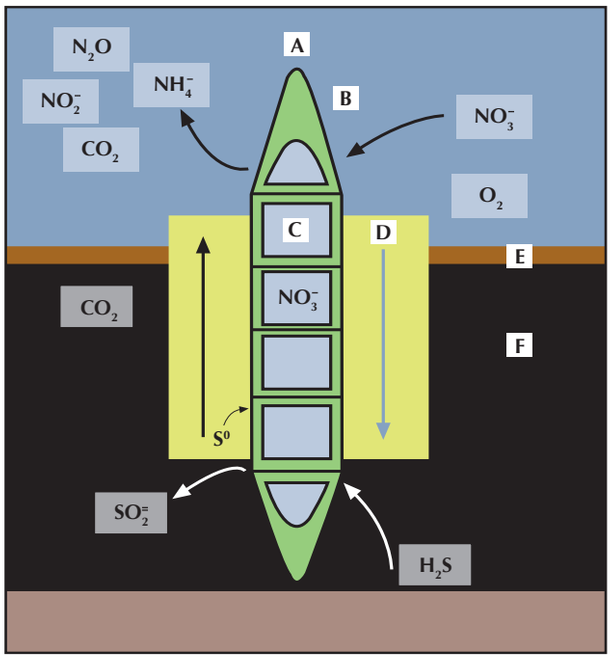


Figura 12. **Diagrama que muestra cómo funciona la bacteria gigante (*Thioploca* spp.) en sedimentos de la plataforma continental del ESH, la morfología gruesa y funciones bioquímicas. En la figura se observa: (A) una porción de agua de mar hipóxica; (B) un tricoma con cuatro células centrales (normalmente un tricoma posee varias decenas de células ordenadas serialmente) y dos células apicales, las células poseen un citoplasma reducido periférico que lleva los gránulos de azufre resultantes de la oxidación del hidrógeno sulfurado; (C) vacuola repleta de nitrato; (D) vaina donde los tricomas se mueven en las direcciones indicadas; (E) interfaz levemente oxidado sedimento/agua y (F) sedimento reducido (rico en hidrógeno sulfufado) subsuperficial.**
Se supone que el agua suprayacente es la típica de la contracorriente de Gunther caracterizada por bajo contenido en oxígeno (hipóxica), altos valores de nitrato y un complemento, al igual que en el agua intersticial del sedimento, de dióxido de carbono. Por otra parte, se supone que el sedimento es típico de un régimen oceanográfico normal para la región, p.ej., "Condiciones frías tipo Humboldt" que ha persistido por algún tiempo, en el que el sedimento se ha recargado fuertemente de materia orgánica como resultado de la alta productividad del sistema pelágico.
Esta materia orgánica, a su vez, ha sido descompuesta por bacterias sulforreductoras (productoras de hidrógeno sulfurado), enriqueciéndolo de esta substancia. La oxidación del sulfuro de hidrógeno realizada por *Thioploca* a través del nitrato, da origen en orden de importancia a amonio ($NH4^+$), nitrito y óxido de dinitrógeno. La oxidación del hidrógeno sulfurado da origen, en primera instancia, a azufre elemental (S^0) y se supone que en una segunda etapa oxidativa, éste dará origen a sulfato ($SO_4^=$).
La energía liberada se ocupa en fijar el dióxido de carbono en materia orgánica viva. Estas bacterias por lo tanto son quimiosintetizadoras. También es factible que utilicen substratos orgánicos más complejos, como el acetato. (Ver Fossing, H. et al. 1995. Nature 374: 713-715; Otte, S. et al. 1999. Appl. Environ. Microbiol. 65(7): 3.148-3.157; Maier, S. y V. A. Gallardo, 1984. Arch. Microbiol. 139: 218-220).

Una segunda oportunidad de observar una disminución de las comunidades bacterianas correspondió al evento EN 1997-98 (Schulz et al. 2000). Las observaciones a lo largo de series temporales nos permiten observar el efecto del tiempo transcurrido después de un evento EN que fue perceptible en la zona central de Chile. Estas observaciones llevan a especular sobre el potencial impacto en el funcionamiento del ESH de la liberación de materiales en cantidades que parecen bastante sustanciales. Si consideramos que las comunidades bacterianas se han encontrado más o menos entre los 10ºS frente al Perú (Rosenberg et al. 1983; Arntz et al. 1991), y aproximadamente los 36ºS frente a Chile central, es decir unos 26 grados de latitud, donde cada grado implica 60 millas, estamos considerando una distancia de 2.889 kilómetros. Si se considera además un área promedio de fondo marino apropiado para ser ocupado por la comunidad bacteriana de sólo 3.000 metros de ancho a lo largo de esta distancia, se obtiene una superficie de aproximadamente 8.667 millones de m^2. Y, finalmente, si consideramos una biomasa máxima de 1 kg de bacterias por metro cuadrado como la encontrada en 1975 frente a Chile central, se obtiene una biomasa total, para un momento dado en este ecosistema, de aproximadamente 8,7 millones de toneladas de bacterias, es decir, más del doble de la captura pesquera anual de Chile.

El rol potencial de estas comunidades en el ESH adquiere dimensiones aun más considerables si tomamos en cuenta el tiempo de duplicación que se ha estimado para estas bacterias, de aproximadamente dos meses (Otte et al. 1999). Aparte de la materia orgánica que participa en su constitución, habría que considerar el impacto del nitrato acumulado en las vacuolas de estas bacterias, el que se encuentra en concentraciones 20 mil veces la encontrada en el agua circundante y el del azufre que normalmente contienen en su citoplasma. También es preciso estudiar el impacto en condiciones de máximo desarrollo de los tapices bacterianos del amonio producido por el metabolismo de *Thioploca* sobre el sistema productivo primario del ESH, del nitrito y en particular del óxido de dinitrógeno, este último un importante gas de invernadero. En condiciones de laboratorio, ambas sustancias fueron mucho menos importantes que la producción de amonio. De igual modo cabe estudiar cual es la consecuencia en el ecosistema la carencia de estos aportes.

Observaciones frente a Chile central indican una estacionalidad en el ciclo de vida de la comunidad bacteriana, la cual, sin embargo, tiene una dimensión batimétrica y está muy ligada al régimen de vientos forzantes locales de la surgencia. Los vientos del oeste prevalecientes en primavera y verano son favorables a la surgencia en tanto que los del noreste del otoño e invierno, son desfavorables. Es decir, la comunidad bacteriana se recupera dentro del año. Sin embargo, en la escala de tiempo interanual, donde la ocurrencia de un evento El Niño puede mantener la presencia de condiciones adversas durante por lo menos cinco estaciones consecutivas, el impacto puede ser catastrófico para las comunidades bacterianas. Las observaciones posteriores al evento El Niño de 1997-98 indican que luego de su casi desaparición son precisos varios años de condiciones frías, para que se recuperen y alcancen una biomasa elevada, opera-

cional, tanto como detoxificadores del hábitat bentónico como nutrificadoras de la columna de agua. Las investigaciones en curso permitirán dilucidar la relación entre la composición, estructura y funcionamiento del bentos del ESH y el ciclo ENOS con mayor claridad.

¿QUÉ IMPLICANCIAS ECOLÓGICAS TIENEN ESTAS OBSERVACIONES ECOSISTÉMICAS?

La evidencia recogida hasta ahora indica que la fase cálida del ENOS, con su consecuente disminución de la productividad primaria y la oxigenación con que viene acoplada, destruye el ambiente propicio para la comunidad procariótica y con ello su peculiar fauna bentónica, compuesta de organismos con especiales adaptaciones para la vida en ambientes hipóxicos o de bajo contenido de oxígeno disuelto. Durante estos períodos cálidos se moviliza la materia orgánica, el carbono y otros bioelementos (N, S, P) acumulados en los sedimentos durante las condiciones normales del ESH y entran en circulación en el ecosistema hasta que, después del final del evento, luego de un tiempo variable de años de nuevas y persistentes condiciones tipo Humboldt, se reconstituyan los factores adecuados para una nueva fase bentónica, característica del ESH, dominada por procariontes gigantes y una fauna particularmente adaptada a este régimen oceanográfico.

CONCLUSIONES

El ecosistema de Humboldt aparece como particularmente bien dotado de bacterias gigantes. El descubrimiento de *Thioploca* dio origen a decenas de publicaciones y ha abierto nuevas líneas de investigación alrededor del mundo, proceso aún en marcha. Los nuevos y recientes hallazgos mencionados vienen a sumarse a esta realidad oceanográfica y se prevé que la biogeografía microbiológica marina atravesará grandes cambios como consecuencia de ellos. Curiosamente, estas grandes bacterias contemporáneas pasaron inadvertidas por los microbiólogos durante muchas décadas, precisamente por su inesperado gran tamaño; sin embargo, eran conocidas por los paleontólogos desde hace medio siglo (Tyler, Barghoorn, 1954). El hecho que las nuevas grandes bacterias filamentosas, recién descubiertas, tengan sus principales contrapartes, no en situaciones contemporáneas, sino que en registro fósiles del Proterozoico es muy significativo desde el punto de vista evolutivo y del estudio del origen de la vida en el océano. Es urgente reforzar la formación de microbiólogos marinos y el equipamiento de laboratorios si deseamos entender como funciona el gran ecosistema de Humboldt, un *hotspot* microbiológico.

Bibliografía

Fossing H., V.A. Gallardo, B.B. Jorgensen, M. Huettel, L.p. Nielsen, H. Schulz, D. Canfield, S. Foster, R. Glud, J. Gundersen, J. Kuever, N. Ramsing, A. Teske, B. Thandrup, O. Ulloa. 1995. Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium *Thioploca*. Nature, 374: 713-715.

Gallardo V.A. 1963. "Notas sobre la densidad de la fauna bentónica en el sublitoral del norte de Chile". Gayana (Zool.), 10: 3-15.

Gallardo V.A. 1975. On a benthic sulfide system on the continental shelf of north and central Chile. Proceedings of the International Symposium on Coastal Upwelling, Universidad del Norte, Centro de Investigaciones Submarinas CIS, Coquimbo, Chile.

Gallardo V.A. 1977a. "Large benthic microbial communities in sulphide biota under Peru-Chile Countercurrent". Nature, 268: 331-332.

Gallardo V.A. 1977b. "On the discovery of a large microbial community living in the soft bottoms of the continental shelf off Chile and Peru". Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín. Memorias del Seminario Internacional sobre Problemas de la Ecología Marina Actual y el Futuro del Hombre, Colombia, marzo 1977, Suppl, n. 1: 23-30.

Gallardo V.A. 1985. "Efectos del fenómeno de El Niño sobre el bentos sublitoral frente a Concepción, Chile". En W. Arntz, A. Landa, J. Tarazona (eds.), El Niño y su impacto en la fauna marina. Instituto del Mar del Perú, Boletín Extraordinario, pp. 79-85.

Gallardo V.A, E. Klingelhoeffer, W. Arntz, M. Graco. 1998. "First report of the bacterium *Thioploca* in the Benguela Ecosystem off Namibia". J. Mar. Biol. Ass. UK 78: 1.007-1.010.

Gallardo, V.A., J. Sellanes, P. González, M. Palma, L. Muñoz, C. Espinoza. 2005a. "Nuevos hallazgos de bacterias marinas filamentosas gigantes en Chile central". XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR) y XXV Congreso de Ciencias del Mar Sociedad Chilena de Ciencias del Mar 16-20 de mayo 2005.

Gallardo V.A., G. Forsterra, V. Häussermann, J. Faúndez. 2005b. "Hallazgo de Sistemas Bacterianos Sulfurosos Someros Asociados a la Actividad Hidrotermal del Fiordo Comau, X Región". XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR) y XXV Congreso de Ciencias del Mar Sociedad Chilena de Ciencias del Mar 16-20 de mayo 2005.

Huettel M., S. Forster, S. Kloeser, H. Fossing. 1996. "Vertical migration in the sediment dwelling sulfur bacteria *Thioploca* spp. in overcoming diffusion limitations". Applied and Environmental Microbiology, 62: 954-958.

Lauterborn R. 1907. "Eine neue Gattung der Schwefelbakterien (*Thioploca schmidlei* nov. gen. nov. spec.)". Ber. Dtsch. Bot. Ges. 25: 238-242.

Levin L. 2002. "Deep-ocean life where oxygen is scarce". American Scientist, 90(5): 436-444.

Maier S., V.A. Gallardo. 1984a. "*Thioploca araucae* sp nov. and *Thioploca chileae* sp nov. Int". Journal of Systematic Bacteriology, 34(4): 414-418.

Oehler J.H. 1977. "Microflora of the H.Y.C Pyritic Shale Member of the Barney Creek Formation (McArthur Group, middle Proterozoic of norther Australia". Alcheringa, 1: 315-349.

Otte S., J.G. Kuenen, L.P. Nielsen, H.W. Pearl, J. Zopfi, H.N. Schulz, A. Teske, B. Strotmann, V.A. Gallardo, B.B. Jorgensen. 1999. "Nitrogen, carbon and sulphur metabolism in natural *Thioploca* samples. Appl". Environmental Microbiology, 65: 3148-3157.

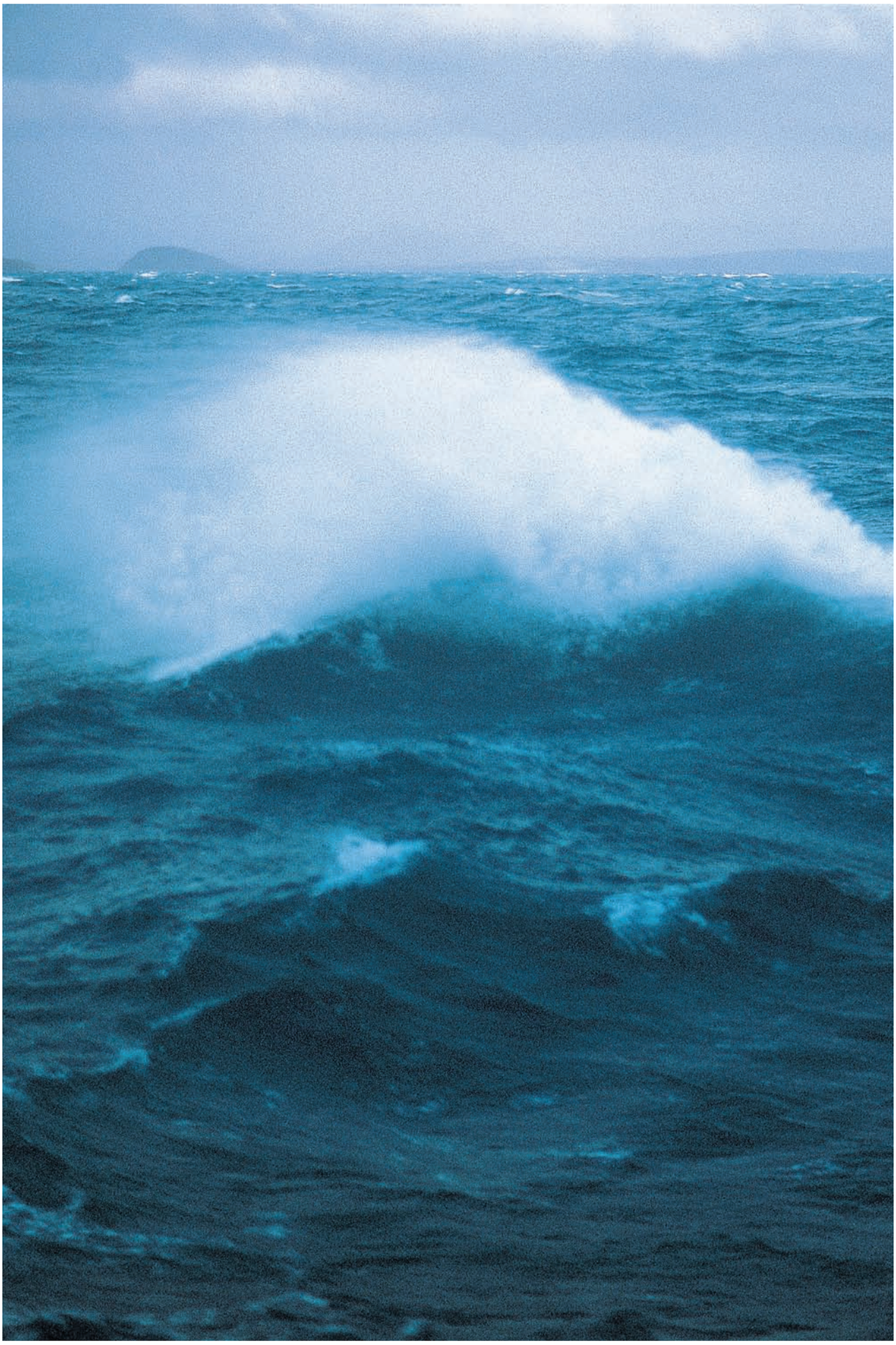
Rosenberg R., W. Arntz, E.C. de Flores, L.A. Flores, G. Carvajal, I. Finger, J. Tarazona. 1983. "Benthos biomass and oxygen deficiency in the upwelling system off Peru". J. Mar. Res. 41: 263-279.

Schulz, H.N., B. Strotmann, V.A. Gallardo, B.B. Jorgensen. 2000. "Population study of filamentous sulfur bacteria *Thioploca* spp. off the Bay of Concepción, Chile". Mar. Ecol. Prog. Ser. 200: 117-126.

Teske A., M.L.Sogin, L.P. Nielsen, H. Jannasch. 1999. "Phylogenetic relationships of a large marine *Beggiatoa"*. Syst. Appl. Microbiol. 18: 517-526.

Tyler S.A., E.S. Barghoorn. 1954. Science, 119: 606.

Página derecha: **Tormenta en cabo de Hornos, XII Región. Si bien el mar tiene una importancia creciente para el desarrollo del país, como fuente de alimentación y medio de transporte, investigación científica, lugar de residencia y de recreación, entre otros; los usos actuales de la biodiversidad marina debieran corresponder, finalmente, a la valoración que el país y la sociedad le asignen a ésta en términos de su contribución al bienestar actual de los ciudadanos y la calidad de vida de las futuras generaciones.** Foto: Nicolás Piwonka.



DIVERSIDAD GENÉTICA

LA DIVERSIDAD GENÉTICA

María Isabel Manzur

En Chile existe una gran diversidad de hábitat terrestres (Gajardo, 1992, 1994; Dinerstein et al. 1995), marinos y de agua dulce (Schlatter et al. 1998; Olson et al., 1998), lo que, sumado al clima templado y al relativo aislamiento geográfico del país, ha favorecido el desarrollo de una biodiversidad moderada en número de especies, pero con especies y ecosistemas únicos en el mundo. La biodiversidad de flora y fauna del país muestra altos niveles de endemismo, razón por la cual es particularmente valiosa e importante de conservar. Las especies endémicas son aquellas que tienen su origen exclusivamente en Chile. También existe una gran cantidad de especies nativas, que se originan tanto en Chile como en otros países. La zona mediterránea de Chile es considerada entre las 25 zonas de mayor importancia para su conservación a nivel mundial, denominada como "punto caliente" (*hotspot*) (Myers et al. 2000).

En Chile, se reconocen al menos 30.000 especies diferentes de plantas y animales (Simonetti et al. 1995). En el cuadro 1 se resume la riqueza de especies de los grupos más conocidos: las plantas vasculares (helechos, gimnospermas y angiospermas que comprende las monocotiledóneas y las dicotiledóneas) y los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Cuadro 1. **Riqueza y endemismo de especies.**

Grupo	Nº de especies	Nº de especies endémicas	% de especies endémicas
Plantas vasculares*	5.105	2.630	51,5
Helechos	114	19	23,8
Gimnospermas	16	5	69,2
Monocotiledóneas	1.069	424	39,7
Dicotiledóneas	3.906	2.182	55,9
Angiospermas	4.975	2.606	52,4
Peces	1.027	-	-
Anfibios	43	33	76,7
Reptiles	94	55	58,5
Aves	456	10	2,2
Mamíferos	170	17	10,0

Fuente: Marticorena, 1990; Simonetti et al. 1995; Yáñez, 2004.
*Valores sólo para Chile continental.

DIVERSIDAD GENÉTICA

La diversidad de ambientes de Chile, no sólo posibilita la presencia de una gran variedad de especies y ecosistemas, sino además una alta diversidad genética. La diversidad genética es la variabilidad que presentan los individuos dentro de una misma especie.

Esta diversidad generalmente se mide a través de la variedad intraespecífica, es decir, el número de subespecies, variedades o razas de una especie. Una subespecie, variedad o raza, es un grupo de individuos de una especie con características distintivas, que los diferencian de la especie, pero que aún se pueden reproducir entre sí. Las variedades se aplican a las plantas y las razas a los animales. Por ejemplo, las variedades de papas de Chiloé o las razas de perros.

También un buen índice de la riqueza genética es el grado de endemismo a nivel de especie, género, familia u orden y la amplitud del rango de la distribución de una especie. Mientras más amplia sea la distribución geográfica de una especie, mayor será su diversidad genética pues debe enfrentar distintas condiciones ambientales, a las que debe adaptarse. Finalmente, el carácter longevo de las especies arbóreas determina altos niveles de diversidad genética como su principal estrategia evolutiva, que les permite continua adaptación en el tiempo a cambios ambientales (Donoso et al. 2004).

Existen escasos, aunque crecientes estudios acerca de la diversidad genética intraespecífica de especies chilenas, como, por ejemplo, de la papa (Venegas y Negrón, 1994), el maíz (Paratori y Sbárbaro, 1990), especies del bosque nativo como *Nothofagus*, *Austrocedrus*, *Fitzroya cupressoides*, entre otros (Donoso et al. 2004), *Alstroemeria*, algunos pequeños mamíferos, la vicuña (Ormazábal, 1993; Simonetti, 2002) y el huemul (Jara y Victoriano).

RECURSOS GENÉTICOS

La diversidad genética que tiene algún uso actual o potencial se considera un recurso genético. Cubillos (1994) establece una priorización de los componentes de la fitodiversidad de Chile que pueden ser considerados recursos genéticos y señala que los recursos genéticos endémicos son

los más valiosos existentes en el país, ya que constituyen un patrimonio único y exclusivo en el mundo. Los recursos nativos también presentan un gran interés, ya que corresponden a elementos propios de nuestra variabilidad genética. La flora exótica puede presentar recursos genéticos interesantes, si son plantas adventicias naturalizadas. Estas se han incorporado permanentemente a nuestra flora sufriendo un proceso de selección natural a las condiciones ambientales del país y, por lo tanto, presentan una variabilidad genética que les da un carácter propio en comparación con sus centros de origen.

Además del origen de las especies, el método de priorización considera otros criterios como el estado de conservación de las especies, su frecuencia de distribución y el número de usos del recurso (Cubillos, 1994; León y Cubillos, 1997). Este criterio también podría ser aplicable a la fauna.

Diversidad genética de la flora

Chile continental tiene 5.105 especies de flora vascular presentes y 634 subespecies. Esto da un total de 5.739 taxa de flora presentes en Chile (incluye especies y subespecies), de las cuales 88,5 por ciento tiene su origen en el país, siendo 45,8 por ciento (2.630 taxa) endémicas y 42,7 por ciento (2.452 taxa) nativas (Marticorena, 1990). Esto significa que la mayor parte de la flora chilena se originó en Chile y otro país y que la mitad es exclusiva de Chile, lo que da idea de su altísimo valor. Cabe destacar además la exclusividad de las especies presentes en las islas oceánicas. El 60,6 por ciento de las especies y subespecies de flora de las islas Desventuradas y 36,4 por ciento de las del archipiélago Juan Fernández son endémicas (Marticorena, 1990).

Tenemos la particularidad de encontrar dos familias endémicas de Chile: Gomortegaceae y Lactoridaceae. Ambas poseen una sola especie. De los 1.008 géneros de la flora continental chilena 67 se encuentran solamente en Chile. El 49,2 por ciento de los géneros de Chile continental y el 62,4 por ciento de los del archipiélago Juan Fernández tienen una sola especie (Cubillos y León, 1995; Marticorena, 1990). Esto da un indicio de la particularidad genética de nuestra flora.

Chile además posee especies introducidas (657 taxa), que al haberse naturalizado, es decir, adaptado a las condiciones del país, tienen el potencial de representar un importante recurso genético.

Recientemente se ha publicado un libro que compila los conocimientos sobre la variación genética en 24 especies arbóreas de bosque nativo de Chile y Argentina. Entre las especies estudiadas se encuentran roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*N. alpina*), lenga (*N. pumilio*), ñirre (*N. antarctica*), coigüe (*N. dombeyi*), coigüe de Magallanes (*N. betuloides*), coigüe de Chiloé (*N. nitida*), araucaria (*Araucaria araucana*), ciprés de la cordillera (*Autrocedrus chilensis*), ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), alerce (*Fitzroya cupressoides*), canelo (*Drimys winteri*), avellano (*Gevuina avellana*), notro (*Embotrhium coccineum*), laurel (*Laurelia sempervirens*), tepa (*L. philippiana*), arrayán (*Luma apiculata*), maitén (*Maytenus boaria*). Las especies, en general, muestran variación altitudinal y latitudinal en ciertas características como peso de semillas, formas de la copa, ramas



Desierto florido, al sur de La Serena, IV Región de Coquimbo. Chile cuenta con cerca de 6.000 especies de plantas que constituyen nuestra base como patrimonio genético. El uso potencial de la flora chilena indica que un alto porcentaje de las especies podrían ser utilizadas para distintos fines. Por ejemplo, extracción de productos químicos o alimenticios, mejoramiento genético de las especies actuales, desarrollo de nuevos cultivos y productos naturales, y desarrollo de fármacos, entre otros. Foto: Nicolás Piwonka.

aplanadas y flexibles, enanismo, etc. El alerce, por ejemplo, se adapta a la nieve mediante la forma columnar y en otros sitios nevosos, pero de suelos delgados y fuertes vientos, los individuos disminuyen el tamaño haciéndose enanos. Otras especies como *N. pumilio* y *N. betuloides,* en la alta montaña del sur, y *N. oblicua*, en su distribución norte en altura, y *A. chilensis* de altura se adaptan a la nieve achaparrándose, de tal modo que quedan cubiertos por ella sin quebrarse. El ciprés de la cordillera se adapta a los gradientes pluviométricos más amplios del planeta, de entre 3.000 y 300 mm de precipitación media anual (Donoso et al. 2004).

Es interesante notar además la diversidad genética de algas marinas bentónicas, especialmente en el territorio antártico. El 35,7 por ciento de las 84 especies de algas de este territorio son endémicas. Este grupo posee además 2 familias y 13 géneros endémicos. Las islas de Juan Fernández posee 109 especies de las cuales 22,9 por ciento son endémicas (Ramírez, 1995).

Diversidad genética agrícola

En cuanto a la diversidad de cultivos o biodiversidad agrícola, nuestra privilegiada geografía ha permitido el desarrollo de un importante número de variedades antiguas de cultivos tradicionales. Según Cubillos y León (1995), tal riqueza y exclusividad de recursos fitogenéticos (o vegetales) pone a Chile en una situación poco frecuente en el mundo.

Nuestro país es centro de origen de la frutilla (*Fragaria chiloensis*), el tomate silvestre (*Lycopersicon chilense*) y la papa (*Solanum tuberosum*), existiendo al menos entre 150 y 220 variedades de papas nativas sólo en la Isla de Chiloé (Venegas y Negrón, 1994; Cárdenas 2002). El país posee además variedades silvestres y cultivos tradicionales de frutales, forrajeras, legumbres y plantas medicinales. Se han identificado 32 recursos fitogenéticos agrícolas de Chile (véase el cuadro 2).

También existen variedades de cultivos tradicionales, que aunque introducidos, son valiosos de conservar, como la avena, cebada, lenteja, melón, papa, tomate, trigo, ajo, bromos, chícharo, garbanzo, zapallo de guarda, camote, comino y pepino dulce (Cubillos y León, 1995).

Cuadro 2. **Recursos fitogenéticos agrícolas de Chile.**

Nombre común	Especie	Origen
Quinoa	Chenopodium quinoa	I
Kañihua	*Chenopodium pallidicaule*	I
Kiwicha	*Amaranthus caudatus*	I
Maíz	*Zea mays*	I
Mango	*Bromus mango*	N
Madi	*Madia sativa*	N
Achira	*Canna edulis*	I
Ají	*Capsicum baccatum*	I
Rocoto	*Capsicum pubescens*	I
Arracacha	*Arracacia pedata*	I
Zapallo	*Cucurbita maxima*	I
Pallar	*Phaseolus lunatus*	I
Poroto	*Phaseolus vulgaris*	I
Camote	*Ipomoea batata*	I
Oca	*Oxalis tuberosa*	I
Papa	*Solanum tuberosum sp. andigena*	I
Papa	*Solanum tuberosum sp. tuberosum*	N
Ulluco	*Ullucus tuberosus*	I
Capulí	*Physalus peruviana*	I
Chirimoya	*Annona cherimolla*	I
Frutilla silvestre	*Fragaria chiloensis*	N
Guayabo	*Psidium guayaba*	I
Lúcuma	*Poteria lucuma*	I
Pacay	*Inga feullei*	I
Palta	*Persea gratissima*	I
Papaya	*Carica pubescens*	I
Pepino dulce	*Solanum murucatum*	N
Plátano	*Musa normalis*	I
Tomate de árbol	*Cyphomandra betacea*	I
Tumbo	*Passiflora mollisima*	N
Tuna	*Opuntia sp.*	I
Algodón	Gossypium barbadense	I

Fuente: Cubillos y León, 1995. I: Introducida; N: Nativa.

Diversidad genética de la fauna

La fauna chilena presenta una gran riqueza genética por sus altos niveles de endemismo y su adaptación a una gran variedad de ecosistemas y a condiciones adversas. El número total de vertebrados en el país alcanza aproximadamente a 1.782 especies, un 18 por ciento de ellas endémicas. Destacan los altos niveles de endemismo de anfibios y reptiles (véase el cuadro 1). Hay además cerca de 40 especies de vertebrados introducidas (Simonetti et al. 1995).

Mamíferos. Los mamíferos chilenos son un grupo muy diverso y de alto valor. De un total de 170 especies, 130 son nativos, 19 endémicos y 21 introducidos. De estos, hay 49 especies marinas y 121 terrestres. Este grupo presenta endemismo a niveles taxonómicos superiores. Existe un orden completo exclusivo de Chile: el Microbiotheria, que tiene una sola especie, conocida como monito del monte *(Dromiciops gliroides*) un marsupial chileno. Un 47,7 por ciento de las 170 especies de mamíferos terrestres presentes en Chile poseen subespecies y de ellas, 20 poseen al menos una subespecie endémica (Mella et al. 2002).

Las 21 especies introducidas son terrestres, entre las que destacan el castor, la liebre, el conejo, el coatí, el visón, el jabalí y el ciervo rojo. Cinco de estas especies habitan las islas del archipiélago Juan Fernández, causando gran perturbación a la fauna local y deterioro de los ecosistemas naturales (Contreras y Yáñez, 1995; Mella et al. 2002; Yáñez, 2004).

Existen especies de amplia distribución, como el puma, el huemul, el zorro culpeo y el guanaco, lo que supone un importante potencial de variabilidad al interior de la especie. Además, varios de ellos han sido utilizados como recurso genético (Mella et al. 2002). Se ha encontrado, sin embargo, que la diversidad genética del huemul, especie de amplia distribución pero en peligro de extinción, es extremadamente



Una de las preocupaciones que se ha generado a partir del uso de los recursos genéticos en el país es la conservación del patrimonio silvestre, debido a los problemas de erosión genética que presentan algunas especies y/o poblaciones por su alto grado de explotación, pérdida o degradación de su hábitat natural. La extinción de especies vegetales es un fenómeno cada vez más frecuente en la escala planetaria, y en Chile, especialmente el bosque nativo, ha sufrido profundas modificaciones. En la foto, vista del archipiélago de los Chonos, donde predomina el bosque caducifolio de Aisén, que incluye bosques de coigüe, tepa y lenga, entre otras especies.
Foto: Nicolás Piwonka.

baja, debido posiblemente a la fragmentación y aislamiento de las poblaciones y alta endogamia (*inbreeding*) por el bajo número de individuos en las poblaciones (Jara y Victoriano).

Aves. Constituyen el segundo grupo más numeroso entre los vertebrados, de gran riqueza en el país. De 456 especies en Chile, 275 son residentes, 90 visitantes, 76 accidentales. Existen 10 especies endémicas y 5 especies introducidas, todas terrestres (Araya y Bernal, 1995). Hay un género endémico —*Pteroptochos*—, 10 especies endémicas (Araya y Bernal, 1995), y 70 especies que tienen dos o más subespecies (Araya y Millie, 1998).

Anfibios. Aunque numéricamente pequeño (43 especies), el grupo presenta una gran riqueza por su altísimo nivel de endemismo, que llega al 76,7 por ciento (véase el cuadro 1). Hay una familia endémica —Rhinodermatidae— y cinco géneros endémicos (*Batrachyla, Eusophus, Telmatobufo, Caudiverbera e Hylorina*). Los dos últimos resaltan por ser además monotípicos, es decir, géneros que poseen una sola especie.[1] También habita en el territorio un anfibio introducido, el sapo africano (*Xenopus laevis*) (Formas, 1995).

Reptiles. Los reptiles chilenos presentan una tasa bastante elevada de endemismo (58,5 por ciento). Poseen dos géneros endémicos, *Phrynosaura* y *Velosaura*. Es interesante notar la gran diversidad y versatilidad del género *Liolaemus,* con 53 especies, de las cuales 34 (64 por ciento) son endémicas. Hay 17 especies de reptiles que poseen subespecies (Veloso y otros, 1995). La tortuga argentina (*Chelonoidis chilensis*) sería la única especie de reptil exótico presente en Chile (Jaksic, 1998; Veloso et al. 1995).

Peces. Existen al menos 1.027 especies de peces chilenos. La mayor parte de las 44 especies de peces de aguas continentales son endémicas. Aunque se desconoce el nivel de endemismo de los peces marinos, es posible suponer que debiera ser alto en las islas oceánicas (Isla de Pascua, islas Desventuradas, archipiélago Juan Fernández, Salas y Gómez) y en la Antártica. Además, existen 19 especies introducidas. Llama la atención que los peces serían el grupo de vertebrados menos conocido en Chile, pese a constituir un importante recurso económico (Spotorno, 1995; Pequeño, 1995). Se han avanzado estudios tendientes a describir la variabilidad genética de especies de peces marinos y moluscos de importancia económica (Muñoz, 1993).

Por otra parte, en cuanto a los invertebrados, existe conocimiento limitado acerca de su riqueza genética. Los insectos chilenos presentan altos niveles de endemismo, por ejemplo, los heterópteros (92 por ciento) (Prado, 1995), dípteros (53,1 por ciento) (González, 1995), lepidópteros (44,1 por ciento) (Parra, 1995) y coleópteros (66 por ciento) (Elgueta, 1995).

1 Que las especies de una familia o género endémico sean endémicas otorga una riqueza no sólo específica sino a niveles más altos del árbol genealógico. El valor de un género monotípico es que sólo existe una sola especie perteneciente a ese género, lo que la hace más valiosa e importante de conservar.

Recursos zoogenéticos

Entre los recursos zoogenéticos de Chile, están aquellos nativos (silvestres o domesticados), especies introducidas que se han adaptado a nuestro medio ambiente y las especies exóticas asilvestradas, es decir, que se han introducido a Chile y se han vuelto silvestres (véase el cuadro 3). Varias de estas especies se encuentran amenazadas (MINAGRI, 2004).

USOS DE LOS RECURSOS GENÉTICOS NATIVOS

La flora chilena es única y exclusiva, y posee un elevado número de usos potenciales (alimentario, forrajero, frutal, medicinal, industrial, biopesticida, tintura, ornamental, compuesto biológico, etc.). Sin embargo, no está siendo adecuadamente aprovechada y los recursos genéticos chilenos en

Cuadro 3. **Recursos zoogenéticos de Chile.**

Nativos	Introducidos	Exóticos asilvestrados
Alpaca	Bovino overo colorado	Liebre
Llama	Bovino criollo patagónico	Conejo
Guanaco	Bovino criollo costino	Jabalí
Vicuña	Bovino negro europeo	Cabra de Juan Fernández
Pudú	Bovino Hereford	Castor
Chinchilla cola larga	Bovino frisón	Rata almizclera
Chinchilla cola corta	Bovino pardo suizo	Ciervo rojo
Zorro culpeo	Bovino overo negro	Ciervo dama
Zorro chilla	Bovino Simmental	Zorro ártico
Zorro de Darwin	Bovino Aberdeen agnus	Zorro de Groenlandia
Chungungo	Bovino Limousin	Visón canadiense
Huillín	Bovino Charolais	Codorniz californiana
Vizcacha	Ovino Hampshire	Faisán
Coipo	Ovino Suffolk	Abeja caucásica
Cuy de la puna	Ovino criollo araucano	Abeja cáenica
Cuy serrano	Ovino Merino	Abeja ligústica
Cuy de la Patagonia	Ovino Corriedale	Abeja canadiense
Gallina araucana	Ovino Romney marsh	Abeja cruces
Ñandú	Ovino criolla corriente	
Suri	Ovino criolla araucana	
Perdiz	Cabra criolla de origen murciano-granadino	
Torcaza	Cabra anglo nubia	
Tortola	Porcino Duroc	
Caiquén	Porcino Hampshire	
Canquén	Porcino landrace	
Ganso cabeza colorada	Caballo criollo chileno	
Pato vapor	Caballo criollo chilote	
Pato colorado	Asno	
Pato real	Gallina Leghorn	
Pato jergón	Gallina Rhode Island	
Pato cuchara	Gallina Plymouth Rock	
Pato juarjual	Gallina Sussex	
Picaflor	Gallina New Hampshire	
Cachaña	Pavo negro	
Tricahue	Ganso Embden	
Perico cordillerano	Ganso Tolouse	
Cisne coscoroba	Pato Pekín	
Cisne cuello negro	Pato mudo	
Rana chilena	Gallitos de la pasión	
Sapo chileno		
Iguana chilena		
Lagartija negra-verde		

Fuente: MINAGRI, 2004; Diario El Llanquihue, 5 de mayo de 2003.

muchos casos se utilizan en el extranjero con poco beneficio para el país. De hecho, muchas de las especies cultivadas o sus parientes en estado natural, que ofrecen interés social o económico, nunca han sido empleadas en el desarrollo o mejora de variedades cultivadas. En el caso de la flora, de 5.801 especies estudiadas por INIA, 13,5 por ciento tiene al menos un uso conocido (Cubillos, 1994; Cubillos y León, 1995; León y Cubillos, 1997) y 10,75 por ciento de la flora vascular chilena tiene alguna referencia de uso como planta medicinal (Massardo y Rozzi, 1996).

Las variedades silvestres y cultivos tradicionales de frutales, forrajeras, legumbres, plantas medicinales pueden ser de gran valor para el mejoramiento de nuestros cultivos. Los cultivos tradicionales presentan genes de resistencia a condiciones adversas, como el calor, la sequía, la salinidad, el frío, los metales pesados, y algunas enfermedades, cualidades de gran valor para la agricultura (Cubillos y León, 1995; Matus et al. 1997). Las especies de tomates silvestres, maíz, porotos, papas y otras, han sido utilizadas para el mejoramiento genético de variedades extranjeras (Mooney, 1994; Venegas y Negrón, 1994). El tomate silvestre ha sido utilizado para proveer resistencia a enfermedades como *Fusarium*, *Verticillium*, Virus del Mosaico del tabaco, nemátodo del nudo de la raíz, entre otras (Rick, 1991). También géneros como la *Alstroemeria y Rodophiala,* de amplia distribución y gran diversidad de formas y colores, son de interés en programas de mejoramiento genético para usos ornamentales (León y Cubillos, 1997). Otras especies de las familias Poaceae, Fabaceae y Chenopodiaceae poseen potencial como recursos forrajeros de zonas áridas (Muñoz, 1993).

La flora chilena tiene un elevado número de compuestos químicos, muchos de ellos con estructuras nuevas y alguna actividad biológica, dadas las características de aislamiento de nuestro país (Massardo y Rozzi, 1996). El estudio de INIA identifica 417 plantas nativas y 109 exóticas con principios químicos (León y Cubillos, 1997). Entre las especies estudiadas, se encuentra el boldo que contiene el alcaloide boldina como principio activo, y el quillay, que contiene saponina y ácido quilláyico. Dentro de las farmacopeas extranjeras, el quillay es una de las pocas especies chilenas utilizadas, debido a la presencia de saponina que se utiliza como adyuvante para vacunas, industria fotográfica, detergente, espumante y dentífrico (Campos, 1998).

También existen en el país varias especies que se emplean para extraer aceites esenciales como aromas de perfumería, o industrialmente. Empresas chilenas han exportado con positivas y crecientes ganancias aceites esenciales de rosa mosqueta, avellano, eucalipto y pino insigne (Campos, 1998).

En Chile existirían 36 plantas de la flora nacional con uso ornamental y al menos 70 plantas chilenas se utilizarían en floricultura y jardinería en Inglaterra (León y Cubillos, 1997). La flor del género sudamericano *Alstroemeria*, de amplia representación en Chile, fue mejorada en Holanda y se comercializa en Chile como flor de corte. También existe gran interés a nivel mundial por domesticar especies ornamentales de bulbosas con el fin de buscar nuevas flores de colores originales, diseños especiales y fragancias. Chile posee una gran diversidad de especies de bulbosas nativas como *Rodophiala, Leucocoryne* y orquídeas chilenas de interés ornamental (FIA, 1998).

Los recursos genéticos de la flora de Chile han sido utilizados por empresas internacionales para la obtención de productos patentados. Lamentablemente, Chile ha obtenido muy pocos beneficios por el acceso al uso de estos recursos, como lo estipula la Convención de la Diversidad Biológica, a pesar de ser Ley de la República. Al mes de mayo de 2003, se encontraron derechos de propiedad intelectual sobre 11 compuestos o procesos derivados de nueve especies chilenas: el compuesto rapamicyna y la droga rapamune, obtenida de un hongo proveniente de la Isla de Pascua (*Streptomyces higroscopicus)*, el tomate silvestre (*Lycopersicon chilense*), variedades de la flor nativa de Chile *Alstroemeria,* derivados del boldo, quillay, avellano, quinoa, el biopesticida naftoquinona, derivado de la especie chilena *Calceolaria andina* y una nueva variedad de pepino dulce (Manzur, 2004).

Los recursos zoogenéticos también poseen importantes usos. Los camélidos andinos domésticos se han utilizado en otros países para mejoras genéticas, así como también las especies de chinchilla chilena para desarrollar variedades domesticadas en Estados Unidos (Ormazábal, 1993). Otros recursos con potencial de desarrollo comercial son el cultivo comercial del pez puye (*Galaxias maculatus*), la gallina araucana, que permite la obtención de huevos de menor contenido de colesterol, la raza caballar chilota (FIA, 2004), la rana chilena y el ñandú como alimento (El Llanquihue, 5 de mayo de 2003); los camélidos son reservorios de lanas de 22 colores naturales y el caballo chileno es muy admirado por su fuerza, docilidad y destreza (Muñoz, 1993).

Esto denota el gran valor, interés y diversidad de usos de los recursos genéticos chilenos.

Bibliografía

Araya, B. y M. Bernal. 1995. "Aves". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Araya, B. y G. Millie. 1998. Guía de campo de las aves chilenas. Editorial Universitaria. Santiago.

Campos, J. (ed.). 1998. Productos Forestales No Madereros en Chile. Serie Forestal n. 10. FAO. Santiago, Chile. 65 pp.

Cárdenas, R. 2002. "La Papa Chilota". Ponencia. Taller de Biodiversidad y Desarrollo Rural Sostenible. Maela. Paraguay. Mayo, 2002.

Contreras, L.C. y J.L. Yáñez. 1995. "Mamíferos". En: J.A. Simonetti, M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno y E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Cubillos, A. 1994. "Recursos fitogenéticos de la biodiversidad chilena: Una proposición de priorización para su preservación". Simiente, 64(4): 229-235.

Cubillos, A y P. León. 1995. Informe de la República de Chile. IV Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Santiago.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecosystems of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington.

Donoso, C., A. Premoli, L. Gallo y R. Ipinza. 2004. Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria S.A. Santiago.

El Llanquihue. 5 mayo, 2003. Elaboran catastro de recursos genéticos.



Elgueta, M. 1995. "Coleoptera". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

FIA. 1998. Darán a conocer potencial de flores nativas. www.fia.cl.

FIA. 2004. Base Nacional de Proyectos de Innovación Agraria. www.fia.cl.

Formas, J.R. 1995. "Anfibios". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.). Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Gajardo, R. 1992. La vegetación natural de Chile. Proposición de un sistema de clasificación y representación de la distribución geográfica. Departamento de Silvicultura, Universidad de Chile. Santiago.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago.

Gonzalez, C. 1995. "Diptera". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Jaksic, F. 1998. "Vertebrate invaders and their ecological impacts in Chile". Biodiversity and Conservation, 7: 1427-1445.

Jara, A. y P. Victoriano. Informe Proyecto "Estudios de variabilidad genética en poblaciones de *Hippocamelus bisulcus* (Molina, 1782): Alcances en la conservación de la especie". Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción.

León, P. y A. Cubillos. 1997. "Identificación y valoración de los recursos fitogenéticos de Chile". En: Taller Internacional Aspectos Ambientales, Eticos, Ideológicos y Políticos en el Debate sobre Bioprospección y Uso de Recursos Genéticos en Chile. Timmerman B.N. y G. Montenegro (eds.). Noticiero de Biología, 5(2): 65-67.

Manzur, M.I. 2004. "Experiencias en Chile de acceso a recursos genéticos, protección del conocimiento tradicional y derechos de propiedad intelectual. Fundación Sociedades Sustentables". Santiago. (www.field.org.uk).

Marticorena, C. 1990. "Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile". Gayana Botánica, 47: 85-113.

Massardo, F. y R. Rozzi. 1996. "Usos medicinales de la flora nativa chilena". Ambiente y Desarrollo, 12(3): 76-81.

Matus, I., I. Seguel, A. Cubillos, P. León y A. Pezoa. 1997. "Curaduría de los recursos fitogenéticos de Chile". En: Taller Internacional Aspectos Ambientales, Éticos, Ideológicos y Políticos en el Debate sobre Bioprospección y Uso de Recursos Genéticos en Chile. Timmerman B.N. y G. Montenegro (eds.). Noticiero de Biología, 5(2): 65-67.

Mella, J.E., J.A. Simonetti, A.E. Spotorno y L.C. Contreras. 2002. "Mamíferos de Chile". En: Ceballos, G. y J.A. Simonetti (eds.), 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM. México, D.F.

MINAGRI. 2004. Informe País sobre la Situación de los Recursos Zoogenéticos. Documento preliminar.

Mooney, P. 1994. Conserving Indigenous Knowledge: Integrating two Systems of Innovation. An Independent Study by the Rural Advancement Foundation International.

Muñoz, C. 1993. Diagnóstico y Programa de Investigación para la Protección de la Biodiversidad en Chile. CONAMA. Santiago.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kent. 2000. "Biodiversity Hotspots for conservation priorities". Nature, 403: 853-858.

Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell y E. Toledo (Eds.). 1998. Freshwater Biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment. Biodiversity Support Program. Washington D.C.

Ormazábal, C. 1993. "The conservation of biodiversity in Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 66: 383-402.

Paratori, O. y R. Sbárbaro. 1990. Catálogo de recursos genéticos de maíz de Chile. INIA. Santiago.

Parra. L. 1995. "Coleópteros". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Pequeño, G. 1995. "Peces". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Prado, E. 1995. "Hemiptera-Heteroptera". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.),Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Ramírez, M.E. 1995. "Algas marinas Bentónicas". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Rick, C.M. 1991. "Recursos genéticos de tomate en Suramérica revelan verdaderos tesoros". Diversity, 7(1,2): 60-63.

Schlatter, R., L. Espinosa y Y. Vilina. 1998. "Chile". Capítulo 15. En: Canevari, P., D.E. Panco, E.H. Bucher, G. Castro, I. Davidson (eds.), Los Humedales de América del Sur: Una agenda para la conservación de biodiversidad y políticas de desarrollo.

Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada. 1995. Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Simonetti, J.A. 2002. "Estado de la Diversidad Biológica". En: Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2002. Instituto de Asuntos Públicos. Universidad de Chile. LOM Ediciones. Santiago.

Veloso, A., J.C. Ortiz, J. Navarro, H. Núñez, P. Espejo y M.A. Labra. 1995. "Reptiles". En: Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (eds.), Diversidad Biológica de Chile. CONICYT. Santiago.

Venegas, C. y J. Negrón. 1994. "Promoviendo biodiversidad en Chiloé: La papa". Biodiversidad, 2: 17-20.

Yáñez, J. 2004. La Mastozoología en América del Sur, Chile.

Página izquierda: **Plantación de maíz en la zona central.**
Los recursos genéticos, constituyen la base para la creación de nuevos cultivos, variedades, razas y productos, y son fuentes de nuevos genes de importancia para el desarrollo silvoagropecuario e industrial. En los últimos años, los recursos fitogenéticos han adquirido una nueva valoración ya que no sólo son reconocidos como base del desarrollo agrícola tradicional sino también como fuente importante para generar valor y riqueza en un ámbito que se extiende más allá de la agricultura. Foto: Nicolás Piwonka.

Páginas siguientes: **En Chile hay seis especies de culebras, de las cuales dos están ampliamente distribuidas a lo largo del país, y las otras cuatro se ubican en el extremo norte. Las dos más comunes son la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*) y la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*). La primera es una gran culebra que llega a medir 2 metros de largo. Generalmente es ploma, con barras transversales negras en el dorso y de color blanco en el vientre. La segunda es más pequeña, no supera los 60 cm y se alimenta preferentemente de sapos y lagartijas. Ambas especies son venenosas, pero no inyectan su veneno, sino que éste fluye por encima del último diente de la mandíbula superior, razón por la cual pocas veces lo inoculan.** Foto: Nicolás Piwonka.





EJEMPLOS DE VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES ENDÉMICAS

GERMÁN MANRÍQUEZ

Las poblaciones naturales presentan, como norma, un alto grado de variabilidad genética. En promedio, una población natural típica posee entre el 30 y el 50 por ciento de sus *loci* en estado polimórfico, es decir, con dos o más alelos variables por cada *locus*, y cada individuo en promedio es heterocigoto para entre el 4 y 15 por ciento de sus *loci* (Mitton, 1997). La estimación de la variabilidad genética de las poblaciones naturales es una importante herramienta para describir la biodiversidad presente en una región geográfica en particular. Dicha estimación tiene entre sus principales antecedentes el uso de las técnicas y métodos de la biogeografía, la genética de poblaciones y la sistemática molecular. Estos enfoques permiten la descripción y análisis de los polimorfismos de base hereditaria que presentan los individuos dentro de poblaciones y entre poblaciones, tanto a nivel intra como interespecífico. Además, son el fundamento teórico para llevar a cabo el análisis de los factores evolutivos respon-

***Cuadro 1*. Ejemplos de marcadores genéticos utilizados en el estudio de la variabilidad genética en poblaciones naturales.**

Marcador	Fuente de variación	Carácter analizado
Cromosomas	Secuencia de la molécula de ADN	Polimorfismo cariotípico por análisis morfológico con o sin bandeo diferencial, según grado de homología.
	Fusiones robertsonianas	Fusión de dos cromosomas telocéntricos por el centrómero. Tiene como consecuencia la disminución en el número de cromosomas y distingue a especies estrechamente relacionadas y a subespecies.
	Inversiones	Remoción, rotación en 180º y reinserción de un segmento cromosómico. Distingue principalmente a especies y a subespecies, pudiendo estar asociado a gradientes climáticos y/o geográficos.
Proteínas	Secuencia de aminoácidos para isoenzimas	Enzimas polimórficas codificadas por secuencias de alelos que pertenecen a distintos *loci*. Distingue principalmente a miembros de distintas poblaciones.
	Secuencia de aminoácidos para aloenzimas	Enzimas polimórficas codificadas por secuencias de alelos que pertenecen al mismo locus. Distingue principalmente a individuos de una misma población.
ADN	Secuencia de genes mitocondriales y nucleares	Secuencias codificantes, completa o parcialmente amplificadas por PCR, alineadas y comparadas según la similitud de bases por sitio. Dependiendo del grado de conservación evolutiva, permiten distinguir individuos de distintas poblaciones, especies o unidades taxonómicas supraespecíficas.
	RFLP (*Restricted Fragment Length Polymorphism*)	Fragmentos obtenidos por digestión del ADN en sitios que pueden ser reconocidos por enzimas de restricción y que difieren entre individuos de la misma especie.
	VNTR (*Variable Number of Tandem Repeats*)	Secuencias de ADN hipervariables repetidas en tándem, en distinto número, entre individuos de una misma población o entre cromosomas homólogos de un mismo individuo.
	RAPD (*Random Amplification of Polymorphic ADN*)	Producto de la amplificación por PCR de segmentos de ADN con partidores construidos al azar. Las diferencias en la secuencia de ADN permiten identificar, utilizando el mismo partidor, diferencias en el número y tamaño de los segmentos de distintos individuos pertenecientes a la misma población o a distintas poblaciones de la misma especie.
	Microsatélites	Secuencias de ADN codificante y no codificante de entre 2 y 6 nucleótidos que se encuentran repetidas en tándem entre 5 y 5.000 veces (entre 20 y 50 veces en promedio) en individuos pertenecientes a poblaciones de la misma especie.

sables de la mantención, incremento o pérdida de dichos polimorfismos a través de las generaciones (Griffiths et al. 1999). Los polimorfismos, o conjunto de variantes alélicas que caracterizan a una población en particular, se deben a la acción combinada de los procesos de mutación, selección natural, deriva génica y migraciones, y se expresan fenotípicamente en distintos niveles de la organización biológica, desde la morfología externa hasta las secuencias de aminoácidos y de bases nucleotídicas. En este contexto, los marcadores genéticos de mayor uso son los cromosomas, las proteínas y, más recientemente, las secuencias de bases nucleotídicas gracias al desarrollo de las técnicas de secuenciación y de amplificación del material hereditario (véase el cuadro 1). Debido a su origen y poder de resolución, los marcadores moleculares se utilizan en la actualidad como herramienta estándar para describir y comparar a poblaciones de especies representativas de la biodiversidad regional o continental. A continuación se resumen resultados obtenidos al estudiar la variabilidad genética en poblaciones de especies endémicas de mamíferos, aves, reptiles y anfibios de Chile (véase el cuadro 2). El listado no pretende ser exhaustivo y sólo busca ilustrar la aplicación de las técnicas actualmente en uso en nuestro país para analizar la variabilidad genética de estas poblaciones.

Cabe destacar que, en muchos casos, el análisis de la variabilidad genética es complementado con el análisis de la variabilidad fenotípica mediante el uso de técnicas del análisis estadístico univariado y multivariado de mediciones entre hitos anatómicos (Méndez et al. 2004; Spotorno et al. 2001, 2004), y de análisis de morfometría geométrica para matrices de hitos homólogos (Spotorno et al. 2006). Este enfoque busca documentar el correlato entre la variación del material hereditario, la variación morfológica y su eventual asociación con la selección natural, la especiación, la radiación adaptativa u otros procesos evolutivos que podrían explicar los cambios morfológicos observados.

Cuadro 2. **Ejemplos de aplicación de las técnicas de análisis de la variabilidad genética en algunas poblaciones de vertebrados de Chile.**

Unidad taxonómica	Problema	Marcador	Referencia
Cavia tschudii, C. porcellus (cepas andina, europea y mejorada) (Mammalia)	Origen y evolución del cuy doméstico	ADN mit. (Gen Citocromo b)	Spotorno et al. (2006), Spotorno et al. (MS aceptado)
Chinchilla lanigera, C. brevicaudata, Lagidium peruanum, L. viscacia, L. wolffsohni, and Lagostomus maximus (Mammalia)	Variabilidad genética de Chinchillidae y relaciones filogenéticas *Chinchilla – Lagidium*	ADN mit. (Gen Citocromo b)	Spotorno et al. 2004
Phyllotini (Mammalia)	Altiplano sur como centro de origen de la tribu Phyllotini. Relaciones filogenéticas entre sus miembros	Cromosomas (bandeo AgNOR y FISH), isoenzimas, ADN mit. (gen citocromo b)	Spotorno et al. 2001
Akodon molinae (Mammalia)	Polimorfismo cromosómico en poblaciones naturales de *Akodon* y rol de fusiones robertsonianas en la especiación del género	Cromosomas (fusiones robertsonianas)	Fernández-Donoso et al. 2001
Lama guanicoe, L. glama, L. pacos (Mammalia)	Variación genética en poblaciones de camélidos continentales e insulares en la Patagonia	ADN mit. (gen citocromo b), microsatélites	Sarno et al. 2001
Muscisaxicola grisea, M. fluviatilis, M. maculirostris (Aves)	Rol de eventos pleistocénicos en especiación y actual distribución en los Andes y la Patagonia de *Muscisaxicola* sp.	ADN mit. (genes COII y ND3)	Chesser, 2000
Thalassarche melanophris, T. impavida (Aves)	Efectos del forrajeo y del patrón de dispersión en la estructura poblacional de ambas especies de albatros	ADN mit. (región control), microsatélites	Burg y Croxall, 2001
Liolaemus fiscus (Reptilia)	Rol de rearreglos cromosómicos en la microevolución de *Liolaemus* sp.	Cromosomas (fisiones múltiples) de *Liolaemus* sp.	Iturra et al. 1994
Liolaemus monticola (Reptilia)	Rol de rearreglos cromosómicos en la microevolución de *Liolaemus* sp.	Cromosomas (fisiones múltiples)	Lamborot, 2001
Bufo spinolosus (Amphibia)	Caracterización de la variabilidad genética en poblaciones de *Bufo spinolosus* del norte y centro de Chile	RAPD	Méndez et al., 2004

Bibliografía

Burg, T.M. & J.P. Croxall. 2001. "Global relationships amongst black-browed and grey-headed albatrosses: analysis of population structure using mitochondrial DNA and microsatellites". Molecular Ecology, 10: 2647-2660.

Chesser, R.T. 2000. "Evolution in the High Andes: The Phylogenetics of *Muscisaxicola* Ground-Tyrants". Molecular Phylogenetics and Evolution, 15: 369-380.

Fernández-Donoso, R., S. Berríos, J. Page, M. Merani, M.S. Lizarralde, L. Vidal-Rioja & N.O. Bianchi. 2001. "Robertsonian chromosome polymorphism of *Akodon molinae* (Rodentia: Sigmodontinae): analysis of trivalents in meiotic prophase". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 107-119.

Griffiths, A.J.F., J.H. Miller, D.T. Suzuki, R.C. Lewontin & W.M. Gelbart. 1999. Introduction to Genetic Analysis (7th ed) New York: W. H. Freeman & Co.

Iturra, P., A. Veloso, P. Espejo & J. Navarro. 1994. "Karyotypic and meiotic evidence for a robertsonian chromosome polymorphism in the lizard Liolaemus fuscus (Tropidurae, Sauria)". Revista Brasileira de Genetica, 17: 171-174.

Lamborot, M. 2001. "Karyotypic polymorphism and evolution within and between the *Liolaemus monticola* (Iguanidae) "northern 2n = 38-40" chromosome race populations in central Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 74: 121-138.

Méndez, M.A., E.R. Soto, C. Correa, A. Veloso, E. Vergara, M. Sallaberry & P. Iturra. 2004. "Morphological and genetic differentiation among Chilean populations of *Bufo spinulosus* (Anura: Bufonidae)". Revista Chilena de Historia Natural, 77: 559-567.

Mitton, J.B. 1997. Selection in Natural Populations. Oxford University Press, Oxford.

Sarno, R.J., W.L. Franklin, S.J. O'Brien & W.E. Johnson 2001. "Patterns of mtDNA and microsatellite variation in an island and mainland population of guanacos in southern Chile". Animal Conservation, 4: 93-101.

Spotorno, A., J.C. Marín, G. Manríquez, J.P. Valladares, E. Rico & C. Rivas. "Ancient and modern steps during the domestication of guinea-pigs (*Cavia porcellus* L.)". M.Sc. accepted for publication in the Journal of Zoology (Nov. 2005).

Spotorno, A., G. Manríquez, A. Fernández L., J.C. Marín, F. González, & J. Wheeler. 2004. "Domestication Of Guinea Pigs From A Southern Peru-Northern Chile Wild Species And Their Middle Pre-Columbian Mummies". University of California Publications in Zoology, 34 pp. 5 fig. 2 plates (in press).

Spotorno, A., J.P. Valladares, J.C. Marín, R.E. Palma & C. Zuleta. 2004. "Molecular divergence and phylogenetic relationships of chinchillids (Rodentia: Chinchillidae)". Journal of Mammalogy, 85: 384-388.

Spotorno, A., L. Walker, S.V. Flores, M. Yévenes, J.C. Marín y C. Zuleta. 2001. "Evolución de los filotinos (Rodentia, Muridae) en los Andes del Sur". Revista Chilena de Historia Natural 71: 151-166.

Página derecha: **El albatros de Salvin *(Thalassarche salvini)* puede medir hasta 2,5 metros de envergadura alar y pesar de 3,5 a 4,9 kg. Nidifica en las islas Bounty y Snares (Nueva Zelanda), pero los juveniles y los adultos fuera del período reproductivo vagan por los mares del sur, especialmente Pacífico e Índico. En Chile se lo puede observar en alta mar desde el extremo norte hasta cerca de Chiloé, aunque también existen registros más esporádicos al sur de Chiloé.** Foto: Enrique Couve.

Abajo: **Un salteador pardo o skua (*Cataharacta chilensis*) sobrevolando en la isla Carlos III, estrecho de Magallanes.**
Foto: Roberto de Andrade.

Páginas siguientes: **En nuestro país la única especie nativa de abejorros es el *Bombus dahlbomii*. Los abejorros del género Bombus son mundialmente reconocidos como excelentes polinizadores de una serie de frutales, hortalizas y forrajeras, en los cuales otros insectos no dan buenos resultados. Estos han llegado a convertirse en un importante insumo para muchos agricultores en el mundo. En Norteamérica, Europa e Israel el uso de abejorros se ha masificado, principalmente en el cultivo de tomate de invernadero, algunas especies forrajeras y variedades de paltos.** Foto: Nicolás Piwonka.











CAPÍTULO III
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Juan Carlos Torres-Mura, Sergio Castro y Doris Oliva

INTRODUCCIÓN

Existe consenso en que la diversidad biológica de nuestro planeta se encuentra globalmente en crisis, debido a su empobrecimiento y al hecho de que las futuras generaciones probablemente no tendrán la misma opción de gozar de los múltiples beneficios, servicios y recursos con que actualmente contamos. Por esta razón, un modelo de desarrollo sustentable (crecimiento económico con equidad social y conservación ambiental) necesario para mantener las condiciones de vida de las futuras generaciones requiere pensar críticamente en la conservación y protección de la biodiversidad actual.

La biodiversidad entrega a la sociedad bienes y servicios, tiene un valor productivo, recreativo, estético, ecológico, etc., por lo que en torno a su conservación confluyen distintos intereses que es necesario conciliar. Estos hechos fundamentan el desafío y la preocupación de nuestra sociedad por lograr la conservación de la biodiversidad, a través del diseño de políticas participativas que permitan su utilización con un enfoque precautorio.

En esta sección ofrecemos una breve descripción de los principales factores que inciden en el estado de conservación en Chile. Para ello, hacemos énfasis en las plantas vasculares, los vertebrados y los organismos marinos, que son los grupos de organismos más conspicuos de nuestra riqueza biológica, así como aquellos de los que más se conoce su biología.

Página izquierda: **Diversos estudios confirman que el bosque nativo de Chile continúa talándose a una tasa no sostenible en el tiempo, alterando valiosos ecosistemas. A la llegada de los españoles un 45 por ciento del territorio nacional estaba cubierto por bosque nativo de gran calidad; unos 25 millones de hectáreas. En 1944 quedaban 16 millones y la cifra actual es de poco más de 13 millones de hectáreas. Esta cifra no parece tan alarmante, pero preocupa si se considera que gran parte de éstas son renovales de baja calidad respecto de su biodiversidad.** Foto: Nicolás Piwonka.

Al examinar la historia evolutiva del planeta es posible notar que tanto la extinción como la generación de nuevas especies son procesos que han estado siempre presentes. El registro fósil muestra numerosas especies que se han extinguido e incluso episodios de extinciones masivas en una gran escala geográfica. Se conoce la ocurrencia de cinco extinciones masivas, todas causadas por eventos globales, como la caída de meteoritos o cambios climáticos repentinos.

El actual episodio de extinciones presenta diferencias cualitativas y cuantitativas respecto de los del pasado. En la actualidad la mayor parte de las extinciones son atribuibles a causas humanas, y las estimaciones y proyecciones de la tasa de extinción para diversos grupos de organismos son mayores a su equivalente del registro fósil. Desde el año 1600 la acción humana ha llevado a la extinción de al menos 385 especies de plantas vasculares, 300 de vertebrados y 100 de invertebrados; pero se estima que son muchas más las especies extintas antes de ser descritas por los científicos. Entre estas últimas habría numerosos invertebrados y microorganismos cuya desaparición está vinculada principalmente a la pérdida de sus hábitat. Además; numerosas especies han alcanzado una "extinción funcional", esto es, son tan poco abundantes que su desempeño ecológico ha perdido importancia.

La mayoría de las extinciones actuales se concentran en sistemas insulares (islas oceánicas, islas continentales, sistemas dulceacuícolas). Esta situación se explica porque estos ecosistemas son particularmente vulnerables, en tanto sus especies tienen usualmente restricciones a la dispersión y presentan por tanto una distribución geográfica limitada. Por ello, la simple desaparición de su hábitat conlleva inmediatamente su extinción (la alteración del hábitat en este tipo de ecosistemas conforma un importante factor en la reducción de la abundancia de las especies insulares). Además, sus especies han coexistido evolutivamente con menos especies, por lo que la introducción de una nueva especie en esos sistemas, por ejemplo un depredador o un competidor, pue-

de llevar a la extinción de especies locales que no estaban habituadas a esta presión externa.

La extinción es irreversible, ya que, una vez extinta una determinada especie ésta no puede volver a ser recuperada, se pierde su genoma y su función ecológica. Adicionalmente, la extinción de una especie puede tener consecuencias para las otras especies con que aquella coexistía. Por ejemplo, la pérdida de un polinizador puede cambiar la estructura y la dinámica reproductiva de todas aquellas plantas que polinizaba. Desde el punto de vista ecológico, las extinciones implican también la pérdida de la función que cumplía originalmente la especie en el ecosistema, su función ecológica. Asociado a lo anterior, se ha desarrollado el concepto de extinción funcional para describir situaciones en que una especie ha reducido su abundancia a niveles tan bajos que funcionalmente puede ser considerada extinta. Cuando la eliminación de una especie tiene un gran impacto sobre una comunidad se habla de una "especie clave". Las especies clave pueden pertenecer a cualquier grupo biológico o nivel trófico y su importancia no necesariamente está relacionada con su densidad. La desaparición de especies clave usualmente tiene efectos en cascada que facilitan la desaparición de gran parte de las especies que originalmente conformaban la comunidad. Para la conservación, la identificación de especies clave en cada comunidad es importante, para evitar extinciones en cadena, es decir, extinción de una especie derivada de la extinción de otra.

GRANDES FACTORES DE PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Usualmente, los diversos factores que inciden en la pérdida de biodiversidad se agrupan en tres grandes categorías: las modificaciones del hábitat, la introducción de especies exóticas y la sobreexplotación de especies. Junto a la antes mencionada extinción en cadena, se les denomina el "cuarteto malvado".

Modificaciones del hábitat

El hábitat de un organismo corresponde al espacio físico que éste ocupa durante su vida y donde concurren sus recursos y las condiciones ambientales que permiten su desarrollo y sobrevivencia. Debido a que las actividades humanas usualmente modifican la disponibilidad de recursos y las condiciones ambientales necesarias para su subsistencia, se condiciona así el futuro de muchas especies. Diversas actividades humanas en los sistemas naturales contribuyen a la pérdida y fragmentación del hábitat: urbanización, deforestación, contaminación, habilitación de zonas agrícolas, entre otras. Los seres vivos pueden responder de diferente forma a las modificaciones de su hábitat. Algunas especies, más vulnerables, requieren condiciones de hábitat muy específicas y generalmente no son capaces de tolerar modificaciones importantes.

En Chile se ha registrado la extinción de al menos dos vertebrados por modificación de su hábitat. Es el caso de un ave migratoria del hemisferio norte que invernaba en las pampas patagónicas, el zarapito boreal (*Numenius borealis*) del que sólo quedan pequeñas poblaciones en Alaska y Canadá, pero se desconoce dónde migran, y de una subespecie (o raza geográfica) de un roedor subterráneo, el tuco tuco de isla Riesco (*Ctenomys magellanicus dicki*) que habitaba praderas naturales de la isla Riesco en Magallanes, las que ahora están muy modificadas debido el pastoreo por ovinos.

La fragmentación de los bosques temperados de la zona centro sur debido a la tala (corta para leña, carbón, producción de astillas), la sustitución por plantaciones forestales o la conversión agropecuaria compromete la conservación de muchas especies (véase la figura 1). Las aves de estos bosques, muchas de ellas endémicas de estos ambientes, se conside-



La producción de chips está en auge en todo el mundo; estos son pequeños trozos rectangulares de madera de hasta 5 cm que se utilizan en la obtención de celulosa para elaborar papel. Antes se empleaban restos de troncos que no tenían un uso, ahora se derriban bosques enteros. Durante 1992 se produjeron 5,03 millones de metros cúbicos de astillas en Chile, de los cuales el 47 por ciento correspondió a bosque nativo, exportándose casi el 100 por ciento de la producción. Foto: Nicolás Piwonka.



La construcción de caminos forestales exige la tala de vegetación y el movimiento de tierras y rocas para conseguir estructuras capaces de soportar el paso de vehículos pesados, aun en los períodos de condiciones ambientales adversas. Esta actividad ocasiona, inevitablemente, un aumento de la erosión, por lo que es altamente recomendable limitar al mínimo su longitud. Foto: Nicolás Piwonka.

ran un buen indicador de este fenómeno por su sensibilidad a los cambios, ya que responden a nivel de tres parámetros importantes: la densidad poblacional, el éxito reproductivo y la capacidad de dispersión.

La densidad de muchas especies disminuye cuando se reducen los fragmentos de bosque. Aves como el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), la cachaña (*Enicognathus ferrugineus*) y el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*) requieren de fragmentos más grandes y árboles altos y viejos para reproducirse; en cambio, aves como el fío-fío (*Elaenia albiceps*) y el zorzal (*Turdus falcklandii*) se encuentran también en fragmentos más pequeños o incluso en árboles aislados. Varias especies que habitan fragmentos y ponen sus nidos en las ramas de los árboles son más depredados (sus huevos y pollos) en estos ambientes, que en el bosque fuente. En las aves que nidifican en el suelo o en troncos este efecto es menor (la depredación es más similar a la de la fuente). Una vez que los juveniles de las aves crecen, deben dispersarse, establecerse y emparejarse. Para ello, deben moverse a distancias variables (pueden ser pequeñas o grandes). Especies migratorias como picaflores (*Sephanoides sephanoides*), viuditas (*Colorhamphus parvirostris*) y fío-fíos, y generalistas como los zorzales pueden moverse entre los fragmentos y cruzar otros ambientes; pero especies sedentarias como el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el huet huet (*Pteroptochos tarnii*) y el colilarga (*Sylviorthorrhinchus desmursii*) tienen menor movilidad. No atraviesan áreas abiertas y necesitan de corredores de vegetación densa para su dispersión, o sea, sus jóvenes tienen dificultades para establecerse en bosques fragmentados.

La presión inmobiliaria sobre las dunas de nuestro litoral constituye otro ejemplo de modificación de ambientes de valor ecológico. En el campo dunar de Concón, al sur del río Aconcagua, se registran en las dunas cuatro comunidades vegetales dominadas por matorrales y con 60 especies de arbustos, hierbas y suculentas (cactus y chaguales). Entre la arena y la vegetación vive una gran variedad de invertebrados (arañas, insectos, entre otros) y vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Actualmente una buena parte de las dunas están urbanizadas, formando parte de las ciudades de Concón y Reñaca, y sólo queda una pequeña parte de la duna original libre de construcciones o plantaciones, de las que 45 hectáreas fueron declaradas Santuario de la Naturaleza en 1993, pero posteriormente la superficie afectada se redujo a sólo 12 hectáreas que siguen sometidas a las presiones del desarrollo inmobiliario. Su preservación depende de si se logra una efectiva sensibilización de la población local, una conexión con otras áreas protegidas regionales conformando corredores y redes, y se desarrolla su potencial educativo y turístico a nivel comunal y regional.

La contaminación de los humedales, frecuentemente utilizados como receptores de aguas residuales domésticas e industriales, que llegan sin tratamiento desde las ciudades y poblados, constituye otra forma de alteración de ecosistemas que compromete la conservación de muchas especies. Esto cambia las propiedades fisicoquímicas y biológicas, median-

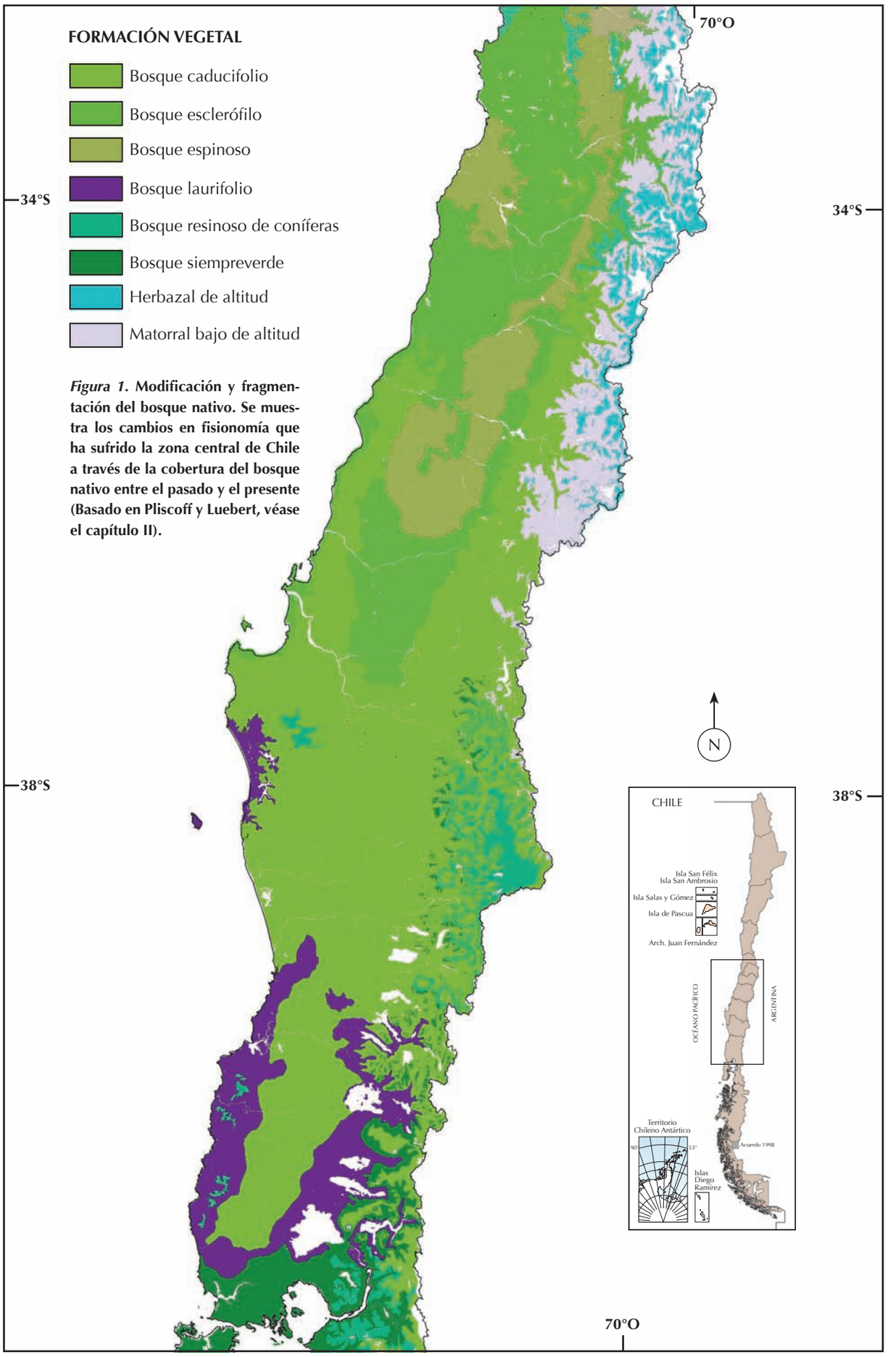
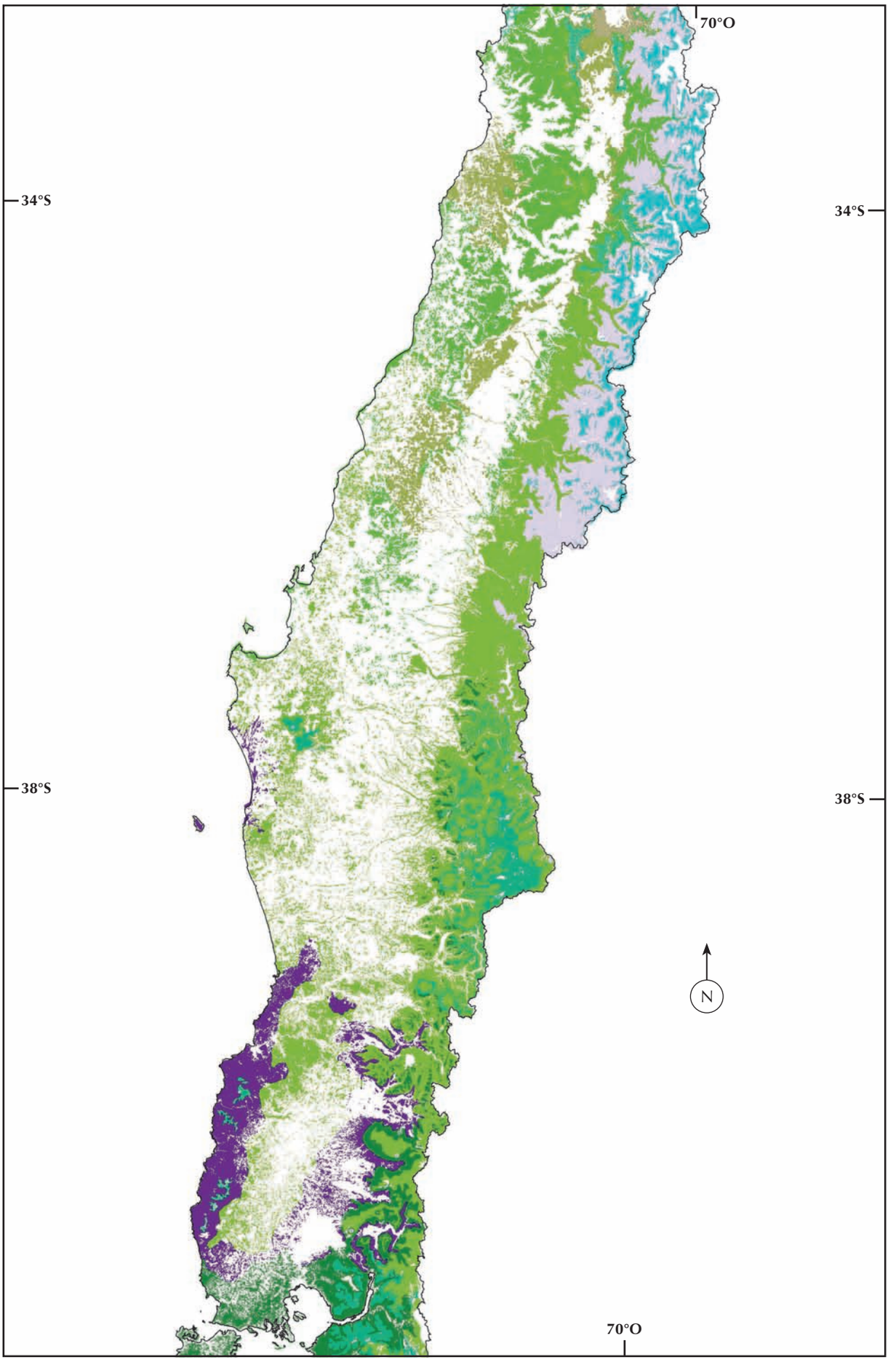


***Figura 1*. Modificación y fragmentación del bosque nativo. Se muestra los cambios en fisionomía que ha sufrido la zona central de Chile a través de la cobertura del bosque nativo entre el pasado y el presente (Basado en Pliscoff y Luebert, véase el capítulo II).**


70°O
34°S
34°S
38°S
38°S
N
70°O



Uno de los ecosistemas más diversos en Chile es el bosque esclerófilo o de hojas duras que se distribuye en quebradas y faldeos cordilleranos de la zona central. Sin embargo, esa riqueza está poco protegida debido a que en esta zona existe tan sólo una pequeña extensión de parques nacionales. Foto: Nicolás Piwonka.

te procesos de contaminación y eutroficación (aumento de la productividad biológica) y ha contribuido a deteriorar la calidad del medio acuático, tanto en la costa, como en aguas interiores.

Frente a todos estos procesos, la protección de ambientes es una de las maneras más usadas para preservar la diversidad biológica. A fines del siglo XIX, en Estados Unidos y a comienzos del siglo XX, en Chile, se establecieron las primeras reservas naturales, grandes áreas destinadas a proteger cuencas hidrográficas para asegurar la provisión de agua, lugares de alto valor escénico o asegurar la explotación maderera y como un efecto secundario, se lograba la protección de las especies de plantas y animales que vivían en esas áreas. La tendencia actual es que las áreas protegidas, que pueden ser privadas o estatales, deben estar amparadas por un sistema legal que estimule la preservación; deben permitir diferentes grados de uso tradicional y/o comercial por parte de comunidades locales y debe permitirse y estimularse en ellas la recreación y la investigación científica.

Para la creación de áreas protegidas estatales (ver sección Áreas Protegidas en Chile, p. 506), Chile sigue los lineamientos establecidos en la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América (Convención de Washington, 1941), aprobada como Ley de la República en 1967, y que estableció las siguientes categorías: Parque Nacional, Reserva Nacional y Monumento Natural. El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y cuenta actualmente con 32 Parques Nacionales, 47 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, cubriendo una superficie de 14 millones de hectáreas, lo que representa un 19 por ciento de la superficie de Chile continental. A ello deben agregarse los Santuarios de la Naturaleza, amparados por la Ley de Monumentos Nacionales, que son áreas terrestres o marinas cuya conservación es de interés para la ciencia o para el Estado, por cuanto poseen especies, bienes o formaciones naturales importantes desde el punto de vista de la zoología, paleontología, geología, de la botánica o de la ecología. Además se cuenta con un sistema de áreas marinas protegidas, de reciente implementación en Chile. Las áreas marinas protegidas son una forma de administración pesquera y fueron creadas al amparo de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Estas áreas son declaradas por la Subsecretaría de Pesca y quedan bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA. El concepto de áreas marinas protegidas incluye los parques marinos y las reservas marinas.

Complementario al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado y a partir de la Ley de Bases del Medio Ambiente se está reglamentando un sistema de áreas protegidas de propiedad privada, fundamentado en la Ley de Bases del Medio Ambiente de 1993.

Asimismo, la cooperación internacional promueve una aproximación práctica de planificación de conservación denominada "conservación basada en ecorregiones", unidades de tierra o agua que contienen un conjunto distintivo de co-



En la precordillera de la provincia de Colchagua —donde quedan escasos remanentes de bosque nativo— hace una década atrás un incendio intencional destruyó varios cientos de hectáreas cercanas al Santuario de la Naturaleza Alto Huemul, predio donde hay grandes extensiones de robledales y cipresales. Foto: Nicolás Piwonka.

munidades y especies y cuyos límites buscan representar las comunidades naturales, mantener poblaciones viables de todas las especies nativas, mantener procesos ecológicos y evolutivos, mantener hábitat lo suficientemente grandes como para afrontar perturbaciones de gran escala y/o largo plazo.

Introducción de especies exóticas

En los últimos 500 años adquiere importancia el desplazamiento de numerosas especies hacia áreas geográficas a las que probablemente nunca hubiesen llegado de no mediar la acción humana, y ese proceso de intercambio e introducción de especies continúa en la actualidad. Este movimiento de especies a escala planetaria no tiene precedentes en la historia de la vida en la Tierra y ha sido descrito como una de las más grandes convulsiones de la biota mundial. La mayoría de las especies trasladadas no llega a establecerse porque no encuentra las condiciones necesarias para ello. Sin embargo se estima que el 1 por ciento de estos intentos resulta exitoso. Aunque el papel de las especies exóticas en facilitar la extinción de las nativas es un aspecto controvertido, en la práctica es posible notar que las invasoras pueden llegar a reemplazar a las nativas. Parte de este reemplazo está mediado además por las prácticas humanas que directa o indirectamente favorecen la expansión de las especies exóticas.

En el caso de la flora chilena, unas 800 especies exóticas ha podido naturalizarse, contando con poblaciones que se expanden en el medio natural desplazando especies nativas, y comprometiendo su estado de conservación. Esta flora se distribuye en ambientes naturales, rurales, semirrurales y urbanos, presentando un alto recambio de especies entre distintos tipos de hábitat. El examen de la presencia de flora naturalizada a lo largo de Chile continental ha revelado la existencia de tres núcleos o centros de diversidad para estas especies: el extremo norte (I-II Región), la zona centro-sur (IV-X Región) y el extremo austral (XI-XII Región). Cada una de estas se caracteriza por la presencia de especies naturalizadas propias, no compartidas con el resto de las regiones. Aunque las causas de este patrón no son del todo claras, probablemente factores climáticos y ecológicos, así como la historia de ocupación de estas áreas puedan explicar esta composición diferencial de especies exóticas naturalizadas.

El matorral mediterráneo de Chile central es un ejemplo de cómo las invasoras pueden influenciar la estructura y composición de toda una comunidad, alterando los ciclos de los nutrientes y del agua. El paisaje de la Depresión Intermedia (o valle central) en tiempos precolombinos estaba cubierto por un matorral arborescente combinado con bosques de algarrobo (*Prosopis chilensis*), que dominaban la parte norte de esta área. En la actualidad, esta formación está restringida a parches en el piedemonte andino y de la cordillera de la Costa; los bosques de algarrobo han desaparecido y sólo quedan algunos árboles aislados y dispersos. La comparación de varios sectores representativos de su distribución, usando fotos aéreas tomadas entre 1954 y 1980, confirma la marcada reducción de esta especie. En la actualidad la mayor parte de la superficie está cubierta por el espinal; una



Durante el siglo pasado, la Región de Tarapacá albergaba entre 60 y 70 mil hectáreas de un floreciente bosque de tamarugos. La demanda de leña de la industria salitrera condujo a le deforestación de casi el 90 por ciento del bosque nativo de la región. Actualmente, el bosque nativo de tamarugos está bajo severa amenaza por el sobrepastoreo de cabras, la extracción de leña y producción de carbón. Foto: Nicolás Piwonka.

sabana de espino (*Acacia caven*), con una densa cubierta de hierbas anuales exóticas.

El espino estaba originalmente restringido al Chaco (región compartida por Argentina, Bolivia y Paraguay) y ahora presenta una amplia distribución en Sudamérica. La tardía aparición de semillas de espino en el registro arqueológico indica que es un colonizador más reciente que ha aprovechado las modificaciones antrópicas para expandir su distribución, cubriendo grandes áreas. Sin la presencia de herbívoros exóticos, la tasa de germinación del algarrobo es mucho mayor que la del espino; sin embargo, cuando las semillas de espino han pasado por el tracto digestivo del ganado, la tasa de germinación de sus semillas es cinco veces mayor; en cambio la germinación del algarrobo se reduce a una quinta parte. En terreno, con vacunos y conejos presentes, la sobrevivencia de las plántulas es mucho mayor en el espino y además sus plantitas son más tolerantes a las sequías; además el espino rebrota cuando es cortado o cuando los campos son arados. Todos estos factores explican su actual abundancia. La distribución espacial de las hierbas exóticas presentes en el piso de los espinales también se relaciona con la presencia de herbívoros; las exóticas son más abundantes en terrenos pastoreados y en suelos pobres, por su habilidad para soportar pastoreo, sequías y baja disponibilidad de nutrientes, lo que probablemente está relacionado con el hecho que tanto las hierbas como los herbívoros provienen del mediterráneo europeo, donde han coexistido por largo tiempo expuestos a intensas presiones de selección. La ausencia en Chile central de fuegos naturales es otro factor que afecta diferencialmente a las plantas nativas y las exóticas, ya que estas últimas parecen mejor preparadas para soportar los fuegos de origen antrópico (causado por actividad humana).

En el caso de los animales, no se conoce en la mayoría de los casos su efecto sobre la vegetación, la flora o la fauna nativas. Sin embargo, para el conejo (*Oryctolagus cuniculus)* y la liebre (*Lepus capensis)* se han documentado efectos negativos sobre la vegetación nativa. La introducción del coatí (*Nasua nasua)* carnívoro de origen mesoamericano en la isla Robinson Crusoe ha puesto en riesgo la persistencia de varias especies de aves marinas que anidan en la isla. Un anfibio depredador nativo de África, como el sapo de garras (*Xenopus laevis)*, que desde la Región Metropolitana está extendiendo su distribución por toda la zona central de Chile depredando peces y anfibios nativos. El mirlo (*Molothrus bonariensis)*, especie introducida desde Argentina, tiene un efecto negativo sobre aves nativas como diucas (*Diuca diuca)*, chincoles (*Zonotrichia capensis)*, tencas (*Mimus thenca)* y loicas (*Sturnella loyca)*, a las que parasita los nidos. Entre los invertebrados, la avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica)*, introducida accidentalmente desde Europa en los años setenta, está presente desde Atacama hasta Magallanes, afectando el turismo, la producción de frutas, etc.

La introducción desde fines del siglo XIX de especies hidrobiológicas exóticas, involuntariamente o para la acuicultura, la pesca deportiva, el comercio o el control biológico, ha resultado en la naturalización de 26 especies. Entre estas el pez dorado (*Carassius auratus*) y el chanchito (*Cichlasoma facetum*) fueron traídos como peces de acuario y de allí pasaron a nuestros cuerpos de agua; las gambusias (*Gambusia holbrooki* y *Cnesterodon decenmmaculatus*) se introdujeron para el control biológico de huevos y larvas de zancudos. Con fines de pesca y alimentación se liberaron (y se siguen liberando) en nuestros ríos y lagos peces como el pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*) y varias especies de salmonídeos como la trucha café (*Salmo trutta*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis)*, entre otras. En 1993, se trajo al país el esturión blanco (*Acipenser transmontanus*), con fines de cultivo experimental en una piscicultura en Peñaflor, Región Metropolitana, y ya en 1998, pescadores lacustres capturaron con redes cuatro ejemplares en Tejas Verdes, en la desembocadura del río Maipo, lo que indica su posible aclimatación al país. Todas estas introducciones se hicieron sin evaluar los perjuicios o beneficios que dichas introducciones traerían. Varios trabajos científicos demuestran un fuerte impacto sobre los peces nativos, tanto por competencia por los mismos recursos como por depredación.

Una presión adicional la representa el desarrollo de la salmonicultura en los últimos 25 años, que ha convertido a Chile en el segundo productor y exportador de salmones después de Noruega, pasando de 80 toneladas producidas en 1981 a 560.000 toneladas en 2004. Los principales salmonídeos cultivados son el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), el salmón del Pacífico o coho (*Oncorhynchus kisutch*), la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y el salmón chinook o rey (*Oncohynchus tshawytscha*). Debido a fuertes tormentas u otros eventos accidentales, varios millones de salmones han escapado de las jaulas. Estos escapes significan un gran impacto sobre la fauna local por competencia o por depredación —los salmones son carnívoros—; sin embargo, el seguimiento de algunos escapes masivos producidos en 1994 y 1995 en aguas interiores de Chiloé mostró que los salmones fueron disminuyendo a través del tiempo y se produjo su desaparición al cabo de unos cuatro años.

En el ámbito marino, hay un enorme movimiento de especies exóticas transportadas alrededor del mundo en el "agua de lastre" de los navíos. Hoy, los diseños de las naves les permiten bombear agua de mar hacia sus tanques para lastrarlos. Esta agua de lastre, tomada a gran distancia, contiene una diversidad enorme de especies y constituye el principal vector para la transferencia de especies marinas a través del mundo. Más de 100 millones de toneladas de agua son transportadas anualmente y se calcula que se mueven diariamente alrededor de 3.000 especies en todo el mundo y que se introduce una especie cada 15 días en alguna parte del planeta.

Estas especies pueden así incorporarse a un ecosistema acuático distinto de su hábitat nativo y realizar una invasión biológica que puede tener un impacto ecológico y económico significativo. En las aguas de lastre se transportan por ejemplo las algas unicelulares llamadas dinoflagelados, que son las responsables de algunas "mareas rojas" o floraciones



Los peces dulceacuícolas chilenos constituyen un grupo pequeño de especies y su gran importancia biológica está estrechamente ligada a su alto grado de endemismo. Muchas de estas se ubican —de acuerdo a las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)—, como Vulnerables o en Peligro de Extinción. Las causas de esta grave situación radican en la modificación de los hábitat, la contaminación, la pesca exagerada y sin control, y la introducción de especies exóticas, esta última vinculada principalmente a la acuicultura, en la foto vista aérea de un centro de cultivo en la Isla Grande de Chiloé. Foto: Nicolás Piwonka.

algales. En Chile hay un piure (*Pyura praeputialis*) que se encuentra en la bahía de Antofagasta y que fue introducido a través de aguas de lastre desde Australia. En la actualidad se distribuye por cerca de 70 kilómetros de costa en la zona intermareal y submareal somera, aunque su efecto sobre nuestro ecosistema todavía no es bien conocido.

El Océano Austral (o Antártico) se consideraba el último ecosistema marino libre de especies exóticas; sin embargo, recientemente se ha registrado una especie introducida: se trata del cangrejo araña (*Hyas araneus*), una especie originaria del Océano Ártico y del Atlántico Norte y que ha sido encontrada en las cercanías de la península antártica. Considerando que el tráfico de embarcaciones ha aumentado en los últimos años, la llegada de esta especie se habría producido a través del transporte accidental en aguas de lastre.

Como parte del Plan de Acción de País para la implementación de la estrategia nacional de biodiversidad, Chile está estableciendo un programa nacional de control de especies invasoras que apunta a un marco regulatorio integrado, y a iniciativas de investigación sobre las especies invasoras y su impacto sobre la diversidad biológica y las actividades productivas. Se pondrá especial énfasis en el control y prevención de introducción de especies invasoras en el archipiélago Juan Fernández. Se constituirá un comité de coordinación interinstitucional y se avanzará en proyectos de control de especies invasoras terrestres y acuáticas, incluyendo medidas para controlar las aguas de lastre y el lavado de redes de la acuicultura. En el mediano plazo (2010) se contempla iniciar medidas de control respecto a especies exóticas invasoras, contando para ello con un marco regulatorio adecuado.

Sobreexplotación de especies

La sobreexplotación de las especies constituye también un importante factor de pérdida de biodiversidad. Particularmente sensibles a esta forma de presión han sido nuestras especies insulares. En Isla de Pascua fueron extintas dos especies endémicas, la palma *Paschalococos disperta* y el toromiro *Sophora toromiro*, ambas utilizadas por los primeros colonizadores polinesios como recurso maderable y para la obtención de fibras. La escasez de plantas leñosas alternativas y el rápido crecimiento de la población nativa condujo rápidamente a la extinción de la palma, que alcanzó a ser vista por viajeros europeos de los siglos XVI y XVII. Aunque muchos botánicos dudaban de la veracidad de estos registros, el descubrimiento reciente de semillas semifósiles en yacimientos arqueológicos permitió establecer su extinción en tiempos históricos. En el caso del toromiro, la existencia de ejemplares vivos en jardines botánicos y colecciones de Europa ha permitido desarrollar iniciativas de conservación para la reintroducción de la especie; sin embargo, los intentos no han mostrado resultados alentadores en condiciones silvestres, críticamente condicionados por la variación genética ya perdida y la fuerte modificación del ambiente isleño (no queda un hábitat natural para la especie).

La extinción del sándalo de Juan Fernández (*Santalum fernandezianum*) es otro ejemplo de explotación irracional de los recursos naturales. Hasta inicios del siglo XVII, el sándalo se hallaba en las dos islas principales del archipiélago, Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe. La extracción continua de ejemplares por su preciado valor maderero hizo que a finales del siglo XIX sólo un sándalo quedase vivo, el mismo que fue utilizado para la descripción científica formal de la especie, ya en clara vía de extinción.



En 1935 se creó el Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández, uno de los lugares de mayor interés botánico en el mundo. Sólo en 1974 se estableció una oficina de administración del Parque y en 1976 se publicó su Plan de Manejo. El año 1977 fue declarado Reserva Mundial de la Biosfera por la Unesco y a partir de 1985 comienzan los ensayos de propagación de las especies nativas, teniendo a la fecha más del 60 por ciento de las especies endémicas en cultivo. Foto: Nicolás Piwonka.



No obstante haber sido intensamente cazado durante el siglo XIX, actualmente las poblaciones de lobo fino antártico se han recuperado, aunque hay una alta incidencia de albinismo por pérdida de variabilidad genética. Foto: Doris Oliva.

Un ejemplo en relación a la presión de especies para jardinería lo constituye el azulillo *Tecophilea cyanocrocus*, planta de bulbo —geófita—, descubierta en 1862 cerca de Santiago. Ya en 1865, estaba disponible en los mercados de bulbos de Europa, donde ha sido usada profusamente en jardinería y propagada principalmente en forma vegetativa. La especie fue considerada extinta en su entorno natural, hasta que hace poco se redescubrió una pequeña población en la zona andina de la Región Metropolitana. El análisis genético de bulbos cultivados en un jardín botánico inglés indicó una baja variabilidad genética de aquellos bulbos cultivados hasta 1994. Con posterioridad a esa fecha, se adicionaron a la colección bulbos provenientes de otros viveristas, especialmente de Holanda, lo que permitió aumentar la diversidad genética. La variabilidad genética de la población redescubierta en la naturaleza aún no ha sido evaluada y se desconoce si los bulbos cultivados son capaces de sobrevivir en su ambiente original de la cordillera.

Si para los vegetales la sobreexplotación de especies leñosas o de valor ornamental ha constituido históricamente una amenaza importante para la conservación de especies, para los vertebrados la caza para obtención de pieles ha constituido un factor tradicional en la extinción de especies.

La chinchilla (*Chinchilla lanigera*), roedor cuyo pelajes es uno de los más finos y suaves de todos los mamíferos, es representativo. Su caza comercial comenzó en 1828 y desde entonces el mercado y la demanda por sus pieles en Estados Unidos y Europa fueron en aumento, a tal punto, que el número de pieles exportadas entre 1900 y 1909 sobrepasó las 250 mil por año. La intensa explotación no fue sustentable y el número de chinchillas cazadas por año declinó hasta declararse comercialmente extinta en 1917. Esto, unido a la veda impuesta sobre la especie, provocó un aumento de los precios y de la demanda por pieles, lo que redundó en la caza furtiva y más sobreexplotación. Posteriormente, el establecimiento de criaderos donde se logró la mejora de sus características peleteras —por ejemplo, establecer colores y calidades uniformes— redujo la presión sobre los animales silvestres. Sin embargo, entre 1935 y 1965 se exportaron cerca de 1.200 chinchillas vivas para nutrir los criaderos (principalmente para producción de mascotas). Durante años, se consideró, que sus poblaciones podían estar extinguidas, hasta que en los años setenta se descubrió la existencia de algunas áreas naturales con presencia de la especie. En la actualidad, las chinchillas están consideradas en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y han sido incluidas en el apéndice I de CITES (convenio que regula el comercio internacional de flora y fauna silvestre). Además, una población de la Región de Coquimbo está protegida, a través de una Reserva Nacional, de amenazas como la caza, el sobrepastoreo por cabras o la explotación de su hábitat (por extracción de leña, entre otros).

Junto con las chinchillas, Chile exportó grandes cantidades de pieles de nutria (*Lontra felina* y *Lontra provocax*), zorros (*Pseudalopex culpaeus* y *Pseudalopex griseus*) y lobos finos (*Arctocephalus australis* y *Arctocephalus philipii*). Entre 1910 y 1984, Chile exportó más de 5 millones de pieles, de las que 1.550.000 fueron especies nativas. Como la caza no tenía ningún control, se produjo una sobreexplotación, que hizo prácticamente desaparecer especies como los lobos finos y las nutrias. Tras la disminución de los lobos finos, la explotación se volcó hacia los "popis" (neonatos) del lobo común (*Otaria byronia*). Las pieles de los adultos no tienen valor peletero; en cambio, la de los recién nacidos es equivalente a de los lobos finos adultos (aunque mucho más pequeñas, por lo que se requiere de más animales). Con la promulgación de la Ley de Caza, en 1929, se logró un mejor control y una mayor protección; sin embargo especies nativas de gatos (*familia Felidae*) sólo fueron protegidos en 1972 y el zorro culpeo fue protegido recién en 1980. Cuando las especies silvestres disminuyeron, la caza se dirigió hacia especies introducidas, como la liebre y el conejo.

El lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*), fue intensamente cazado durante el siglo XIX en las islas Georgia y Shetland del Sur. Con el cese de la explotación lobera, la población de las islas Georgia del Sur comenzó a recuperarse y a colonizar zonas de reproducción en las islas Shetland del Sur. Los primeros ejemplares se observaron en la década de

1950 y luego el crecimiento siguió un modelo exponencial. La homocigosidad se expresa en una alta incidencia de lobos albinos en la población.

La captura de ejemplares como mascotas constituye también una fuerte presión para ciertas especies. Anfibios y reptiles recibieron una fuerte presión en Chile entre 1984 y 1988 cuando se exportaron para su uso como mascotas más de 170 mil ejemplares de diversas especies de ranas, sapos, culebras y lagartos, la mayoría de ellos extraídos de las regiones centrales (IV a IX). Además se exportaron más de 5 mil mamíferos (alpacas, chinchillas, varias especies de roedores) y más de 16 mil ejemplares de aves (loros, tórtolas, paseriformes). Se estima que, al menos para anfibios y reptiles, sólo entre el 25 y el 30 por ciento de los animales capturados fueron exportados y el resto corresponde a pérdidas por mortalidad o deterioro —por ejemplo, mutilaciones—, ocurridas por manejo inadecuado en cautiverio.

Frente a la sobreexplotación, la respuesta usual ha sido establecer medidas específicas de control; por ejemplo, en Chile la caza y explotación comercial de fauna se ha realizado sin mayor control, lo que ha provocado una marcada disminución de varias especies. Por ello, ya en 1893, se comenzó a regular la caza de lobos marinos; en 1910 se vedó la caza de la chinchilla y en 1929 se promulgó la Ley de Caza, una de las primeras de Latinoamérica, que estableció la prohibición de cazar ciertas especies y reguló la caza de muchas otras, fijando períodos de veda y números máximos de piezas por cazador.

Algo similar ocurrió con la flora, especialmente aquella de tipo arbóreo. En 1855, el Código Civil estableció que quien haga uso de un predio debe "conservar el bosque en su ser", reponiendo los árboles que se derriben. El Reglamento General de Corta, de 1883, se considera la primera ley de bosques ya que establece normas de protección del bosque, que se mantuvieron en los decretos leyes de 1925 y 1931. Este mismo año se promulgó la Ley de Bosques, la que definió terrenos de aptitud forestal, permitió crear Parques y Reservas Nacionales, condicionó el uso del fuego y creo un sistema de sanciones a las infracciones relacionadas con el uso del bosque. Actualmente hay varios reglamentos específicos que protegen especies como quillay (*Quillaja saponaria*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), tineo (*Weinnmania trichosperma*), yareta (*Azorella compacta*), palma chilena (*Jubaea chilensis*), tamarugo (*Prosopis tamarugo*), chañar (*Geoffrea decorticans*), guayacán (*Porlieria chilensis*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), carbonillo (*Cordia decandra*), espino (*Acacia caven*), boldo (*Peumus boldus*), maitén (*Maytenus boaria*), litre (*Lithrea caustica*), bollén (*Kageneckia oblonga*), araucaria o pehuén (*Araucaria araucana*), alerce (*Fitzroya cupressoides*) y copihue (*Lapageria rosea*).

En los sistemas marinos la pérdida de biodiversidad a nivel específico requiere de un análisis que varía según el tipo de población y los ciclos de abundancia de esas poblaciones, que están relacionados con ciclos ambientales y temporales de mediana y gran escala. En el caso de un recurso apetecido como el loco (*Concholepas concholepas*), con la apertura de los mercados externos a mediados de los años setenta se produjo una disminución drástica de sus poblaciones y de las tallas de los ejemplares extraídos, por lo que en 1987 se decretó una veda total para la especie en todo el territorio. El *stock* explotable de locos quedó restringido a zonas de difícil acceso en la zona norte del país, zonas profundas donde los buzos no pueden acceder y zonas en la XI y XII Región donde la actividad económica no estaba muy desarrollada. Al tratarse de una población abierta con estados larvarios largos con una alta dispersión fue posible la repoblación natural de las zonas sobreexplotadas. Por lo tanto, a pesar de la sobreexplotación, el loco no llegó a estar en peligro de extinción y es difícil que llegue a estarlo. Otros invertebrados como la jibia (*Dosidicus gigas*) tienen poblaciones que siguen ciclos ambientales de largo plazo. En algunos períodos, la jibia desaparece de las costas de Chile y en otros presenta abundancias muy altas que afectan las poblaciones de sus presas (peces pequeños y merluzas). En los últimos años se reconocen tres momentos de abundancia: a fines de los años sesenta, a principios de los noventa y durante los años 2004-2005.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

A nivel internacional se han implementado los "Libros Rojos", listados que categorizan las especies de flora y fauna en diferentes grados de amenaza y que sirven de base para planes de protección, manejo o restauración. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) introdujo hace más de 40 años la modalidad de categorizar las especies en diferentes grados de amenaza, opción que ha sido reconocida y utilizada a nivel internacional. Su valor es que designan de una manera fácil de comprender las especies en riesgo y permiten desarrollar y dirigir medidas específicas y priorizadas de protección. Para jugar un rol efectivo en la conservación, las categorías usadas en los Libros Rojos deben contar con ciertas características, como, por ejemplo, ser aplicables a un amplio rango de grupos taxonómicos —aun cuando estos difieran en historias de vida y rasgos biológicos básicos—, ser aplicables a niveles de especie, subespecie o variedad y a escalas regionales o nacionales. Asimismo, la clasificación debe ser factible, independiente del nivel de información que se posea sobre el taxón a clasificar.

Varias especies chilenas han sido categorizadas por la UICN y algunos de sus criterios están a la base del procedimiento de clasificación de especies en categorías de conservación contemplado en la Ley de Bases del Medio Ambiente, e implementado desde 2005 por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA.

En Chile, en la década de 1980, la CONAF organizó reuniones de especialistas para producir los primeros Libros Rojos (flora terrestre, vertebrados, y sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad); posteriormente, la CONAMA y el Museo Nacional de Historia Natural, usando también la consulta a expertos, complementaron o actualizaron la información de los primeros Libros Rojos. El Reglamento de la Ley de Caza también establece estados de conservación para los vertebrados terrestres —anfibios, reptiles, aves y mamíferos— y se ha utilizado como referencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En el cuadro 5 se





El crecimiento industrial impulsado sin criterios de sustentabilidad medioambiental ha ido en detrimento de importantes recursos vegetacionales del país; afectando finalmente el desarrollo futuro de la sociedad. En las fotos, algarrobo (San Pedro de Atacama) y palma chilena (Parque La Campana), algunas de las especies consideradas amenazadas por los expertos. Con el objeto de conservar la diversidad biológica y la preservación de dichas especies, la Ley General de Bases del Medio Ambiente establece que deben mantenerse actualizados los inventarios de nuestra flora silvestre. Fotos: Nicolás Piwonka.

muestra un ejemplo de categorización de anfibios usando el criterio de experto (publicada por CONAF en 1993) y una reciente, realizada usando características biológicas como distribución geográfica, abundancia, uso de hábitat, dieta, etc. Los anfibios están declinando en todo el mundo, su disminución es mayor que la de otras especies de vertebrados (reptiles, aves o mamíferos), y ocurre más marcadamente en América. La causa de esto aún no es clara (se le llama "declinación enigmática") y se ha relacionado con fenómenos como lluvia ácida, aumento de radiación ultravioleta, contaminación química del agua y el aire, y la diseminación a gran escala de un hongo patógeno; pero a ella se suman los factores antes mencionados: sobreexplotación —para uso como mascotas— y destrucción del hábitat.

Otros documentos producidos por los especialistas dan cuenta de la situación de conservación de ciertos grupos. Recientemente, un conjunto de especies de árboles y arbustos del centro-sur del país, considerados amenazados según criterio de expertos fue reclasificado usando los criterios de la UICN, utilizándose para ello la información publicada e información poblacional y distribucional recolectada en terreno, en una iniciativa conjunta de la Universidad Austral de Chile y el Real Jardín Botánico de Edimburgo. Se realizan además recomendaciones para la propagación de las especies estudiadas. En el cuadro 4 se muestra un ejemplo de una clasificación realizada por criterio de expertos convocados por CONAF y la clasificación con los criterios UICN.

Para los líquenes, extremadamente sensibles a las modificaciones incluso atmosféricas, por lo que son considerados bioindicadores de contaminación, se ha determinado que 58 especies (4,2 por ciento de la riqueza del país) se encuentran con algún estatus de conservación comprometido (véase el cuadro 1), en todo o sólo una porción de su rango de distribución. Especialmente destacables son las regiones I, II, IV, V (incluyendo el archipiélago Juan Fernández), RM, VII, VIII, y XI, ya que concentran diez o más especies de líquenes con estatus de conservación comprometido, siendo la principal causa de pérdida de flora liquénica las modificaciones del hábitat, incluida la contaminación del aire.

Para los helechos (o pteridófitas), una evaluación reciente consideró que el 73,5 por ciento de las especies presentan un estatus de conservación comprometido en todo o parte de su rango de distribución. Nuevamente, las modificaciones del hábitat parecen ser la principal causa de este hecho. La mayor parte de estos casos están concentrados en el archipiélago Juan Fernández (véase el cuadro 3).

Las angiospermas (plantas con flores) representan la flora vascular más diversa, con unas 4.600 especies, representadas por 1.100 monocotiledóneas y 3.500 dicotiledóneas. De ellas, sólo 65 especies han sido incluidas en el "Libro Rojo de la Flora de Chile" (que incluye los arbustos y árboles y no las hierbas ni las suculentas). Esto equivale al 1,2 por ciento de las especies de todo el grupo (véase el cuadro 1). La mayor parte de estas especies se encuentran entre la IV y la X Región, el área de Chile continental con mayor tasa de endemismo, pero también la de mayor impacto humano. De estas especies, el 10 por ciento se encuentra en peligro (muy alto grado de amenaza), el 40 por ciento es vulnerable (alto grado de amenaza), mientras que el 50 por ciento es considerada rara (muy baja abundancia en condiciones naturales). Esta última categoría se asocia al estrecho rango distribucional de tales especies, las que se hallan en sólo una o dos regiones administrativas de Chile continental y en algunos casos están restringidas a una o unas pocas localidades o a un alto grado de modificación del ambiente donde viven. Ejemplos de estas especies son la avellanita (*Avellanita bustillosii*), el belloto del sur (*Beilschmiedia berteroana*), el voqui fuco o michay rojo (*Berberidopsis coralina*), el michay de Paposo (*Berberis litoralis*), la dalea (*Dalea azurea*), el keule (*Gomortega keule*), la metarme (*Metharme lanata*), el ruil (*Nothofagus alessandrii*), el pitao (*Pitavia punctata*), el lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*) y la valdivia (*Valdivia gayana*).

En vertebrados, los animales más conocidos porque son las especies más grandes, más conspicuas y muchas de importancia comercial —como los peces—, la diversidad alcanza a 1.866 especies, 1.030 peces (tanto marinos como de agua dulce), 51 anfibios, 135 reptiles (incluyendo las tortugas marinas), 502 aves (terrestres, acuáticas y marinas; residentes y visitantes) y 148 mamíferos (terrestres y marinos) (véase el cuadro 2). Se incluye en esta cifra tanto las especies

Cuadro 1. **Composición florística de Chile y proporción de especies que han sido sugeridas en algún estatus de conservación comprometido.**

Clase	Riqueza específica	% de especies comprometidas
Plantas con flores	5.000	1,2%
Pinos y cipreces	16	12,5%
Helechos	160	73,5%
Musgos	950	No determinado
Hepáticas	350	No determinado
Líquenes	1.380	4,2%
Hongos	3.300	No determinado

Cuadro 2. **Riqueza de especies nativas de vertebrados de Chile y proporción de especies que han sido consideradas en algún estatus de conservación comprometido.**

Clase	Riqueza específica	% de especies comprometidas
Peces continentales	46	95%
Anfibios	51	72%
Reptiles	125	90%
Aves	502	14%
Mamíferos	148	47%

Cuadro 3. **Descriptores florísticos para las islas oceánicas chilenas, archipiélago de las Desventuradas; Isla de Pascua; archipiélago Juan Fernández.**

Taxa	Flora pre-europea				Flora post-europea			
	Desventuradas	*I. de Pascua*	*J. Fernández*	*Total*	*Desventuradas*	*I. de Pascua*	*J. Fernández*	*Total*
Helechos	0	14	52	24.6 %	0	14	52	11.6 %
Monocotiledóneas	2	15	39	20.9 %	7	40	79	22.2 %
Dicotiledóneas	21	15	110	54.5 %	26	67	282	66.1 %
Total de especies	**23**	**44**	**201**	**268**	**33**	**121**	**413**	**567**
Endemismo	87%	13.6%	59.7%	50.9 %	60%	2%	27.2%	24.6 %
Naturalizadas	-	-	-	-	30%	83%	51.3%	36.7 %

Monocotiledóneas = el embrión lleva una hoja o cotiledón que almacena reservas alimentarias.
Dicotiledóneas = el embrión lleva dos hojas o cotiledones, que son reservas alimentarias.

Cuadro 4. **Estado de conservación de algunos árboles y arbustos.**

Nombre común	Nombre científico	CONAF 1989	Hechenleitner y otros, 2005	Comité Clasificación CONAMA 2006-2007
Araucaria	*Araucaria araucana*	Vulnerable	Vulnerable	Vulnerable
Ciprés	*Austrocedrus chilensis*	Vulnerable	Vulnerable	Fuera de Peligro
Avellanita	*Avellanita bustillosi*	En Peligro	En Peligro Crítico	En Peligro y Rara
Belloto del Sur	*Beilschmiedia berteroana*	En Peligro	En Peligro	En Peligro
Coralillo o Michay Rojo	*Beberidopsis corallina*	En Peligro	En Peligro	En Peligro y Rara
Naranjillo	*Citronella mucronata*	Rara	Datos insuficientes	No clas. aún por el Comité
Keule	*Gomortega keule*	En Peligro	En Peligro	En Peligro
Palma Chilena	*Jubaea chilensis*	Vulnerable	Vulnerable	Vulnerable
Lucumillo	*Myrcianthes coquimbensis*	En Peligro	En Peligro	En Peligro
Ruil	*Nothofagus alessandrii*	En Peligro	En Peligro Crítico	En Peligro y Rara
Radal enano	*Orites myrtoidea*	Rara	En Peligro Crítico	No clas. aún por el Comité
Mañío	*Podocarpus salignus*	No citada	Vulnerable	No clas. aún por el Comité
Lleuque	*Prumnopitys andina*	Rara	Vulnerable	No clas. aún por el Comité

Cuadro 5. Estado de conservación de algunos anfibios de Chile.

Nombre común	Nombre científico	CONAF 1993	Díaz-Páez y Ortiz, 2003	Comité Clasificación CONAMA 2006-2007
Sapo de rulo	*Bufo arunco*	Vulnerable	Fuera de Peligro	No clas. aún por el Comité
Sapo de rulo nortino	*Bufo atacamensis*	Vulnerable	Fuera de Peligro	No clas. aún por el Comité
Sapo de rulo andino	*Bufo spinulosus*	Vulnerable	Inadec. Conocido	No clas. aún por el Comité
Ranita de ceja	*Batrachyla taeniata*	Vulnerable	Fuera de Peligro	Regiones V a VII: Insuficientemente Conocida
Sapo de isla Mocha	*Eupsophus insularis*	Rara	Rara	En Peligro y Rara
Sapo popeye	*Alsodes nodosus*	En Peligro	Inad. Conocido	No clas. aún por el Comité
Rana chilena	*Caudiverbera caudiverbera*	Vulnerable	Vulnerable	Vulnerable
Rana dorada	*Hylorina sylvatica*	Inad. conocida	Fuera de Peligro	Regiones VIII a IX: Insuficientemente Conocida
Sapo cuatro ojos	*Pleurodema thaul*	Inad. conocida	Fuera de Peligro	No clas. aún por el Comité
Ranita Darwin	*Rhinoderma darwini*	Vulnerable	Vulnerable	Regiones VIII a IX: En Peligro Regiones X a XI: Insuficientemente Conocida
Ranita Darwin café	*Rhinoderma rufum*	En Peligro	En Peligro	Insuficientemente Conocida y Rara
Sapo de Miguel	*Eupsophus migueli*	En Peligro	Rara	En Peligro y Rara

nativas (y las endémicas) como las introducidas, y las especies residentes y las migratorias (aquellas que se mueven de una región a otra en forma cíclica y predecible). Las tortugas marinas, varios mamíferos marinos (cetáceos) y muchas aves marinas (por ejemplo, albatros y petreles), costeras (como chorlos y playeros) y terrestres (algunas golondrinas, el fío-fío) son consideradas especies migratorias.

Entre estos grupos, los peces de agua dulce, los anfibios y los reptiles se consideran amenazados de extinción por diversos factores (depredación, competencia, explotación, entre otros). Existen especies con distribuciones muy reducidas como los "carachis", pequeños peces del género *Orestias* que viven en ríos y salares del altiplano. Muchos cuerpos de agua actuales son los remanentes de un gran lago que existió en el pasado; el aislamiento en que han vivido ha permitido su separación en diferentes especies como *Orestias ascotanensis* en el salar de Ascotán, *Orestias agassii* en el salar del Huasco, *Orestias chungarensis* en el lago Chungará y *Orestias laucaensis* restringida al río Lauca. El sapo de isla Mocha (*Eupsophus insularis*) y el degú de isla Mocha (*Octodon pacificus*) son especies endémicas y amenazadas que habitan en esa isla ubicada a 35 kilómetros del continente en la Región del Biobío.

Numerosas especies ven su estado de conservación comprometido por enfrentar procesos significativos de pérdida de su patrimonio genético. A ese respecto la identificación de los patrones de variación genética entrega mucha información respecto a su estado de conservación. Hasta la fecha, se han realizado pocos estudios que hayan explorado los patrones de variación genética en especies chilenas de interés en conservación, aunque su número es creciente.

Un análisis preliminar realizado para el picaflor de Juan Fernández (*Sephanoides fernandensis*), endémico de la isla Robinson Crusoe, reveló que presenta menor variación genética que la que muestra el picaflor chico (*Sephanoides sephanoides*), un pariente que habita tanto en la isla como en el continente. Un estudio genético realizado sobre el zorro de Darwin (*Pseudalopex fulvipes*), considerado una subespecie o raza geográfica del zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), permitió validar su estatus de especie plena y establecer también su menor variabilidad génica en relación a las otras dos especies de más amplia distribución en el país: la chilla y culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Esta evidencia ha sugerido que el zorro de Darwin —cuya distribución actual incluye la Isla de Chiloé y las partes más altas de la cordillera de Nahuelbuta—, estaría constituido por poblaciones relictas, esto es, remanentes de un antiguo linaje que antes tuvo una mayor distribución geográfica. Un estudio similar, realizado con el gato montés andino (*Oreailurus jacobita*), conocido por unos pocos ejemplares de museo, ha revelado que su variación genética es mayor a la esperada para sus reducidos tamaños poblacionales. Para el puma (*Puma concolor*), los estudios genéticos han mostrado que esta especie muestra una marcada variación entre poblaciones.

En el ámbito de la flora, un estudio de la distribución espacial y los niveles de variación genética del alerce (*Fitzroya cupressoides*), mostró que la mayor parte de la variación genética de esta especie se halla entre poblaciones ubicadas en distintas localidades, mientras que al interior de cada población se registra un mayor nivel de homogeneidad genética. Debido a que algunas poblaciones han mostrado mayores niveles de variación genética que otras, se ha propuesto enfocar la conservación del patrimonio genético del alerce a través de la protección de dichas poblaciones.

Bibliografía

Armesto, J., C. Villagrán y M.T.K. Arroyo (eds.). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 470 pp.

Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor & S.N. Stuart (eds.). 2004. The 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland y Cambridge, 191 pp.

Castilla, J.C. (ed.). 1995. Islas oceánicas chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 356 pp.

CONAF. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. I. Benoit (ed.), Corporación Nacional Forestal, Santiago, 157 pp.

CONAF. 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. A. Glade (ed.), Corporación Nacional Forestal, Santiago, 65 pp.

CONAF. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. M. Muñoz, H. Núñez y J. Yáñez (ed.), Corporación Nacional Forestal, Santiago, 203 pp.

Danton, P. 2004. Plantas silvestres de la isla Robinson Crusoe. Corporación Nacional Forestal, Valparaíso, 194 pp.

Díaz-Páez, H. y J.C. Ortiz. 2003. "Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile". Revista Chilena de Historia Natural, 76: 509-525.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder y G. Ledec. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial, Washington, D.C., 122 pp.

Elórtegui, S. (ed.). 2005. las dunas de Concón. El desafío de los espacios silvestres urbanos. Taller La Era, Viña del Mar, 112 pp.

Espinosa, G., P. Gross y E.R. Hajek. 1994. Percepción de los problemas ambientales en las regiones de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 647 pp.

Espinosa, G., P. Pisani, L. Contreras y P. Camus (eds.). 1994. Perfil ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 569 pp.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, 165 pp.

Hechenleitner, P., M.F. Gardner, P.I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless y C. Martínez. 2005. Plantas amenazadas del centro-sur de Chile. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. Valdivia, 188 pp.

Jaksic, F.M. 1996. Ecología de los Vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

Jaksic, F.M., E.F. Pavez, J.E. Jiménez & J.C. Torres-Mura. "The conservation status of raptors in the Metropolitan Region, Chile". Journal of Raptor Research, 35(2): 151-158.

Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G. Da Fonseca & J. Kent. 2000. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". Nature, 403: 853-858

Núñez, H. y J.C. Torres-Mura. 1996. Diversidad Biológica y Ambientes de Chile. Ministerio de Educación, Santiago, 131 pp.

Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell, & E. Toledo. 1995. Freswater Biodiversity of Latin America and the Caribbean: A Conservation Assessment. World Bank, Washington, D. C., 70 pp.

Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, y F. Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas Latinoamericanas. FCE, Ciudad de México, 797 pp.

Robinson, J., K.H. Redford y J.E. Rabinovich (comps.). 1997. Uso y conservación de la vida silvestre neotropical. FCE, Ciudad de México, 612 pp.

Ruiz, V.H. y M. Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción, Concepción, 356 pp.

Smith-Ramírez, C., J.J. Armesto y C. Valdovinos (eds.). 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques de la cordillera de la Costa de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 710 pp.

LISTADO DE ESPECIES CLASIFICADAS POR EL COMITÉ NACIONAL DE CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES CHILENAS, PRESIDIDO POR CONAMA*

El Comité de Clasificación está conformado por seis representantes de los Servicios Públicos y seis del sector académico. El proceso de clasificación se abre una o más veces al año, con tres instancias de participación ciudadana en diferentes fases. Tanto el listado a clasificar como el listado clasificado son sancionados por el Consejo Directivo de CONAMA. Esta última lista es oficializada a través de un decreto supremo (ver detalles en www.conama.cl). La clasificación tiene implicancias en una serie de procesos y actos administrativos, particularmente, dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la Ley de Caza, la Ley General de Pesca y Acuicultura y la Ley de Bosque Nativo (recientemente aprobada en el Congreso Nacional), además de servir de fundamento para acciones de recuperación de especies amenazadas y reparación de sus hábitat.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR EL COMITÉ (categorías descritas en Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres)**
Reino ANIMALIA		
Clase: AVES		
Anairetes fernandezianus	cachudito de Juan Fernández	En Peligro y Rara
Aphrastura masafuerae	rayadito de más afuera	En Peligro y Rara
Calidris canutus	playero ártico	En Peligro
Chloephaga rubidiceps	canquén colorado	En Peligro
Cyanoliseus patagonus	tricahue	En la III y IV Región: En Peligro Para el resto del país: Vulnerable
Eulidia yarrellii	picaflor de Arica	En Peligro y Rara
Pterocnemia pennata tarapacensis	suri	Insuficientemente Conocida
Puffinus creatopus	fardela blanca	En Peligro
Sephanoides fernandensis	picaflor de Juan Fernández	En Peligro y Rara
Spheniscus humboldti	pingüino de Humboldt	Vulnerable
Sterna lorata	gaviotín chico	En Peligro
Clase: MAMÍFEROS		
Dromiciops gliroides	monito del monte	Insuficientemente Conocida
Hippocamelus antisensis	taruca	En Peligro
Hippocamelus bisulcus	huemul	En Peligro
Lontra felina	chungungo	Insuficientemente Conocida
Lontra provocax	huillín	Entre las regiones VI y X Región: En Peligro En las regiones XI y XII: Insuficientemente Conocida
Oncifelis colocolo	colo-colo	Insuficientemente Conocida
Oncifelis geoffroyi	gato montés argentino	Rara
Oncifelis guigna	güiña	Insuficientemente Conocida y Rara
Oreailurus jacobita	gato andino	En Peligro y Rara
Pseudalopex culpaeus lycoides	zorro culpeo de Tierra del Fuego	Vulnerable
Pseudalopex fulvipes	zorro de Chiloé	En Peligro
Pudu pudu	pudú	Vulnerable
Puma concolor	puma	Entre las regiones I a la VIII: Insuficientemente Conocida
Rhyncholestes raphanurus	comadrejita trompuda	Insuficientemente Conocida
Clase: ANFIBIOS		
Alsodes barrioi	sapo de Barros	En Peligro y Rara
Alsodes montanus	sapo montano	En Peligro y Rara
Alsodes nodosus	sapo arriero	Insuficientemente Conocida
Alsodes tumultuosus	sapo	En Peligro y Rara
Alsodes vanzolinii	sapo de Vanzolini	En Peligro y Rara
Alsodes verrucosus	sapo verrugoso	Insuficientemente Conocida
Alsodes vittatus	sapo	Insuficientemente Conocida y Rara
Atelognathus grandisonae	sapo	Rara

* Elaborado por Charif Tala, Reinaldo Áviles, Sofía Guerrero y Jaime Rovira.

** Listado oficializado por DS 151 del 24/03/2007; DS 50 y DS 51 del 24/04/2008.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR EL COMITÉ (categorías descritas en Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres)
Atelognathus grandisonae	sapo	Rara
Batrachyla taeniata	sapito de antifaz	Regiones V a VII: Insuficientemente Conocida
Bufo papillosus	sapo de papilas	Rara
Caudiverbera caudiverbera	rana chilena	Vulnerable
Eupsophus contulmoensis	sapo de Contulmo	En Peligro
Eupsophus insularis	sapo de isla Mocha	En Peligro y Rara
Eupsophus migueli	sapo de Miguel	En Peligro y Rara
Eupsophus nahuelbutensis	sapo de Nahuelbuta	En Peligro y Rara
Hylorina sylvatica	rana arbórea	Regiones VIII a IX: Insuficientemente Conocida
Insuetophrynus acarpicus	sapo	En Peligro y Rara
Pleurodema marmorata	sapo de cuatro ojos del norte	En Peligro y Rara
Rhinoderma darwini	ranita de Darwin	Regiones VIII a IX: En Peligro Regiones X a XI: Insuficientemente Conocida
Rhinoderma rufum	ranita	Insuficientemente Conocida y Rara
Telmatobius halli	sapo	Insuficientemente Conocida y Rara
Telmatobius laevis	sapo	Insuficientemente Conocida y Rara
Telmatobius pefauri	sapo de Pefaur	En Peligro y Rara
Telmatobius peruvianus	sapo peruano	En Peligro y Rara
Telmatobius zapahuirensis	sapo de Zapahuira	En Peligro y Rara
Telmatobufo australis	sapo austral	Vulnerable
Telmatobufo bullocki	sapo de Bullock	Vulnerable y Rara
Telmatobufo venustus	sapo	Insuficientemente Conocida y Rara
Clase: PECES		
Basilichthys australis	pejerrey	Región del Maule al norte: Vulnerable Región de Biobío al sur: Fuera de Peligro
Basilichthys microlepidotus	pejerrey	Vulnerable
Basilichthys semotilus	pejerrey	En Peligro
Brachygalaxias bullocki	puye	Fuera de Peligro
Bullockia maldonadoi	bagrecito	En Peligro
Cheirodon australe	pocha del sur	Vulnerable
Cheirodon galusdae	pocha de los lagos	Vulnerable
Cheirodon kiliani	pocha	En Peligro y Rara
Cheirodon pisciculus	pocha	Vulnerable
Diplomystes camposensis	tollo de agua dulce	En Peligro
Diplomystes chilensis	tollo de agua dulce	En Peligro y Rara
Diplomystes nahuelbutaensis	tollo de agua dulce	En Peligro
Galaxias globiceps	bagre chico	En Peligro y Rara
Galaxias maculatus	puye	Región del Maule al norte: Insuficientemente Conocida Región del Biobío al sur: Fuera de Peligro
Galaxias platei	puye	Fuera de Peligro
Geotria australis	lamprea de bolsa	Región del Maule al norte: Insuficientemente Conocida Región del Biobío al sur: Fuera de Peligro
Hatcheria macraei	bagre	Insuficientemente Conocida y Rara
Mordacia lapicida	lamprea de agua dulce	En Peligro
Nematogenys inermis	bagre	Vulnerable
Odontesthes brevianalis	cauque del norte	Vulnerable
Odontesthes gracilis	pejerrey	Vulnerable y Rara
Odontesthes mauleanum	cauque del Maule	Vulnerable
Orestias agassii	corvinilla	En Peligro

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR EL COMITÉ (categorías descritas en Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres)
Orestias ascotanensis	karachi	En Peligro
Orestias chungarensis	corvinilla de Chungará	En Peligro
Orestias laucaensis	corvinilla del Lauca	En Peligro
Orestias parinacotensis	corvinilla del Parinacota	En Peligro
Percichthys melanops	trucha negra	Vulnerable
Percichthys trucha	trucha criolla	Región del Maule al norte: Insuficientemente Conocida; Región del Biobío al sur: Fuera de Peligro
Percilia irwini	carmelita de Concepción	En Peligro
Trichomycterus areolatus	bagre chico	Vulnerable
Trichomycterus chiltoni	bagrecito	En Peligro y Rara
Trichomycterus chungaraensis	bacrecito del Chungará	En Peligro y Rara
Trichomycterus laucaensis	bagrecito del Lauca	En Peligro
Trichomycterus rivulatus	bagrecito	En Peligro y Rara
Reino: PLANTAE		
Hábito: HERBÁCEAS		
Bipinnula taltalensis	orquídea de Paposo	En Peligro y Rara
Bomarea dulcis		En Peligro y Rara
Bomarea involucrosa		En Peligro y Rara
Calydorea xiphioides		Vulnerable y Rara
Leontochir ovallei	garra de león	En Peligro y Rara
Placea lutea	macaya amarilla	En Peligro y Rara
Solanum lycopersicoides	tomate silvestre	En Peligro y Rara
Solanum sitiens	tomate silvestre	Vulnerable y Rara
Tecophilea cyanocrocus	azulillo	En Peligro y Rara
Hábito: SUCULENTAS		
Austrocactus patagonicus	cactus patagónico	En Peligro y Rara
Austrocactus philippii	hiberno	En Peligro y Rara
Austrocactus spiniflorus	espinifloro	En Peligro y Rara
Copiapoa ahremephiana	cactus	En Peligro y Rara
Copiapoa aphanes	cactus	En Peligro y Rara
Copiapoa hypogaea	bajotierra	En Peligro y Rara
Copiapoa laui	cactus	En Peligro y Rara
Copiapoa megarhiza	cactus raizón	Vulnerable
Copiapoa montana	cactus	Insuficientemente Conocida
Copiapoa solaris	cactus solar	En Peligro y Rara
Copiapoa taltalensis	cactus	En Peligro
Deuterocohnia chrysantha	chaguar del jote	Vulnerable y Rara
Echinopsis bolligeriana	quisco de los acantilados	En Peligro y Rara
Echinopsis ferox	cactus	Rara
Echinopsis glauca	cactus	Insuficientemente Conocida
Eriosyce laui	cactus	En Peligro y Rara
Eriosyce islayensis	cactus	En Peligro y Rara
Eriosyce iquiquensis	iquiqueño	Insuficientemente Conocida y Rara
Eulychnia iquiquensis	copao de Iquique	Región I: En Peligro Regiones II a III: Vulnerable
Haageocereus australis	cactus	Vulnerable
Maihueniopsis crassispina	cactus	En Peligro y Rara
Maihueniopsis domeykoensis	cactus	En Peligro y Rara

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA POR EL COMITÉ (categorías descritas en Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres)
Maihueniopsis grandiflora	cactus	En Peligro y Rara
Maihueniopsis nigrispina	cactus	Vulnerable y Rara
Maihueniopsis wagenknechtii	cactus	Vulnerable y Rara
Puya venusta	chagualillo	Fuera de Peligro
Tillandsia tragophoba		En Peligro y Rara
Hábito: ARBUSTOS		
Avellanita bustillosii	avellanita	En Peligro y Rara
Azorella compacta	llareta	Vulnerable
Berberidopsis corallina	michay rojo	En Peligro y Rara
Berberis negeriana	michay de Neger	En Peligro y Rara
Berberis litoralis	michay de Paposo	En Peligro y Rara
Carica chilensis	palo gordo	Vulnerable
Cordia decandra	carbonillo, mendoza	Fuera de Peligro
Croton chilensis	higuerilla de Paposo	En Peligro y Rara
Dalea azurea	dalea	En Peligro y Rara
Dasyphyllum excelsum	tayú	Vulnerable
Dicliptera paposana		En Peligro y Rara
Griselinia carlomunozi		En Peligro y Rara
Haplopappus taeda	bailahuén	Vulnerable
Krameria cistoidea	pacul	En Peligro y Rara
Laretia acaulis	llaretilla	En Peligro y Rara
Malesherbia tenuifolia		Insuficientemente Conocida y Rara
Malesherbia tocopillana	farolito	En Peligro y Rara
Menodora linoides	linacillo	En Peligro y Rara
Metharme lanata	metarma	Insuficientemente Conocida y Rara
Myrcianthes coquimbensis	mirciantes, lucumillo	En Peligro
Pouteria splendens	lúcumo	En Peligro y Rara
Valdivia gayana	valdivia	Vulnerable y Rara
Hábito: ÁRBOLES		
Araucaria araucana	araucaria	Vulnerable
Austrocedrus chilensis	ciprés de la cordillera	Fuera de Peligro
Beilschmiedia berteroana	belloto del sur	En Peligro
Beilschmiedia miersii	belloto del norte	Vulnerable
Gomortega keule	queule	En Peligro
Fitzroya cupressoides	alerce	En Peligro
Jubaea chilensis	palma chilena	Vulnerable
Myrica pavonis	pacama	Vulnerable
Nothofagus alessandrii	ruil	En Peligro y Rara
Nothofagus glauca	hualo	Fuera de Peligro
Persea lingue	lingue	Región de O'Higgins al norte: Vulnerable Región del Maule al sur: Fuera de Peligro
Pitavia punctata	pitao	En Peligro
Polylepis rugulosa	queñoa	En Peligro
Polylepis tarapacana	queñoa de altura	Vulnerable
Santalum fernadezianum	sándalo de Juan Fernández	Extinta
Sophora toromiro	toromiro	Extinta



CAPÍTULO IV

EL HOMBRE Y LA BIODIVERSIDAD

INTRODUCCIÓN

Jaime Rovira

Los habitantes de nuestro país se han relacionado de un modo diferente con la biodiversidad. En un principio, la escasa población recolectaba componentes de flora y fauna para alimentarse, vestirse, curar enfermedades y construir sus refugios. Esa convivencia, sin embargo, influyó probablemente en la diversidad de especies que hoy sobreviven. Es interesante revisar los descubrimientos de Monte Verde, en la región de Los Lagos, que dan cuenta de las formas de vida de nuestros antepasados de hace poco más de 14 mil años. Ya manejaban cerca de 18 especies de plantas medicinales. Las mismas que emplean los actuales mapuche. También se encontraron restos de papas silvestres. Pero, además aparecen vestigios de especies que les servían de alimento y que hoy ya no existen, como el mastodonte.[1] ¿Acaso fueron extintos por la caza del ser humano de entonces? Algunos estudios modernos postulan que los primeros habitantes de América llegaron al continente con capacidades (tecnologías) para cazar grandes animales. Eso habría marcado la suerte de muchas especies de nuestra fauna originaria.

Lo cierto es que desde muy antiguo los seres humanos de esta tierra han convivido con su naturaleza. Este capítulo nos habla de esa relación. El ser humano como parte del ecosistema se relaciona con sus componentes. A medida que aumenta su población y se moderniza su tecnología se incrementa su influencia sobre su entorno.

En esta parte del libro hablaremos de cómo nos relacionamos con nuestro patrimonio natural, considerando la actividad productiva, nuestra cultura y la gestión pública. Sus falencias y acerca de políticas públicas que pretenden mejorar nuestra convivencia.

1. Tom Dillehay; Monte Verde; Colección Serie Universitaria, LOM Ediciones / Universidad Austral de Chile, 2004, pp. 174, Santiago, Chile.

Página izquierda: **La Región de La Araucanía ha sido muy rica en plantas medicinales. El pueblo mapuche ha conocido desde siempre los secretos curativos de sus especies nativas. A las enfermedades, los mapuches las ven como un conjunto de síntomas únicos, donde cada persona reacciona diferente, debido a que cada uno tiene su propio estado de salud y su equilibrio con la naturaleza. En sus pequeños huertos nunca faltan el romero, la ruda, el laurel, la melisa, el matico o el radal.** Foto: Nicolás Piwonka.

PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SU RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD

EUGENIO FIGUEROA Y ENRIQUE CALFUCURA

INTRODUCCIÓN

Cuando en 1975-1976 Chile introdujo reformas macroeconómicas estructurales de largo alcance, se constituyó en el país en desarrollo que más temprano inició cambios económicos orientados al mercado y que incluían una amplia liberalización comercial. A partir de dicho proceso, la economía chilena se ha caracterizado por basar su crecimiento tanto en la explotación de sus recursos naturales como en la utilización del medio ambiente por parte de los distintos sectores productores y exportadores, entre otros, la pesca, la minería, la agricultura, las industrias forestal y acuícola, y el turismo. Dentro de este contexto, el desarrollo de las actividades productivas ligadas al comercio internacional, la inversión extranjera y el creciente proceso de globalización económica, social y ambiental pueden afectar negativamente la conservación de la biodiversidad en Chile. En efecto, el crecimiento económico presiona sobre el medio ambiente y los ecosistemas y, de esa manera, sobre la biodiversidad en sus distintas formas.

La biodiversidad es un elemento clave en el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas que sirven de soporte a la vida y, por lo tanto, al ser humano. Sin embargo, el aumento de la escala de las actividades humanas y sus efectos sobre el medio ambiente a través de la pérdida o modificación del hábitat, la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación, y la introducción de especies foráneas en los ecosistemas ha llegado a constituirse en la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad en el mundo (Millenniun Ecosystem Assessment, 2005).

Más allá de estos factores que afectan directamente la conservación de la biodiversidad, desde un punto de vista económico, el elemento clave para explicar la destrucción de los ecosistemas ha sido la inexistencia de mercados que reflejen e internalicen adecuadamente el valor de los distintos servicios que la biodiversidad provee a la sociedad. Existen una serie de bienes y servicios que los ecosistemas proveen, que pasan por el mercado, tales como los alimentos, pieles, frutas, semillas, agua, etc., que luego son consumidos o comercializarlos y que tienen un valor directo que puede ser representado por el precio de mercado. Por otra parte, existen también valores de uso indirectos de la biodiversidad, que surgen del goce de bienes y servicios proporcionados por la naturaleza, sin ser explotados o consumidos directamente por sus beneficiarios, y que están asociados principalmente a las funciones ambientales de las áreas naturales; por ejemplo, la abundante vegetación de algas y plantas presente en los estuarios costeros provee de alimento a peces y mariscos, los que a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. Lamentablemente, para estos servicios indirectos de la biodiversidad, no existen mercados que puedan reflejar los beneficios que ellos originan, y por lo tanto un precio que internalice el costo social de la sobreexplotación de los ecosistemas, racionalice su utilización e incentive un manejo sustentable de la biodiversidad.

En la actualidad, el fenómeno de la globalización ha acentuado el proceso de transformación del ambiente natural, y con ello ha hecho más necesario compatibilizar crecimiento económico con protección del medio ambiente, y por tanto, con la conservación de la biodiversidad. De este modo, por ejemplo, di Castri (2003) ha señalado que una globalización mal regulada y sobre todo mal comprendida puede tener efectos muy dañinos sobre la biodiversidad. Añade este autor que también debe notarse que globalización y biodiversidad están en un constante estado de interacción, retroalimentación, e incluso control recíproco. Muchos aspectos de la globalización, y en particular el libre acceso a la información digital, a la información genética, a la innovación tecnológica, y al comercio y turismo internacional, pueden constituirse en unas de las principales herramientas para la conservación y la valorización de la biodiversidad con el fin de alcanzar un desarrollo sustentable.

No obstante, como Figueroa et al. (2003a) han señalado, la globalización y el comercio también pueden inducir cambios positivos para el medio ambiente, en la medida que las empresas e industrias se van haciendo más eficientes, se crean tecnologías nuevas y más limpias, el desarrollo de productos biotecnológicos permite reducir la presión sobre los recursos naturales, y se adoptan estándares de desempeño ambiental más altos en los procesos productivos para cumplir con las demandas de los consumidores en los países importadores.[1]

1 Una de las características más importantes del proceso de incorporación de Chile al mundo globalizado desde el punto de vista económico y ambiental es que la liberalización comercial ha venido acompañada por un mayor nivel de protección ambiental y/o de los recursos naturales.

Es relevante, entonces, analizar cómo las distintas actividades productivas ligadas a los principales sectores del país afectan el estado de conservación de la biodiversidad en Chile, cuestión a la que se aboca el presente capítulo del libro.

AGRICULTURA Y BIODIVERSIDAD

Desafíos de la agricultura relacionados con la biodiversidad

El sector agrícola fue uno de los sectores que respondió más dinámicamente a las reformas económicas. Valdés y Foster (2003) señalan que el mayor impacto de la liberalización sobre la agricultura fue el cambio en los patrones de producción y comercio de las actividades agrícolas del país. Como resultado, hubo una importante expansión relativa de los subsectores agrícolas exportables (frutas, hortalizas y productos forestales) y una reducción relativa de los productos pecuarios y los cultivos (trigo principalmente). De esta forma, después de las reformas económicas, las exportaciones agrícolas crecieron por 20 años a tasas anuales de 10 por ciento y más, para crecer posteriormente a tasas menores pero elevadas, con lo que Chile pasó de ser un importador neto de productos agrícolas en los años sesenta a ser un importante proveedor neto de los mercados internacionales agropecuarios en las últimos 30 años. Durante la última década, el sector agrícola ha contribuido con cerca del 4,3 por ciento del PIB del país y con alrededor del 27,5 por ciento del valor total de las exportaciones nacionales.

Esta dinámica situación de las últimas tres décadas ha implicado un cambio estructural de envergadura en la agricultura del país, que ha conllevado modificaciones en el uso de la tierra y en la matriz de insumos empleados y productos obtenidos en el sector. Lo anterior ha tenido impacto a su vez sobre los ecosistemas relacionados con la actividad agropecuaria, los cuales proveen de suelo, aguas limpias y sumideros y la biodiversidad que sustentan la actividad agrícola: la microbiota de los suelos que facilita el ciclo de nutrientes, los agentes de polinización —como abejas y otros insectos— que facilitan la reproducción de cultivos, los predadores naturales que mantienen a las plagas bajo control.

Entre los agroquímicos, los pesticidas han sido los insumos con mayor crecimiento y en el período 1990-2000 su uso aumentó en alrededor del 100 por ciento, mientras que la demanda por fertilizantes importados y domésticos creció en 50 por ciento en el mismo lapso. Dado que el producto agrícola creció en alrededor del 50 por ciento en los mismos años, la razón de intensidad pesticidas/ producto ha crecido muy rápido también (López y Anríquez, 2003). Entre 2002 y 2003, la importación de herbicidas aumentó en 14 toneladas y la de fungidas en 6,5 toneladas, mientras que solamente la importación de insecticidas disminuyó en una tonelada (Manzur, 2005). Sin embargo, se ha señalado que una proporción de los fertilizantes utilizados en el país contienen niveles de



Como consecuencia de la expansión agroproductiva en nuestro país, se ha incrementado notablemente el uso de los suelos. La introducción de sistemas de riego tecnificado —particularmente importantes en las zonas áridas del Norte Chico y centro de Chile—, ha aumentado la eficiencia en el uso de los recursos hídricos e incorporado nuevos espacios a la producción. Foto: Nicolás Piwonka.

metales pesados relativamente elevados, los cuales permanecerían en el suelo y podrían afectar la microfauna, producir cierta toxicidad y concentrarse en los tejidos de los cultivos (Gallardo, 2004).

Esta expansión agroproductiva, que continúa hasta hoy, ha implicado un efecto de escala considerable, con importantes aumentos en el uso del suelo y otros insumos como los agroquímicos, la maquinaria, los combustibles y el trabajo, resultante en impactos ambientales a nivel local, regional y global (Figueroa, 2001).

El desarrollo de los sistemas de riego tecnificado, particularmente importantes para zonas áridas, aumentaron la eficiencia en el uso de los recursos hídricos e incorporaron nuevos espacios a la producción, estimulados por el auge de la agricultura de exportación. De esta manera, el perfeccionamiento tecnológico ha contribuido con la importante expansión de la superficie agropecuaria en Chile, situación que se refleja en el último período intercensal (INE, 1998). Jonquera (2001) expone que el pastoreo intensivo, junto con el avance tecnológico de la agricultura en la IV Región, han llevado a procesos intensos de erosión y al desplazamiento o la desaparición de un gran número de especies autóctonas tales como el algarrobo (*Prosopis chilensis*), el chañar (*Geoffroea decorticans*) y el uvillo (*Monttea chilensis*), entre otras.

La artificialización del medio ambiente como resultado de la actividad agrícola también ha afectado la biodiversidad a través de la introducción de especies invasoras cuya distribución en el país está muy relacionada con los patrones de uso del suelo. Arroyo et al. (2000) muestran que la densidad de caminos, la cantidad de suelo urbano y la cantidad de suelo agrícola explican el número de especies exóticas de plantas en Chile, por lo que los campos agrícolas facilitan la extensión de ciertas especies exóticas localmente. Arroyo (2001) señala que alrededor del 62 por ciento de las especies exóticas agrícolas encontradas en Chile continental y clasificadas como malezas se encuentran predominantemente en campos agrícolas y en otros hábitat perturbados, tales como caminos y viejos campos incorporados al paisaje manejado y natural.

El uso intensivo de fertilizantes, fungicidas y pesticidas para el control de plagas vegetales y animales no sólo ha afectado el suelo, sino que también ha implicado un importante efecto negativo sobre la calidad de los cuerpos de aguas superficiales producto de la contaminación con sustancias tóxicas. Lobos et al. (2004) hacen ver que la introducción de especies invasoras en la cuenca del río Maipo, que son más resistentes a las condiciones ambientales y de calidad de aguas, ha generado el desplazamiento y la reducción de la población de especies nativas de peces. Similar proceso de deterioro de la biodiversidad nativa en cuerpos de agua superficiales continentales se repite a lo largo de todo el país.

De este modo, se ha constatado que la contaminación producto del uso de dichas sustancias en la agricultura ha





La industria frutícola chilena actúa con mucha cautela frente a la liberación de frutales modificados genéticamente. Conocida en sus destinos como productora de especies naturales, una vinculación con los OGM (organismos genéticamente modificados) podría afectar esa imagen, especialmente en Europa. Fotos: Nicolás Piwonka.

significado la reducción en la población de especies y, en algunos casos, su desaparición en grandes extensiones consecuencia de la contaminación difusa proveniente de la agricultura.

Protección de la biodiversidad y mitigación de los impactos de la agricultura

Buenas Prácticas Agrícolas

Los Tratados de Libre Comercio con Europa, Estados Unidos, Corea y China han abierto la posibilidad para una expansión del sector exportador hortofrutícola, pero asimismo imponen la necesidad que los productores nacionales incorporen requerimientos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) dentro de los procesos de producción agrícola.[2]

Para Chile, la implementación de BPA se ha llegado a convertir en un elemento de importancia para el comercio con el resto del mundo, en especial con Europa. La creciente conciencia ambiental y la preocupación por la seguridad ambiental de los alimentos ha llevado a que los consumidores en los países europeos no sólo compren alimentos en función de su calidad, sino que tomando en cuenta también el impacto del proceso productivo sobre la salud humana y el medio ambiente (Figueroa et al. 1996).

Las buenas prácticas agrícolas involucran, entre otras medidas de manejo, la disminución del uso de pesticidas perniciosos para el ambiente, el empleo de prácticas de conservación de suelos y aguas, y el uso racional de fertilizantes, y pretenden lograr una agricultura más amigable con el ambiente natural y de menor riesgo para la salud humana.



La agricultura orgánica es una rama emergente de la actividad agrícola en el mundo, incluyendo Chile. De acuerdo a cifras entregadas por ProChile, existen en el país 3.128 hectáreas certificadas como orgánicas. Esta superficie se encuentra distribuida entre la IV y X Región. Foto: Nicolás Piwonka.

Actualmente se encuentran trabajando en Chile, principalmente con productores frutícolas exportadores, algunas empresas internacionales que certifican productos generados mediante BPA. Estas empresas aplican las especificaciones técnicas de BPA del comprador y entregan un certificado según el cumplimiento de estas. Del mismo modo, las asociaciones gremiales reunidas en la Federación de Productores de Fruta y la Asociación de Exportadores de Chile crearon un programa de buenas prácticas agrícolas, buscando armonizar las recomendaciones sobre BPA provenientes de Estados Unidos y Europa.

Cabe señalar que existe una Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas, instancia de coordinación público-privada, que asesora al Ministerio de Agricultura en la formulación de políticas destinadas a incorporar el concepto de BPA en los procesos productivos agropecuarios.

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una práctica agrícola que involucra una variada combinación de labores particulares, tecnológicas y ecológicas, pero donde se observan ciertos patrones de producción y tecnología que se adaptan al uso intensivo de mano de obra y tiempo, requiriendo de escaso uso de capital.

Según Altieri (1999), el manejo de la biodiversidad constituye uno de los principios básicos que utiliza la agroecología para diseñar sistemas de producción sustentable, otorgando mayor estabilidad a los agroecosistemas a través de sus diferentes componentes, como por ejemplo los organismos del suelo, que cumplen con formar la estructura del suelo, el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la supresión de enfermedades ocasionadas por agentes patógenos.

En la temporada 2003-2004 habían sido certificadas 25.790 ha como orgánicas, las cuales se encontraban concentradas en las regiones Metropolitana, VI, VIII y X (AAOCH, 2005). Los cultivos con mayor superficie certificada correspondían a frutales (2.311 ha), uva vinífera (1.914 ha), cultivos anuales (1.169 ha), hierbas medicinales y rosa mosqueta (358 ha). Además, existían 2.016 ha de praderas y 17.968 ha de superficie de recolección silvestre. Los principales rubros de exportación correspondían a fruta fresca (70 por ciento) y productos procesados (18 por ciento), los cuales eran principalmente exportados a Estados Unidos (50 por ciento) y Europa (40 por ciento).

Cabe mencionar que el Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ha estado trabajando en los últimos años en el establecimiento del Sistema Nacional de Certificación de la Agricultura Orgánica y en la elaboración de un proyecto de ley que regule y respalde la producción orgánica en el país. El sistema prevé la creación e implementación del Registro Nacional de la Agricultura Orgánica, para que certificadoras, laboratorios y proveedores puedan ser reconocidos oficialmente y, de esta manera, ser beneficiarios del

2 Cabe señalar que en Europa, la preocupación por el resguardo de la biodiversidad dentro de las políticas agrícolas derivó en la creación de una organización europea sin fines de lucro denominada Euro-Retail Produce Working Group (EUREP), la cual elaboró un documento con los lineamientos principales denominado Buenas Prácticas Agrícolas (Gálvez, 2003).

respaldo estatal. Esto facilitaría la homologación ante otros países que cuentan con sistemas de control de productos orgánicos como Estados Unidos, Japón o los países de la Unión Europea.

Uso de modelos agroforestales

Dentro de las prácticas agrícolas que ayudan a la conservación de la biodiversidad, últimamente ha destacado la aplicación de modelos agroforestales. Estos modelos consisten en sistemas que combinan masa arbórea con la agricultura y/o la ganadería en un mismo predio, con diferentes dimensiones de distribución espacial y temporal de cada una de esas actividades productivas. Ello se traduce en la producción de alimentos para los campesinos, forraje para los animales, productos derivados de la ganadería y ofrecidos en los mercados, y productos forestales (Vargas y Sotomayor, 2004).

La práctica del policultivo es una estrategia tradicional para promover la diversidad de la dieta y de las fuentes de ingresos, la estabilidad de la producción, la minimización de los riegos, la disminución del ataque de insectos y las enfermedades, el uso eficiente de la mano de obra, la intensificación de la producción con recursos limitados y la maximización de los ingresos con niveles bajos de tecnología. De este modo, los policultivos exhiben una cantidad de rasgos positivos, de estabilidad socioeconómica, elasticidad biológica y productividad.

La potencialidad de la aplicación de modelos agroforestales para la conservación de especies y plantas ha sido reconocida por las autoridades gubernamentales. De este modo, el Instituto Forestal (INFOR) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) se encuentran desarrollando desde el año 2002 un programa de "Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina", el cual diseña, implementa y transfiere modelos agroforestales hacia la agricultura campesina entre la IV y XI Región. Vargas y Sotomayor (2004) señalan que la aplicación de modelos agroforestales puede verse incentivada con el pago directo a los agricultores por la conservación de la biodiversidad o la certificación de productos que derivan del manejo agroforestal como amistosos hacia la diversidad biológica y la ecología, como ha ocurrido en otros países donde este modelo se ha implementado.

SILVICULTURA Y BIODIVERSIDAD

Desafíos de la silvicultura relacionados con la biodiversidad

Al igual que el sector agrícola y pecuario, el sector forestal del país respondió con gran dinamismo a las reformas económicas estructurales iniciadas en la segunda mitad de la década de los setenta. Las actividades forestales desarrolladas mayoritariamente a partir de las plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento se han consolidado como unas de las principales de la economía nacional. Así, las exportaciones del sector forestal, que alcanzaron a 3.402 millones de dólares[3] el año 2004, correspondieron al 10,6 por ciento del valor exportado total y se ubicaron en el tercer lugar del ranking de exportaciones.

Una ilustración de esto la provee el espectacular crecimiento de las plantaciones forestales del país, que pasaron de alrededor de 320 mil hectáreas a mediados de los años setenta, a 1,1 millón de hectáreas a comienzos de los noventa, y que actualmente cubren una superficie de 2,2 millones de hectáreas (equivalente al 13,5 por ciento de la superficie boscosa del país y al 2,8 por ciento del territorio nacional), localizadas principalmente entre la V y la X Región. Aproximadamente el 75 por ciento de esta superficie corresponde a pino insigne, el 18 por ciento a especies del género eucalipto y el resto a otras especies, como, atriplex, tamarugo, pino oregón, álamo y algarrobo.[4] Esta expansión sobre el hábitat ha tenido un importante rol en la destrucción y fragmentación de los ecosistemas.

Como lo señalan Figueroa et al. (1996), el dinamismo del sector forestal y de la expansión de las plantaciones forestales de las últimas décadas ha ocurrido, en alguna medida, a expensas del bosque nativo, debido a la sustitución de parte de su área por especies exóticas. Esta alteración de los ecosistemas naturales habría tenido efectos negativos sobre la diversidad de flora y fauna, las características hidrobiológicas de algunas cuencas y sobre otras funciones ecológicas. Las plantaciones forestales, al haberse desarrollado en muy alta proporción sobre áreas con suelos previamente erosionados, han tenido efectos positivos sobre el medio ambiente, recuperando cuencas productivas de agua, asegurando el suelo y disminuyendo los aportes de sedimentos a los cursos de agua.

Una fracción de la expansión de la superficie de plantaciones forestales con especies exóticas ha desplazado bosques naturales. Lara et al. (2003) señalan que la sustitución de bosques nativos por plantaciones de especies exóticas, pino y eucalipto, representa entre el 52 y 80 por ciento de las pérdidas de superficie de bosques entre 1994 y 1998, en las regiones X y VIII, respectivamente. Por otra parte, informaciones del Ministerio de Agricultura, CONAF e INFOR, Emanuelli (1996), Unda et al. (1997) estiman que la cifra global de sustitución para el período 1985-1994, alcanza un total de 140.000 ha. Esto es un promedio de 14.000 ha por año, equivalentes a menos del 15 por ciento de la plantación media realizada en el período (el total de plantaciones en ese mismo período fue de 964.153 ha).

Adicionalmente, las grandes plantaciones de álamo, pino o eucalipto que existen actualmente en la Región de Los Lagos proceden, en la mayoría de los casos, de las semillas de unos pocos individuos importados de sus países de origen e incluso pueden llegar a ser idénticos, al proceder de un mismo ejemplar clonado in vitro o propagado por estaca o patilla. Estos bosques, que pueden ser sumamente productivos bajo las actuales condiciones ambientales, son en cambio

3 En todos los casos en que se menciona el dólar, se trata de la divisa estadounidense.

4 La implementación del DFL 701/74 sobre Fomento Forestal, también jugó un papel relevante en la expansión de la superficie de plantaciones exóticas, a través de los incentivos a la forestación que en dicho cuerpo legal se establecen.



En un suelo erosionado como el de la foto —plantación de eucalipto en la VII Región— la lluvia escurrirá sobre él y lo erosionará aún más. Esta agua que escurre con fuerza formará surcos, zanjas o cárcavas, que pueden llegar hasta la misma roca que está bajo el suelo, arrastrando la capa arable y aumentando el grado de erosión; proceso que en casos extremos es irreversible con la consecuente pérdida de grandes superficies de suelo cultivable. Foto: Felipe Orrego.

muy homogéneos genéticamente y, por lo tanto, muy sensibles a cualquier pequeño cambio en el medio, tanto de origen climático como debido a la llegada de nuevas plagas y enfermedades.

Las plantaciones forestales tienen también un efecto beneficioso sobre la superficie de bosque nativo, que opera en el sentido contrario del efecto generado por la agricultura y la sustitución forestal. En efecto, como lo señala la OCDE (2005) en su informe respecto a Chile, la tala en plantaciones forestales ha crecido en un 180 por ciento desde 1990, lo cual ha aliviado la presión sobre los bosques nativos, cuya superficie se ha mantenido notablemente alta, en aproximadamente 13,4 millones de hectáreas desde ese período.

La expansión de la actividad silvícola también ha afectado a la biodiversidad a través de la reducción de la intercepción de las precipitaciones por el follaje y favorece, en los lugares descubiertos, una alta evaporación. Esto reduce la cantidad de agua que percola al subsuelo y que finalmente llega a los arroyos, ríos y napas freáticas que alimentan los pozos en zonas rurales y urbanas.[5] Aunque las coberturas boscosas son beneficiosas para la captación de agua, existen diferencias entre ellas. Los resultados de un estudio reciente confirman que la sustitución del bosque nativo por plantaciones exóticas disminuye el rendimiento hídrico de una cuenca (Oyarzún et al. 2005). En efecto, este estudio encontró que en dos años de monitoreo del balance entrada-salida de agua se produjo una diferencia significativa en los caudales totales entre una cuenca con cobertura de bosque nativo y otra con cobertura de plantaciones exóticas. Otra característica importante en el comportamiento hidrológico de ambas cuencas es que en la cuenca con plantaciones, los períodos con bajos caudales son más prolongados que en la cuenca con bosque nativo. La implicancia de lo anterior es que en la cuenca con bosque nativo las reservas de agua del suelo permanecen sin agotarse por un mayor lapso que en la cuenca con plantaciones. Asimismo, Huber e Iroumé (2001) comprobaron que en la zona centro-sur de Chile, las plantaciones exóticas interceptan menores cantidades de agua (aproximadamente un 15 por ciento) que el bosque nativo (aproximadamente 30 por ciento), y Oyarzún y Huber (1999) demostraron una disminución acelerada de las reservas de agua del suelo en plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, a medida que los árboles crecen. Se ha demostrado además, que las plantaciones exóticas de eucalipto pueden extraer agua del suelo hasta aproximadamente siete metros de profundidad, afectando las reservas profundas del suelo (Calder et al. 1997).

Finalmente, durante la última década ha habido en Chile un aumento considerable del interés por conocer los efectos de la fragmentación de los bosques nativos sobre la biodiversidad, lo que se ha reflejado en numerosos estudios en

5 Las plantaciones exóticas también han tenido efectos positivos en el aporte de agua en zonas donde previamente no existía vegetación.

diferentes partes del país (Bustamante y Grez, 2004). Estos estudios han mostrado que la fragmentación puede afectar negativa o positivamente a las distintas especies, o puede no afectar a otras.

Jamett (2001) estudió el impacto de la fragmentación del bosque nativo sobre la biodiversidad y, en particular, cómo esta transformación del paisaje podría afectar la disponibilidad de hábitat para los carnívoros nativos como la güiña (*Oncifelis guigna*) y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*). Se encontró que la güiña (o kod-kod) prefirió hábitat con coberturas arbustivas densas, distantes de caminos y cercanos a parches de bosque de gran extensión, restringiéndose prácticamente a este hábitat. En contraste, el zorro culpeo utilizó hábitat abiertos, cercanos a caminos, usando extensamente las plantaciones. De este modo se determinó que la única metapoblación viable de güiña en el largo plazo es la compuesta por el Parque Nacional Nahuelbuta y fragmentos aledaños. La metapoblación de este felino constituida por las Reservas Nacionales Los Queules y Los Ruiles podría mantenerse sólo en el corto y mediano plazo. No obstante, ambas metapoblaciones dependen de los fragmentos de bosque ubicados fuera de las áreas silvestres, los cuales se encuentran principalmente en manos de empresas forestales, por lo que la conservación futura de estas poblaciones dependería de la colaboración entre las empresas propietarias y la entidades públicas con responsabilidad en la biodiversidad, para hacer posible la permanencia de corredores de bosque nativo (Jamett, 2001).

Protección de la biodiversidad y mitigación de los impactos de la silvicultura

Certificación forestal

La certificación forestal es un instrumento de mercado cuyo objetivo es garantizar a los consumidores que el producto o servicio forestal que ellos compran proviene de bosques —plantados o nativos—, manejados con estándares de gestión predefinidos y determinados por cada sistema de certificación.

En Chile, la certificación forestal se implementó a partir de 1996 según la norma ISO 14001 y ha tenido un rápido auge (Lara, 2004). Desde 1999, varias empresas se certificaron con el Consejo de Administración Forestal (Forest Stewardship Council, FSC), y cuatro años después había en el país 13 empresas y 350.000 ha, especialmente plantaciones, certificadas FSC (Astorga y Rebolledo, 2004). A partir del año 2003, otras empresas se han venido certificando con el Sistema de Certificación Forestal Chileno (CERTFOR) que aplica el estándar nacional para el Manejo Forestal Sustentable (Astorga, 2004), y a fines de 2004 ya había 1,6 millón de hectáreas certificadas CERTFOR,[6] lo que representa casi el 60 por ciento de la superficie industrial de plantaciones del país. Según la OCDE (2005), más de la mitad de las plantaciones de árboles en Chile cuenta con alguno de estos tipos de certificación forestal. Respecto al bosque nativo, el avance de la certificación ha sido bastante más lento (Lara, 2004).

Acuerdo de Soluciones Conjuntas

El Acuerdo de Soluciones Conjuntas es un compromiso suscrito por dos de las mayores empresas forestales de Chile, Arauco y CMPC, al que se agrega Home Depot, y diez ONG, cinco chilenas y cinco norteamericanas, con el propósito de lograr avances sustantivos en la protección del bosque nativo por parte del sector silvícola.

El Acuerdo compromete a Arauco y CMPC a no sustituir bosque nativo por plantaciones, a conservar los bosques que tienen en sus territorios, así como a implementar prácticas ecológica y socialmente sustentables en sus plantaciones industriales. Además, las empresas deben hacer un estudio sobre el estado de conservación de los bosques nativos en sus territorios y trabajar en metas comúnmente acordadas.

El compromiso de no sustitución se encuentra incluido dentro del cumplimiento de la norma ISO 14001 y la certificación CERTFOR-Chile, sellos que ambas compañías han adoptado, y por tanto son objeto de supervisión a través de los sistemas de auditoria anual, donde también participen las ONG involucradas. En adición, el Acuerdo establece que las empresas no podrán adquirir tierras que hayan sido sustituidas, a partir de 1994 en el caso de CMPC, y de 2003, fecha de la firma del Acuerdo, en el caso de Arauco. Con ello se pretende que las dos mayores compradoras de tierra desincentiven a quienes pretendan sustituir, dado que las tierras sustituidas pierden valor en el mercado.

Asimismo, las empresas forestales deben evaluar el estado de conservación de unas 350.000 ha de bosque nativo que les pertenecen, proceso que ya ha sido iniciado. Pero adicionalmente las compañías han formulado nuevas políticas de conservación, tales como el monitoreo de sus tierras con bosques nativos en relación a la presencia de distintas especies y su estado de conservación.

Eco-Management Trading

El llamado Eco-Management Trading es un acuerdo entre Fundación Chile y Forest Ethics, cuyo objetivo es desarrollar proveedores y un canal para la comercialización de rollizos, además de la negociación de un contrato de abastecimiento de largo plazo con los propietarios para desarrollos industriales. Dentro de este marco, se busca lograr acuerdos con pequeños y medianos propietarios para el manejo de sus bosques nativos, velando por el cumplimiento de estándares

Página derecha: **En los últimos 15 a 20 años, entre la VII y la XII Región, se han establecido más de ochenta sitios de ensayo para evaluar un tratamiento sustentable de los bosques nativos, realizándose también decenas de investigaciones sobre la ecología de estos bosques. Estos esfuerzos han permitido el manejo de una silvicultura apropiada para miles de hectáreas de renovales y otros bosques nativos, así como el establecimiento de varios cientos de hectáreas de plantaciones con especies nativas en nuestro país.**
Foto: Nicolás Piwonka.

6 Dentro de los criterios de certificación del CERTFOR se incluye la prohibición de crear áreas de plantaciones exóticas dentro de tierras que contengan bosque nativo y/o vegetación de alto valor ambiental.



ambientales y sociales. Los productos generados bajo esta iniciativa llevarán el sello de Forest Ethics, ONG de reconocido prestigio internacional que se viene a integrar directamente a la gestión ambiental de esta iniciativa.

El Eco-Management Trading reconoce que la conservación del bosque nativo en áreas donde hay competencia por el uso del suelo es más efectiva si se valoriza integralmente el uso sustentable del recurso que si se apuesta por opciones de no uso. Para ello se ha elaborado una cartera de proyectos productivos sustentables que se hacen cargo integralmente del estado y recuperación del recurso. Forest Ethics ayudará a Fundación Chile para promover comercialmente los productos de esta cartera en los mercados internacionales, ya que provendrán de bosques manejados ambientalmente. Con ello se busca viabilizar directamente la conservación del bosque chileno.

Las empresas que deseen adherir productivamente al Eco-Management Trading deberán adoptar políticas de abastecimiento de madera certificada o proveniente de una empresa que creará Fundación Chile para implementar gestión forestal sustentable entre pequeños y medianos propietarios de bosque nativo.

PESCA Y BIODIVERSIDAD

Desafíos del sector pesquero relacionados con la biodiversidad

El sector pesquero —que incluye la pesca extractiva y la industria asociada al procesamiento de los productos del mar—, ha sido también un subsector muy dinámico del sector exportador chileno durante los últimos 20 años. En efecto, durante los años sesenta, las exportaciones pesqueras representaban cerca del 6 por ciento del total exportado, cifra que se eleva a mediados de los noventa a 11,7 por ciento, para llegar al 8,4 por ciento el año 2004.

La dinámica del sector pesquero exportador tiene su correlato histórico en el desenvolvimiento de las capturas pesqueras totales del país, las que crecen de 1,4 millones de toneladas en 1976, a 4,9 millones de toneladas en 1985, para alcanzar un máximo de 8 millones de toneladas en 1994, y posteriormente disminuir a 6 millones de toneladas el año 2004. Los significativos aumentos de las capturas registrados hasta mediados de los años noventa y los altos volúmenes capturados durante la última década y hasta el presente han ejercido, sin lugar a duda, una fuerte presión sobre los recursos pesqueros y la biodiversidad marina, en general. Más aún, muchos interpretan las caídas en las capturas de algunas pesquerías durante los últimos años como un signo inequívoco de los efectos que la presión sobre la biodiversidad marina está produciendo en ella.

La sobreexplotación de los recursos pesqueros ha significado un impacto importante en los niveles de biomasa de las principales especies marinas del país, con reducciones hasta niveles críticos, que hacen no sustentable la actividad pesquera para algunas especies, tales como la sardina española en el norte del país.

La producción y las exportaciones pesqueras se han visto afectadas por los descensos en las capturas pesqueras totales verificados durante la última década, después que las capturas totales alcanzaran en 1994 el punto crítico de 8 millones de toneladas antes mencionado. Este descenso en la producción ha sido causado mayormente por la crisis enfrentada por las pesquerías pelágicas del jurel y la anchoveta debido a la sobreexplotación de estos recursos, lo cual ha influido en las cuotas globales de captura establecidas por la Subsecretaría de Pesca (Calfucura y Figueroa, 2005).

Calfucura y Figueroa (2005) analizan información sobre la biomasa de las distintas especies marinas en la costa de Chile y hacen notar que la biomasa de la anchoveta, el jurel y la sardina española en la zona norte ha disminuido notoriamente durante las últimas dos décadas. Así, mientras la biomasa de sardina española superaba las 12 millones de toneladas en el año 1982, hacia el año 2001 no excedía las 500 mil toneladas, lo que refleja el virtual colapso de dicha pesquería. Del mismo modo, la anchoveta en la zona norte experimentó un aumento de su biomasa hasta 25 millones de toneladas en el año 1993 para caer a menos de 4 millones de toneladas en el año 2000. Finalmente, la pesquería del jurel, que fue el sostén de la industria de harina de pescado durante los años noventa, muestra una evolución de su biomasa similar a la presentada por la anchoveta, alcanzando un máximo de casi 23 millones de toneladas en el año 1990 para luego descender sistemáticamente durante esa década hasta alrededor de los 10 millones de toneladas que exhibió en el año 2002.

En el caso de las pesquerías demersales, estas enfrentan problemas de explotación de menor intensidad que las pesquerías pelágicas, pero no por ello menos importantes. En este grupo de especies, se cuenta con información reciente sobre la biomasa de merluza común y austral, congrio dorado y bacalao de profundidad. En términos generales, se ha observado una disminución de la biomasa en todas estas especies demersales. La merluza común había registrado un crecimiento sostenido de su biomasa estimada hasta el año 2002, pero entre los años 2002 y 2004 sufrió una seria crisis que redujo su biomasa de 2,7 millones de toneladas a 1,1 millones de toneladas.[7] La merluza austral ha registrado una caída de casi el 50 por ciento en su biomasa en el período 1986-2001, observándose una recuperación entre los años 1995 y 1997, para posteriormente estabilizarse en torno a las 350mil toneladas.[8] Por su parte, el congrio dorado vio disminuir su biomasa desde alrededor de 80 mil toneladas a

7 Según el estudio FIP (2004e), las causas que han llevado al stock de merluza común a su actual estado son inciertas. El solo efecto de la pesca no explicaría la situación actual del recurso, ya que debieron haberse explotado 1 millón de toneladas adicionales a la cuota de pesca en los años 2003 y 2004. Esta fuente de mortalidad desconocida durante 2002-2004 coincide con la extensa y abundante presencia de jibia en la zona centro sur de Chile. Otra hipótesis alternativa pasa por suponer que la biomasa existente haya sido sistemáticamente sobreestimada durante la última década.

8 La cuota de merluza común en el año 2005 fue de alrededor de 30 mil toneladas, lo que permite afirmar que actualmente el stock de biomasa se encuentra en estado sustentable, con riesgo moderado de entrar en sobrepesca por reclutamiento, pero fuera de riesgo de colapso.

mediados de los años ochenta hasta cerca de 30 mil toneladas en el año 1995, cifra que se mantuvo con oscilaciones hasta alcanzar alrededor de las 45 mil toneladas el año 2003 (IFOP, 2004). Al mismo tiempo, para el bacalao de profundidad también se registra un deterioro en el nivel de su biomasa, con una pérdida de cerca del 40 por ciento en la década de los noventa.

Otro de los factores que afecta la biodiversidad marina es la creciente pesca por parte de flotas extranjeras. Entre las especies explotadas por Chile que se ven más amenazadas por la depredación de buques extranjeros subsidiados se encuentran aquellas altamente migratorias, como el pez espada, y las transzonales, como el jurel.

El pez espada es una especie que se encuentra protegida en Chile a través de ciertas regulaciones técnicas y de acceso. En el año 2001, la Unión Europea presentó un reclamo contra Chile en la Organización Mundial de Comercio (OMC) porque Chile violaba el artículo V del GATT que establece el libre tránsito de las mercancías en los territorios de los miembros de la Organización, al poner trabas a la utilización de los puertos chilenos para el desembarque de capturas de pez espada por parte de la flota española. Dado que el pez espada es una especie altamente migratoria, los esfuerzos realizados por Chile dentro de su mar territorial para lograr una explotación sustentable del recurso se veían invalidados por las capturas de barcos españoles más allá de las 200 millas de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) chilena. Cabe señalar que la flota española era subsidiada por España y la Comunidad Europea y sin estos subsidios habría sido muy difícil que desarrollara esta actividad pesquera frente a las costas chilenas. Este caso, que llevó a un acuerdo provisional que establece la cooperación bilateral y suspendió los litigios presentados ante el Tribunal Internacional del Mar y la OMC, pone de manifiesto, sin embargo, que la presencia de flotas subsidiadas en aguas compartidas impide el acceso equitativo para todos los países, en particular para los países ribereños, e incentiva la sobreexplotación de los recursos marinos (DIRECON et al. 2003).

Según Araneda et al. (2005), la presión sobre los recursos marinos por la pesca de flotas extranjeras ha sido producto del agotamiento de los recursos marinos en los países de origen de estas flotas, el avance tecnológico y especialmente la política de subsidios a la pesca. En general, en la medida que las oportunidades de pesca han decaído en las ZEE de algunos países y las regulaciones domésticas a la pesca han aumentado, restringiendo la capacidad de pesca local, los subsidios han servido para que sus flotas puedan acceder a pesquerías de altura de especies oceánicas más allá de sus propias, agotadas y restringidas ZEE o, incluso, a otras ZEE. Esto ha hecho surgir las preocupaciones de países costeros como Chile que observan el incremento de operaciones pesqueras fuera de su ZEE por parte de flotas foráneas, que ponen en riesgo la sustentabilidad de especies oceánicas altamente migratorias que son manejadas eficientemente a nivel local pero que fuera de



La pesca industrial representa más del 70 por ciento de los productos pesqueros del país. Su captura se destina a las industrias de harina de pescado, conservera y de congelados. Uno de los principales problemas derivados del desarrollo de esta industria en Chile ha sido la sobreexplotación de los recursos pesqueros, que ha significado un impacto importante en los niveles de biomasa de las principales especies. Entre las especies comerciales más demandadas se encuentran la anchoveta, la sardina española, el jurel y la merluza; y entre los mariscos, el ostión, la cholga, el chorito y las almejas. Foto: Andrés Morya.

la ZEE quedan a merced de estas flotas de pesca de altura que cuentan con subsidios de sus países. Sin embargo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y otras organizaciones conservacionistas reportan en un informe sobre la pesca de altura que no existiría evidencia de que flotas de arrastre de consideración se encuentren pescando especies de profundidad fuera de la ZEE chilena (Gianni, 2004).

La biodiversidad también se ve afectada por la actividad pesquera a través de la influencia de las artes de pesca. Los armadores pesqueros utilizan distintas tecnologías, prácticas y artes de pesca, las cuales pueden afectar de manera importante y negativa a la conservación de especies ligadas a los ecosistemas marinos. Dentro de este contexto se ha destacado tres casos relevantes: el impacto de la pesca de arrastre sobre las especies del fondo marino, la mortalidad de aves marinas en las pesquerías que utilizan palagre y el uso de carne de delfín como carnada para la pesca.

Los crustáceos langostino colorado *(Pleuroncodes monodo*n), langostino amarillo *(Cervimunida johni*) y camarón nailon *(Heterocarpus reed*i), constituyen recursos pesqueros demersales que son capturados por la flota pesquera que opera desde la II a la VIII Región. El arte de pesca empleado para la captura de estos crustáceos, consiste en una red de arrastre de fondo. Debido a que este arte de pesca no es selectivo, además de la especie objetivo se captura otras especies, las que en su conjunto conforman la 'fauna acompañante' o '*by-catch*' (Acuña et al. 2005). La baja especificidad y poca selectividad de este arte de pesca lleva a la depredación de especies de fondo de alto endemismo y, por lo tanto, con alto potencial biológico.

Otro problema de gran importancia respecto a la conservación de la biodiversidad y la influencia de las artes de pesca es el impacto de la industria del palangre sobre las aves marinas. Por ejemplo, Moreno y Arata (2005) señalan que es posible que la pérdida de cerca del 25 por ciento de la población de albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*) entre 1980 y 1999 en la zona de la isla Gonzalo del archipiélago Diego Ramírez se deba al desarrollo de las pesquerías de palangre para el bacalao de profundidad. Esto, debido a que estas aves pueden llegar a engancharse en los anzuelos en temporadas de reproducción, dado que en dicha época las aves están más agresivas y las zonas de pesca están más próximas a sus hábitat. El funcionamiento de los buques en el proceso de pesca también puede influir, por ejemplo, a través del empleo —o no— de dispositivos espantapájaros, y de la cantidad de peso utilizada en los espineles para acelerar el hundimiento de los anzuelos durante el proceso de lance.

Aguayo-Lobo (1999) estudia los problemas de conservación de cetáceos en Chile, donde existe una gran diversidad de especies de este orden, con 38 de las 81 especies reconocidas en todo el mundo. Dentro de estas especies, aquellas que presentan mayores problemas de conservación son 16: ballena franca del sur (*Eubalaena australis*), rorcual gigante del sur (*Balaenoptera musculus intermedia*), rorcual de Bryde (*Balaenoptera edeni*), rorcual pequeño del sur o 'minke' (*Balaenoptera bonaerenses*), rorcual jorobado del sur (*Megaptera novaeangliae australis*), cachalote (*Physeter catodon*), orca (*Orcinus orca*), delfín de Peale o austral (*Lagenorhynchus australis*), delfín gris (*Grampus griseus*), delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), delfín chileno (*Cephalorhynchus eutropia*), tunina overa o de Magallanes (*Cephalorhynchus commersonü*), delfín liso o tunina sin aleta (*Lissodelphis peronü*), delfín gris (*Grampus griseus*), tursión o tunina de las islas (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*) y marsopa espinosa o chancho marino (*Phocoena spinipinnis*). Los problemas de conservación son resultado de la competencia entre las especies de cetáceos, focas, lobos marinos y nutrias por una parte, y el hombre, por otra, sobre diversas poblaciones de crustáceos, moluscos y peces de las comunidades del bentos, plancton y necton de importancia económica.[9] Las principales causas de la mortalidad de estas especies son amallamiento de los especímenes, el atrape en redes y otro tipo de capturas accidentales.

Protección de la biodiversidad y mitigación de los impactos del sector pesca

Esfuerzos multilaterales para la supresión de los subsidios pesqueros

Hasta la fecha, Chile ha insistido —en conjunto con otros países— ante la OMC para que se establezca una prohibición general de los subsidios a la pesca, en un esquema en el que el resto de los subsidios puede ser recurrible en la medida que un tercer país se sienta perjudicado por su aplicación. Además, el país debe persistir en su propuesta que no haya subsidios permitidos o 'verdes', ya que los programas que se crean con la intención de disminuir el esfuerzo pesquero tiene potencialmente la capacidad de finalmente terminar aumentándolo en la práctica (Araneda et al. 2005).

Áreas Marinas y Costeras Protegidas

En Chile ya se han dado experiencias previas en la implementación de Áreas Marinas y Costeras Protegidas (AMCP) con objetivos científicos y de conservación. Navarrete (2002) analiza la experiencia de la Reserva Marina de Las Cruces como un espacio de investigación y conservación de la biota marina. El autor concluye que en esta reserva marina las poblaciones previamente explotadas se recuperan en forma rápida y duradera, en tamaño y biomasa. Asimismo, el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) tiene la tuición de tres AMCP: Reserva Genética Putemún, Reserva Genética Pullinque y Reserva Marina Rinconada.[10]

El Plan de Conservación de la Biodiversidad ha priorizado tres zonas que conformarían las primeras áreas costeras marinas y costeras protegidas en Chile: Punta Morro-Río

9 Otra causa de mortalidad incidental o por accidente son los trabajos realizados en las prospecciones petroleras, que provocan explosiones subacuáticas, dando como resultado el varamiento de cetáceos en el golfo de Nassau, al sur de isla Navarino.

10 Las áreas marinas protegidas administradas por SERNAPESCA constituyen medidas de administración pesquera amparadas bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura, destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también a aquellas asociadas a su hábitat.

Copiapó (III Región), Bahía Mansa (X Región) y Francisco Coloane (XII Región). El objetivo de esta iniciativa es resguardar valiosos ecosistemas costeros que se encuentran a lo largo del territorio nacional, permitiendo a la vez el desarrollo de la investigación científica y las actividades sustentables, entre las que destaca el turismo de naturaleza. En el AMCP Punta Morro-Río Copiapó existe una gran diversidad de animales asociados a praderas de algas, tales como locos (*Concholepas concholepas*), lapas (*Megathura crenulata*) y erizos (*Loxechinus albus*). En la zona se localiza la Isla Grande, en cuyo perímetro se ha registrado la presencia de colonias de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), mientras que en la desembocadura del río Copiapó existe un humedal donde descansa una gran variedad de especies de aves migratorias. El AMCP Bahía Mansa está inserta en la región del bosque lluvioso valdiviano, y en ella se encuentran especies únicas en el planeta, como el choro zapato (*Choromytilus chorus*) y también se cobijan varias especies de mamíferos marinos, como delfines (*Lagenorhynchus* sp. *y Delphinus* sp.), chungungo (*Lontra felina*), y numerosas especies de aves marinas. El AMCP del Parque Marino Francisco Coloane se encuentra ubicada en pleno estrecho de Magallanes y es el centro de alimentación más importante para la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*) en el Océano Pacífico, y con ella conviven una rica biodiversidad vegetal y animal, como colonias de lobos marinos y pingüinos, y una gran variedad de aves marinas.

Régimen Bentónico de Extracción

El Régimen Bentónico de Extracción, que establece las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), corresponde a uno de los nuevos regímenes que establece la Ley General de Pesca y Acuicultura, y se aplica exclusivamente a los pescadores artesanales. El régimen consiste en el establecimiento de una cuota global anual de extracción, y la asignación de cuotas individuales fijas no transferibles de extracción. Hasta ahora, el loco (*Concholepas concholepas*) es la única pesquería en que se ha empleado este sistema de regulación.

Cuando en 1993 la pesquería del loco fue declarada "completamente explotada" se le aplicó este régimen de extracción. De esta manera, la industria del loco fue dividida en 12 unidades de industria donde cada una tenía una cuota anual regional. Posteriormente estas cuotas anuales fueron subdivididas por el número total de asociados de las organizaciones pertinentes, y entregadas bajo una licencia autorizada. Los reportes de biomasa del IFOP señalan que esta medida parece haber sido efectiva en detener la reducción de la biomasa del recurso loco (FIP, 2002). Una evaluación económica del funcionamiento de las áreas de manejo ha encontrado que en estas ha habido un aumento importante de las utilidades asociadas a la explotación del recurso entre los años 2001 y 2003, aun cuando sólo fue capturado alrededor del 70 por ciento de la cuota asignada en esos años (Montoya, 2004).



Actualmente, la pesca de arrastre de fondo en aguas profundas de alta mar se encuentra virtualmente desregulada y los acuerdos regionales de pesca —exceptuando la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos— no han adoptado las medidas necesarias para regularla; con resultados devastadores para los extraordinarios ecosistemas y la biodiversidad de las aguas profundas.
Foto: Juan Pablo Lira.

Cuotas individuales y transferibles de pesca

El sistema de cuotas individuales y transferibles de pesca ha sido una de las mayores innovaciones en materia de administración de los recursos pesqueros en las últimas tres décadas. Durante la década de los noventa este instrumento fue implementado sobre pesquerías bajo regímenes de desarrollo incipiente y recuperación para los recursos langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), en un esfuerzo por mejorar el estado de conservación de dichos recursos (Calfucura y Jiles, 1994). En el año 2003, la Subsecretaría de Pesca implementó, a través de una ley transitoria, un sistema de Cuotas Individuales y Transferibles de Pesca (CIT) en las principales pesquerías pelágicas y demersales del país, con el objeto de evitar el colapso biológico y económico de dichas unidades pesqueras (Peña-Torres et al. 2004).

La implementación del sistema CIT para la casi totalidad de las pesquerías pelágicas y demersales no ha podido ser evaluada de manera fidedigna hasta la fecha dada la reciente data de aplicación de esta regulación. No obstante, estudios de biomasa para pesquerías más pequeñas sujetas con anterioridad a CIT muestran que la biomasa tiende a recuperarse después de su implementación (Calfucura y Figueroa, 2005).[11]

Medidas de mitigación en las pesquerías de palangre

El problema de conservación de la especie albatros de ceja negra (*Thalassarche melanophris*) fue abordado en Chile a través de dos proyectos generados por el Consejo de Investigación Pesquera. El primero tuvo como objeto realizar un diagnóstico de la mortalidad incidental de aves en la pesquería del bacalao de profundidad y el segundo concordar con las empresas que pescan con palangre un plan de acción preliminar, el cual ha sido aplicado desde el año 2004 (Moreno y Arata, 2005). Este último proyecto busca reducir la mortalidad en un 90 por ciento respecto a los valores iniciales dentro de un período de tres años, y resultó además

11 El proyecto FIP 2004-11 constata una importante recuperación de la biomasa de las especies langostino amarillo y langostino colorado entre el período 1999 y 2004.



Barco pesquero de arrastre de fondo, utilizado principalmente como camaronero y langostinero frente a la playa grande de Caldera.
Foto: Alejandro Pérez Matus.



La acuicultura impacta en el medio ambiente a través de tres procesos: el consumo de recursos naturales, el proceso de transformación y la asimilación o generación del producto final. Para lograr sus objetivos la acuicultura requiere de un amplio espectro de insumos distribuidos en una vasta zona geográfica, los cuales, a través de diversas transformaciones, producen inevitablemente una concentración de desechos en un lugar determinado. La investigación científica y la innovación tecnológica para mitigar estos últimos son clave para el desarrollo sustentable de esta industria. Foto: Nicolás Piwonka.

en la aplicación de medidas de mitigación en toda pesquería en que se detecte una mortalidad de aves marinas superior a 0,05 aves/1.000 anzuelos calados. La más efectiva medida de mitigación dentro del proyecto fue el despliegue de las líneas espantapájaros, protección aérea que permite que los espineles se hundan a una profundidad que disminuye la probabilidad de que los albatros puedan alcanzarlos, en conjunto con el calado a menor velocidad.

Los resultados de la implementación del Plan de Acción han sido positivos durante su primer año de operación, lográndose una reducción superior al 30 por ciento en la mortalidad de albatros de ceja negra. No obstante, todavía persiste el problema de eliminar la mortalidad residual, para lo que se necesita mejorar las tasas de hundimiento de manera tal que sea estándar e independiente de la posición del buque respecto del viento, lo que aparece como una limitación del uso de las líneas espantapájaros en la flota chilena.

ACUICULTURA Y BIODIVERSIDAD

Desafíos de la acuicultura relacionados con la biodiversidad

En las últimas dos décadas, la acuicultura del país ha experimentado un crecimiento extraordinario. La base de este crecimiento ha sido el desarrollo comercial de cultivos de salmones y truchas, que produjeron sus primeras exportaciones en 1981, y que han levantado una industria de salmonicultura que hoy genera un alto porcentaje de la producción total de la acuicultura del país. Además, se ha incrementado la producción y exportación de algunas especies tradicionalmente cultivadas en el país como el chorito (*Mytilus chilensis*) y el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*), y se ha producido la introducción exitosa del pez plano turbot (*Scophthalmus maximus*), de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) y del abalón rojo (*Haliotis rufescens*), especies que también contribuyen a las exportaciones (Neira y Díaz, 2005). También, algunos moluscos introducidos se cultivan en forma productiva, como el abalón rojo de California (*Haliotis rufescens*) y la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*). Las cifras globales de producción pueden aumentar a futuro a partir de especies ya introducidas que se encuentran en evaluación y pueden transformarse en cultivos productivos a futuro, entre las que se cuentan el catfish (*Ictalurus punctatus*), el halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), el hirame (*Paralichthys olivaceus*), y esturiones, abalones, camarones, langostas, algas, entre otras. Así, en el país se acumulan sobre 30 especies acuáticas introducidas para su desarrollo en cultivos, de las cuales el salmón es la más importante (Infante y Neira, 2002).

El volumen de la producción acuícola ha aumentado un 825 por ciento desde 1990, convirtiendo a Chile en el segundo mayor productor y exportador de salmónidos del mundo, después de Noruega (OCDE, 2005). En efecto, sólo en los



Uno de los productos más relevantes utilizados en el cultivo de peces, son los diferentes fármacos requeridos para combatir enfermedades. Estos fármacos comprenden gran variedad de productos tales como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios, como el verde malaquita. Hoy día se reconoce que los antibióticos pueden estar presente a cientos de metros de los sistemas de cultivo, permanecer en el ambiente por más de dos semanas luego de ser suministrados, y encontrarse en organismos que consumieron restos de alimentos con residuos de antibióticos. Foto: Nicolás Piwonka.

últimos quince años, el valor de las exportaciones de salmón y trucha del país se multiplicó en más de doce veces, al aumentar de 114 millones de dólares en 1990 a 1.399 millones de dólares en 2004; las proyecciones sitúan el valor de las exportaciones acuícolas para el año 2010 por sobre los 2 mil millones de dólares (Ríos, 2004).

La acuicultura impacta el medio ambiente y, por lo mismo, la biodiversidad, a través de tres mecanismos: el consumo de recursos, el proceso de transformación y la generación del producto final.

La cantidad de incidentes de escape de salmones de sus jaulas ha resultado en algunas temporadas tan elevada (1994, por ejemplo), que los pescadores han solicitado al gobierno que permita la pesca del salmón fuera de las áreas de concesión. Sin embargo, los estudios llevados a cabo por especialistas han mostrado que los peces escapados no forman *stocks* duraderos en el ecosistema marino (Soto et al. 2001). El salmón que escapa de los estanques podría amenazar a las especies nativas porque compite por alimento y por lugares para vivir. No obstante, la mayoría de los salmones escapados en el lago Llanquihue permanecen comiendo alrededor de las balsas y la interacción con las abundancias de peces pelágicos hace que las merluzas y jureles se alimenten de los salmones escapados de menor tamaño (Aquanoticias, 2002).[12] Otro problema de los escapes es que los ejemplares salidos de los centros de cultivo pueden ser portadores de enfermedades que contagien a las poblaciones silvestres de peces. Asimismo, los individuos escapados pueden cruzarse con salmones asilvestrados,[13] reduciendo así el potencial genético de esas poblaciones asilvestradas por la introducción de alelos provenientes de poblaciones adaptadas a condiciones de cautiverio y cultivo.

Las prácticas de cultivo de peces suponen un considerable nivel de estrés para estos como resultado de la gran población que crece en un espacio limitado y la presencia humana en los centro de cultivo. Esto hace que los peces se vuelvan más vulnerables a enfermedades, producto de la modificación de sus mecanismos fisiológicos. Por ello, en los centros de cultivo se debe suministrar antibióticos a los peces, directamente al pez o a través de los alimentos, para enfrentar las patologías anteriormente señaladas, lo cual indirectamente afecta la calidad de las aguas y del ecosistema acuático y la biodiversidad relacionada con este. Por otra parte, según Ríos (2004), el uso de antibióticos en la acuicultura de Chile sobrepasa ampliamente las cantidades utilizadas en otros países con importante industria acuícola.

Parte del alimento utilizado en los cultivos de salmones, junto con la materia fecal, se acumula en las aguas debajo

12 Nótese que esta constatación empírica se refiere solamente a un estudio en un área geográfica particular y, por lo tanto, debe tenerse cuidado en derivar cualquier generalización a partir de ella.

13 Recuérdese que en Chile todas las poblaciones de salmónidos fueron introducidas en algún momento, y cuando se habla de poblaciones silvestres —o asilvestradas— se hace referencia simplemente a aquellas que se constituyeron a partir de introducciones ocurridas hace varias décadas.

de las jaulas en el mar y en los lagos, y agota el oxígeno necesario para la supervivencia de la biodiversidad marina y lacustre que habita en los fondos. El desarrollo de la acuicultura de salmónidos requiere de agua dulce para iniciar el cultivo, incubando las ovas hasta producir peces juveniles correspondientes a una fase denominada *esmolt*. Estas reservas de aguas continentales, que se ubican en el sur de Chile, se caracterizan por su alta calidad, su profundidad, y son especialmente oligotróficas, con aguas cristalinas. Por ejemplo, en el lago Llanquihue, donde se produce casi el 80 por ciento de los *esmolt* de salmones, la contribución anual de fósforo es de 40 toneladas, lo que representa el 13 por ciento del total que entra al lago. Esto ha ayudado a que la cantidad de nutrientes en el lago se haya duplicado en los últimos 10 años. Similares efectos son observados en otros lagos, como por ejemplo el Ranco. La existencia de mecanismos de resiliencia ha permitido a los lagos del sur de Chile mantener su condición oligotrófica que, sin embargo, podría llegar a perderse en el futuro.

Una preocupación que ha surgido en el último tiempo, relacionada con la acuicultura, se refiere a que esta actividad podría generar una demanda creciente de harina y aceite de pescado, ya que estos dos componentes forman parte relevante de la dieta de los cultivos acuícolas. Por ejemplo, en el caso de los peces, la harina y el aceite de pescado pueden conformar hasta el 60 por ciento en peso del alimento utilizado en los cultivos acuícolas. Un aumento del cultivo de salmones podría acentuar la explotación excesiva de las pesquerías. En equivalente de peso fresco, se requiere de 3 a 5 kg de pescado para producir 1 kg de salmón. En la actualidad, la salmonicultura demanda un tercio de la producción nacional de harina de pescado y las proyecciones indican que la acuicultura podría consumir la totalidad de la harina de pescado producida en Chile al año 2010 (Ríos, 2004).

En Chile, los peces de agua dulce constituyen un grupo pequeño de especies, que alimentaria y ornamentalmente son poco atractivos desde el punto de vista humano. Sin embargo, esta fauna tiene una gran importancia biológica debido a que la mayoría de dichas especies son endémicas (Pérez et al. 2004). Además, la mayoría de ellas son consideradas como vulnerables o en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).[14] Según Campos et al. (1998), al menos cinco especies clasificadas como vulnerables o en peligro de extinción lo son por la acción de especies no nativas. Neira y Díaz (2005) señalan que es muy posible que esto ocurra con el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la X Región, por el inminente peligro de escapes y colonización de ambientes límnicos. Debe señalarse que es imposible eliminar totalmente la posibilidad de escapes de peces desde las instalaciones de acuicultura y por ello siempre existe la posibilidad que en algún momento estos organismos invadan aguas continentales. Por otra parte, desde fines del siglo XIX se ha realizado una sistemática introducción de especies salmonídeas a los ríos y lagos del país, con lo que algunas de las especies —trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), y trucha

14 Casos graves son los del tollo de agua dulce (*Diplomystes chilensis*) y del siluriforme (*Nematogenys inermes*), especie esta última que pertenece a un género monotípico y primitivo.



Del total del alimento suministrado para la producción de salmones, cerca de un 25 por ciento de los nutrientes son efectivamente asimilados por éstos, mientras que un 75 por ciento queda en el ambiente de una forma u otra. Una parte importante de estos desechos va al fondo y otro porcentaje queda en la columna de agua. En la foto, centro de cultivo en Isla Grande de Chiloé. Foto: Nicolás Piwonka.

café (*Salmo trutta*)— ya tienen un estatus de "asilvestradas". Se atribuye a estas especies una cuota de responsabilidad por la desaparición de la fauna endémica de los ríos.

Protección de la biodiversidad y mitigación de los impactos de la acuicultura

Aplicación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente exige a los proyectos de acuicultura que alcanzan cierto tamaño que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Hacia fines de 2003, 1.338 proyectos de acuicultura habían presentado la documentación del SEIA. De estos, 853 fueron aprobados, 90 rechazados y 38 retirados por el solicitante, mientras que 357 aún se están analizando (OCDE, 2005).

Acuerdos de Producción Limpia

Cuarenta y ocho productores de salmón han firmado un Acuerdo de Producción Limpia (APL) (OCDE, 2005). Debido a que el crecimiento del sector se ha orientado principalmente hacia las exportaciones, se observan avances en la responsabilidad ambiental de las empresas, en particular entre los cultivos y empresas de mayor tamaño. Se ha suscrito acuerdos de producción limpia con grandes productores de salmón (el año 2002) y de ostiones en el norte (el año 2003), y se prepara un acuerdo para los productores de salmón en pequeña escala. EL APL firmado entre el Gobierno y las principales empresas del sector acuícola busca avanzar en el logro de una mayor eficiencia productiva, prevenir la contaminación en la fuente y facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, que regula el tratamiento y disposición final de los residuos industriales sólidos y líquidos, en las plantas de proceso y centros de cultivo del sector salmonero. El APL tiende a regularizar procedimientos para equilibrar el nivel de compromiso de las diferentes empresas; homogeneizar los requerimientos voluntarios con respecto al cumplimiento de los parámetros que son relevantes para las empresas del sector; apoyar al sector salmonero para cumplir con la normativa vigente; establecer mecanismos de control, seguimiento y evaluación del cumplimiento del APL, y promover el uso de tecnologías limpias.

Iniciativas privadas

El sector privado de la acuicultura, y especialmente la industria del salmón, han desarrollado una serie de iniciativas durante la última década. Dentro de ellas, destaca el proceso de certificación ambiental llevado a cabo por las grandes empresas cultivadoras de salmones a través del cumplimiento de los estándares de certificación ISO 14001. Dicho proceso de certificación permitió la elaboración de un Código de Buenas Prácticas Ambientales, que incluye criterios de sustentabilidad para todas las etapas del cultivo del salmón (OCDE, 2005)

En adición, el Sistema Integrado de Gestión (SIGES) es un mecanismo creado por la industria del salmón que facilita la observancia de todas las normas y resoluciones nacionales aplicables, entre otras, al medio ambiente, a través de los procesos que cumplen con las regulaciones y compromisos voluntarios, permitiendo incorporar sistemas y estándares de calidad, gestión ambiental y seguridad ocupacional de amplio reconocimiento nacional o internacional. La fase piloto involucró a casi la mitad de la producción total de la industria (Ríos, 2004).

Iniciativas públicas

En los últimos años han existido una serie de iniciativas públicas tendientes a entregar mejores herramientas al sector de la acuicultura para la conservación de la biodiversidad. SERNAPESCA está revisando tres programas sanitarios generales (manejo de enfermedades, manejo de la alimentación y vacunación) para implantar la presentación obligatoria de informes en el caso del uso de antibióticos en la salmonicultura.

El Sistema de Verificación del Cumplimiento de Resoluciones de Calificación Ambiental y el Registro de Consultores Ambientales fue un instrumento creado por las principales autoridades ambientales de la X Región en conjunto con la industria salmonera, a través de SalmonChile, y que permite llevar a cabo un seguimiento de sus proyectos mediante auditorías que debe realizar el Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL), y cuyos resultados son informados a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) para que su Comité Operativo de Fiscalización acredite que el funcionamiento de los proyectos satisface las exigencias ambientales.

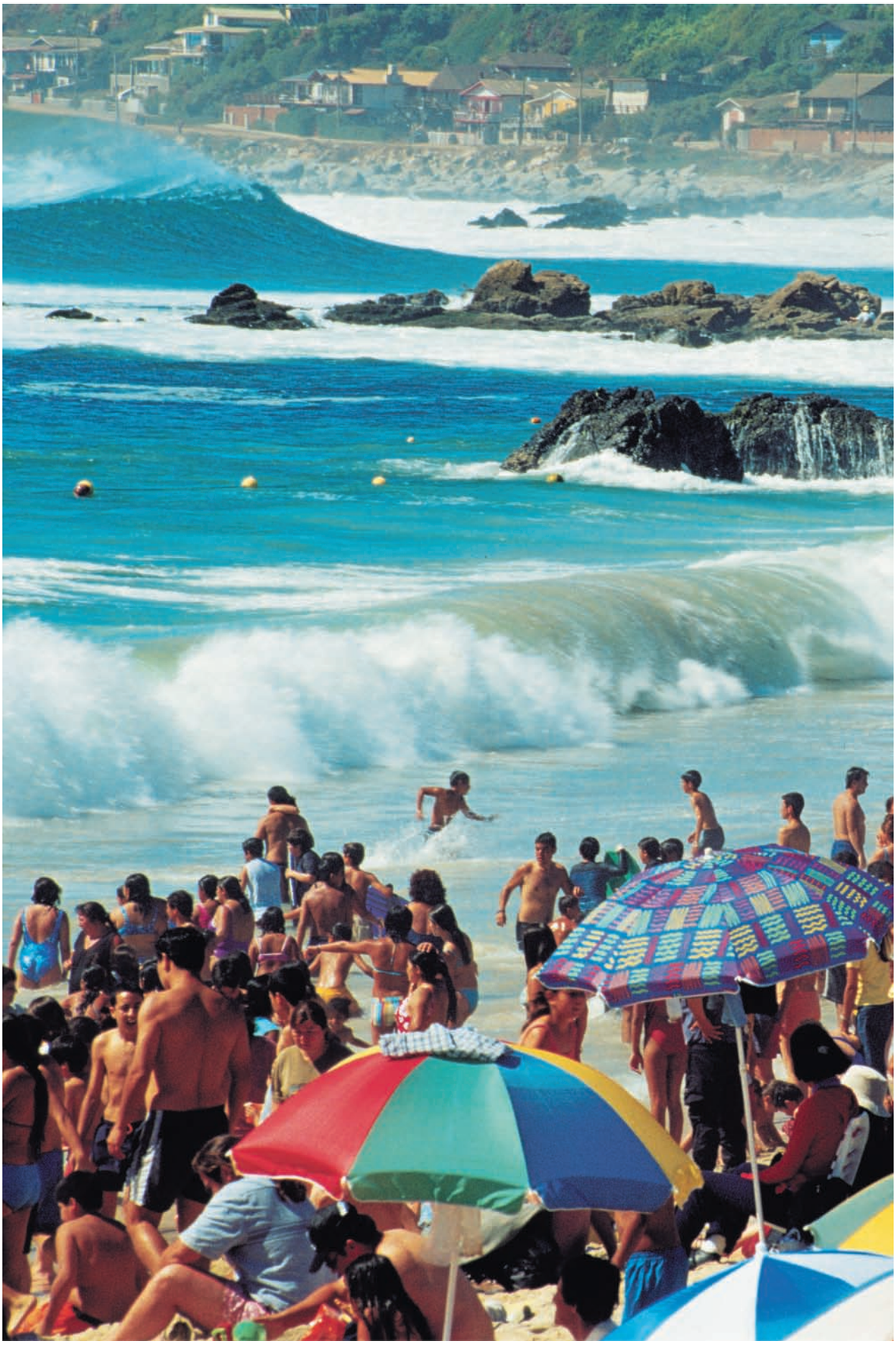
El Reglamento Ambiental para la Acuicultura, aplicable desde 2001, es un instrumento de gestión elaborado por la Subsecretaría de Pesca, que establece directrices para el control de los problemas ambientales, en especial de depósito de sedimentos y escape de especies en el sector acuícola. El reglamento ha sido enfocado principalmente a lograr una producción acorde con las capacidades de los cuerpos de agua, usando, entre otros parámetros, la condición aeróbica y la calidad de los sedimentos como indicadores ambientales de los sitios de cultivo (Sandoval, 2004). Por otra parte, los centros de cultivo deben disponer de sistemas de prevención y planes de contingencia asociados para impedir los escapes de ejemplares y mitigar sus efectos (recuperación de los escapados).

TURISMO Y BIODIVERSIDAD

Desafíos del sector turismo relacionados con la biodiversidad

El turismo ha sido un sector muy dinámico durante la última década en Chile. En la actualidad, más de 1,7 millones de turistas extranjeros visitan Chile cada año y la cifra presenta un aumento continuo (OCDE, 2005). El turismo generó 1.396 millones de dólares en el año 2004 y ocupó directamente a 200 mil personas en el país (SERNATUR-INE, 2005; SERNATUR, 2005).

Página derecha: **Debido a las bondades del clima y a la proximidad con los grandes centros urbanos, en el litoral central de nuestro país se han desarrollado los principales y más concurridos balnearios de Chile, que desde principios de siglo reciben a los turistas; en un comienzo, sólo familias del sector; luego de las ciudades aledañas y hoy visitantes de todo el mundo.** Foto: Francisco Pereda.







El ecoturismo es una modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en visitar áreas naturales con el fin de disfrutar y estudiar los atractivos naturales —paisaje, flora y fauna silvestres—, y apreciar sus manifestaciones culturales, a través de un proceso que promueve la conservación. Esta modalidad propicia una participación activa y socioeconómicamente benéfica de las poblaciones locales. Parque Nacional Huerquehue. Fotos: Renato Srepel.

Los turistas extranjeros han mostrado una tendencia creciente a visitar Parques Nacionales y Reservas Naturales, lo que indica un cambio hacia un tipo de turismo más ecológico (Figueroa et al. 2003). En efecto, mientras que el año 1992 sólo 8,7 por ciento de los turistas extranjeros que ingresaron al país visitaron los parques y reservas nacionales, el año 2004 lo hizo el 30 por ciento. Esto coincide con la tendencia mundial de gran crecimiento de las llamadas "nuevas" formas de turismo, evidenciada durante las últimas décadas. Entre estas formas de turismo destacan el turismo cultural y el turismo de naturaleza como especialmente relevantes para el caso de Chile, por ofrecer importantes posibilidades de desarrollo económico para el país, sin los impactos negativos del turismo masivo sobre la biodiversidad, el medio ambiente y las culturas locales (Figueroa y Álvarez, 2002; Figueroa et al. 2003b).

Hoy día, este tipo de turismo es la forma menos costosa en inversiones y la más descentralizada para estimular un desarrollo económico ligado a la conservación y al enriquecimiento de la cultura y de la naturaleza, y de sus diversidades. Es extremadamente fácil, natural y directo para las poblaciones locales entender que si deterioran sus diversidades y su identidad, destruyen su principal recurso para el desarrollo (di Castri, 2003). Los *recursos* requeridos, para este tipo de turismo son las diversidades biológicas y culturales, el *patrimonio* derivado de la evolución biológica y de aquella cultural con las interacciones recíprocas que son representadas particularmente por los *paisajes culturales*, y las identidades. Este turismo consiste en el *marketing* (racional y sustentable) de estas diversidades. Es, por lo tanto, el sector económico más ligado a la biodiversidad; es el aspecto profesional y aplicado de la ecología.

El significativo aumento del turismo en las últimas décadas ha implicado un crecimiento paralelo de lo que se denomina turismo "masivo", el que es a menudo caricaturizado como el turismo de "sol, arena, mar y sexo" (llamado en inglés turismo "de las cuatro eses" por *sun*, *sand*, *sea* and *sex*). Algunos argumentan que el cliente del turismo masivo es un consumidor voraz de lugares y culturas, transformándolas en extravagancias tipo Disney, donde la escasez de autenticidad cultural es promovida activamente.

Como señala di Castri (2003), el turismo masivo a menudo termina en un ciclo económico autodestructivo: el deterioro gradual del atractivo de los destinos turísticos resulta en una caída progresiva de los precios, hasta llegar a generar retornos negativos a la inversión. Penosamente, esta tendencia lleva invariablemente a reducir la diversidad de los paisajes, las especies, las culturas y las identidades.

El turismo de masas que va a áreas urbanas o vacacionales a menudo se considera que tiene impactos negativos limitados en la biodiversidad, en especial donde ya existe infraestructura en los puntos de destino. Pero todas las formas de turismo de masas dependen hasta cierto punto de procesos ambientales y de funciones ecosistémicas. El turismo de masas puede producir un impacto significativo debido al exceso de demanda de recursos —sobre todo agua y combustible de aviación—, a la contaminación —en especial cuando va unido a una gestión inadecuada de residuos—, y a la construcción.

Adicionalmente, el turismo puede tener un impacto negativo sobre la biodiversidad a través de la incorporación de especies exóticas, algo que ya ha sido constatado con el problema de plagas que afectan los bosques y plantaciones forestales (Arroyo, 2001). Esto se traduce en la aparición de numerosas especies de insectos invasoras que dañan los bosques por carecer de un control biológico natural. Sin duda, el caso más desastroso ha sido la introducción de la polilla del brote (*Rhyacionia buoliana*), insecto volador que ataca las plantaciones de pino insigne.

Por otra parte, el turismo basado en la naturaleza atrae a turistas hacia ecosistemas frágiles y, por tanto, tiene el potencial de inflingir daño significativo debido a la degradación de hábitat y a la alteración de la vida silvestre. El impacto de cantidades cada vez mayores de visitantes sobre el comportamiento de la vida silvestre no se ha investigado bien, pero la evidencia de que se dispone es causa de preocupación.

Suele suponerse que el turismo consumista, como la caza y la pesca deportivas, tiene implicaciones negativas para la biodiversidad como consecuencia de la utilización excesiva



La calidad de la pesca deportiva con mosca en nuestro país se considera extraordinaria, pero ha decaído en algunas zonas a causa de los severos impactos ambientales producto de diversas intervenciones humanas. La introducción de especies exóticas ha causado también un fuerte y muy poco documentado impacto sobre los peces nativos. A pesar de la evidente degradación de muchas pesquerías fluviales, Chile aún tiene un enorme potencial para desarrollarse como uno de los destinos favoritos de pescadores internacionales, como ya lo han hecho Nueva Zelanda y Argentina. Foto: Nicolás Piwonka.

de las especies buscadas e impactos secundarios en especies no buscadas. De hecho, este turismo, si se gestiona bien, se monitorea de forma adecuada y se basa en la comprensión de la dinámica poblacional y los principios de utilización sostenible, puede generar fondos significativos y proveer incentivos para la conservación de hábitat y especies.

En Chile, la actividad turística (camping, pesca deportiva, hotelería, ecoturismo, etc.) está estrechamente asociada a la existencia de bosques nativos. De este modo, la política forestal nacional tiene un impacto directo sobre las actividades económicas relacionadas con turismo.

Según cifras del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), en el año 2001, el ecoturismo fue demandado por 85 por ciento de los turistas que visitaron Chile y su tasa de crecimiento anual se estima en un 30 por ciento, a diferencia de otras formas de turismo que crecen al 7 por ciento. En el año 2004, casi 1 millón 380 mil turistas visitaron el país, y las proyecciones estiman un flujo de 3 millones de turistas extranjeros, e ingresos de entre 1.700 millones de dólares y 2.000 millones de dólares al año, para las próximas décadas.

La importancia creciente del ecoturismo, turismo de contacto con la naturaleza, o turismo verde, queda demostrada por el aumento de casi un 100 por ciento en el número de visitantes a las Áreas Silvestres Protegidas del Estado, entre 1990 y 2004. Dicho aumento es mucho mayor para el caso de los turistas extranjeros, ya que su número se multiplicó casi 5,8 veces en el mismo período. Así, en el año 2004 el número de visitantes a las áreas silvestres del país alcanzó a casi 1,38 millones de personas, de los cuales casi 535 mil fueron extranjeros (SERNATUR, 2005).

La importancia económica del uso de los Parques Nacionales fue objeto de un estudio realizado por iniciativa de CONAF, orientado a estimar el valor económico asociado a la actividad recreativa de seis áreas protegidas: Radal Siete Tazas, Parque Nacional Conguillío, Parque Nacional Puyehue, Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Parque Nacional Torres del Paine y la Reserva Nacional Río Clarillo (Cancino, 2001). Usando el método de costo de viaje y de valoración contingente se obtuvieron estimaciones significativas de valores económicos de la recreación. Así, el valor asociado al Parque Nacional Conguillío fue estimado en 400 millones de pesos al año utilizando el método de costo de viaje, y en 450 millones de pesos anuales al emplear el método de valoración contingente.[15]

Protección de la biodiversidad y mitigación de los impactos del sector turismo

Entre las distintas formas de turismo alternativo, el turismo verde (o ecológico) se define como un viaje relacionado con la experimentación y el aprendizaje acerca de los

15 Para un exposición general sobre esta metodología en el contexto de la evaluación de daños ambientales, véase Figueroa et al. (2002).

ambientes naturales, los ecosistemas, la biodiversidad y los objetos inanimados en sus hábitat y entornos naturales. El punto central es que los visitantes interesados en el turismo verde tienen como una de sus motivaciones principales el deseo de aprender y experimentar la naturaleza en su estado prístino, lo menos intervenida posible por los seres humanos. El turismo verde sería menos perjudicial que el turismo masivo para la naturaleza, en general, y la biodiversidad, en particular.

Lamentablemente, como lo señala la OCDE (2005), las políticas gubernamentales en Chile no reconocen adecuadamente el valor de la naturaleza como un activo vital para la industria turística, ni aprovechan el potencial del turismo al máximo para así contribuir al financiamiento del manejo de la naturaleza.

Experiencias de co-manejo con comunidades locales y nativas

Es interesante analizar, tal como lo han hecho Figueroa y Álvarez (2002), el turismo verde y el turismo cultural en el contexto de los grupos nativos de Chile, tales como mapuche, pehuenche, atacameños (likan antai) y aymara. Todos ellos constituyen grupos étnicos específicos, cada uno con su particular "forma de vida" o cultura propia. Cada una de estas culturas es una atracción potencial para el turismo cultural y verde en las próximas décadas.[16]

Es común que estas comunidades originarias vivan en áreas naturales de gran belleza, generalmente con escasa intervención de otra gente. Estas áreas están dotadas también con abundante biodiversidad, muchas veces con especies endémicas de flora y fauna, y tienen lugares adecuados para el turismo verde. De hecho, muchos grupos nativos chilenos cuentan con las ventajas necesarias, culturales y naturales, para cosechar en el futuro cercano, los beneficios que el turismo verde y cultural les ofrecen. Por ejemplo, en el sur del país, numerosas comunidades mapuche están localizadas en áreas ricas en bosques, aguas termales, ríos, lagos y montañas, y producen artesanía y productos textiles adecuados para la atracción de turistas. Algunos de estas comunidades están ya realizando pequeños proyectos turísticos en las áreas de Liñique Alto y el lago Budi en la IX Región (Figueroa et al. 2003b).

El informe de la OCDE (2005) señala a la Reserva Nacional Los Flamencos (73.986 ha), en el Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, como un ejemplo exitoso de compatibilidad entre los intereses de protección de la biodiversidad y el desarrollo local de comunidades nativas. En este caso, la CONAF y las comunidades del grupo indígena atacameño formaron una sociedad de turismo ecológico y étnico en el año 2000, con el apoyo de la Municipalidad de San Pedro de Atacama y de empresas mineras, para administrar una parte del Parque y proteger la naturaleza y los yacimientos arqueológicos. Las comunidades cobran una tarifa por el acceso e invierten los ingresos en actividades de conservación de la naturaleza y el patrimonio, y de desarrollo social.

Conviene mencionar, sin embargo, que las oportunidades que ofrecen el turismo verde y el turismo cultural no están, obviamente, restringidas sólo a los grupos nativos en los países en desarrollo y, particularmente, en Chile. En efecto, existen grupos que no siendo indígenas o nativos, también cuentan con elementos de biodiversidad y/o culturales únicos y atrayentes para la actividad del turismo de calidad (Figueroa y otros, 2003b).[17]

No obstante, hay que considerar que una de las principales dificultades a las que se siguen enfrentando las comunidades locales para poner en marcha iniciativas de turismo cultural o ecológico es la escasa capacidad financiera para ejecutar inversiones (WWF, 2003). Por ello, resulta fundamental la asociación con privados para mejorar la infraestructura y abordar de manera efectiva la comercialización de los servicios de turismo de calidad. Adicionalmente, medidas de incentivo tributario podrían ser efectivas en el fomento y sustentabilidad del turismo que protege el medio ambiente.

Importancia de las tecnologías de información

Las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), ampliamente disponibles hoy gracias al desarrollo en las últimas décadas de la llamada 'sociedad de la información', pueden ser muy útiles para permitir y facilitar el desarrollo del turismo verde y el turismo cultural en Chile en el futuro. En efecto, las TIC proporcionan una manera de conectar a las personas dentro de una comunidad determinada, así como también a personas de diferentes comunidades, las cuales están a menudo geográfica y económicamente aisladas. Así, las TIC pueden constituir un medio para que las comunidades nativas adviertan las oportunidades y los problemas que enfrentan en el manejo de sus recursos y la necesidad de organizarse a sí mismas para obtener el control de estos recursos.

Las TIC pueden ser una herramienta eficaz para que las comunidades monitoreen sus recursos de biodiversidad y los manejen de manera sustentable a medida que se desarrollan y expanden las actividades turísticas. Además, las TIC pueden permitir a las comunidades obtener el control de sus recursos de manera de superar las limitaciones que enfrentan debido a que muchos de ellos, como la biodiversidad, el bosque nativo, los cursos de aguas, etc., no cuentan con derechos de propiedad bien definidos y, por tanto, están sujetos a fallas de mercado y posibles sobreexplotaciones y usos no sustentables (Figueroa y Álvarez, 2002).

16 Otro grupo étnico de interés importante para el turismo cultural y verde es la comunidad rapa nui de Isla de Pascua, donde ya existe una gran actividad turística.

17 En el año 2003, Francesco di Castri y Eugenio Figueroa pudieron comprobar que en la IV y V Región existe gran interés de microempresarios por desarrollar actividades turísticas a partir las tradiciones agrícolas y rurales de las distintas zonas. Algunos de estos microempresarios ya han empezado a desarrollar de manera incipiente actividades turísticas y visualizan las grandes proyecciones que ellas podrían alcanzar a futuro (Figueroa et al. 2003).

La limitación principal para la utilización de TIC en comunidades nativas es su carencia del capital humano requerido y las habilidades mínimas para usar estas tecnologías. Sin embargo, al menos en ciertas comunidades en algunos países en desarrollo, el recurso humano crucial existe. Tal es el caso, por ejemplo, en las comunidades mapuche, aymara y rapa nui en Chile. Al menos, existe evidencia que varios pequeños operadores turísticos nativos de la Isla de Pascua usan TIC e internet para vender sus servicios alrededor del mundo (Figueroa et al. 2003b).

Convenios de desarrollo ecológico para la industria del turismo

Desde la década de 1990, la CONAF ha supervisado el programa Parques Nacionales para el Ecoturismo, que en la actualidad se traduce en 62 convenios con empresas privadas de turismo que operan en áreas protegidas. En los últimos años, el énfasis del programa se orientó hacia la promoción del desarrollo turístico cerca de las áreas de protección de vida silvestre. Sigue habiendo numerosas oportunidades para incrementar el papel de las áreas protegidas en el tipo de desarrollo turístico que podría beneficiar la protección de la naturaleza. Por ejemplo, las tarifas que se cobra por el ingreso a las áreas protegidas, que no superan los dos o tres dólares, se podrían elevar y utilizar estos montos para programas de conservación y para mejorar la experiencia de los turistas (como construir centros para visitantes).

MINERÍA Y BIODIVERSIDAD

Desafíos del sector minero relacionados con la biodiversidad

La minería en Chile es uno de los sectores más importantes dentro de la economía nacional. Tiene una participación que alcanza a cerca del 40 por ciento de las exportaciones anuales del país, representa más del 30 por ciento de la inversión extranjera materializada desde 1990 a la fecha y aporta entre 8 por ciento y 10 por ciento del Producto Interno Bruto nacional (Banco Central, 2004).



La importancia creciente del ecoturismo, que es el turismo de contacto con la naturaleza, se aprecia en el aumento en los últimos años del número de visitantes a las áreas protegidas como el Parque Nacional Torres del Paine. Dicho incremento es mucho mayor en el caso de los turistas extranjeros, que desean conocer la naturaleza en su estado prístino. Foto: Nicolás Piwonka.

Por otra parte, Chile es el mayor productor de cobre del mundo y su producción minera ha aumentado en un 265 por ciento desde 1990 (OCDE, 2005).

Los impactos de la minería sobre el medio ambiente son especialmente importantes a nivel local, con excepción de la contaminación atmosférica creada por las fundiciones de cobre, que representa en Chile el impacto ambiental más serio del sector minería (Lagos, 1997). En efecto, las emisiones de las fundiciones de Caletones, Ventanas y Chagres son sindicadas como responsables de contaminación que afecta a ciudades y actividades agrícolas de las regiones V, VI y Metropolitana (Figueroa et al. 1999).

El proceso minero genera polvo y materiales contaminantes de roca sólida, que resultan en contaminación del aire y de las aguas. A esto se suma la contaminación por emisión de polvo y distintas partículas desde los hornos de fundición y las actividades anexas a ellos. Los principales elementos contaminantes son azufre, arsénico y el material particulado (Figueroa et al. 1999).

La contaminación de aguas por los desechos de los procesos productivos mineros en un problema serio. El proceso de molienda y concentración del mineral implica la generación de relaves que constituyen hasta más del 98 por ciento del total del material extraído. Los contaminantes asociados a estos desechos son predominantemente azufre, arsénico y metales pesados. Todavía algunos de estos contaminantes llegan sin ser tratados a los ríos, acuíferos y aguas subterráneas alterando las características físico-químicas de las aguas (Figueroa et al. 1999). En la pequeña minería del oro, de características artesanales, el manejo inadecuado de los efluentes resultantes del proceso de amalgamación a menudo genera la contaminación de suelos y cursos de aguas por mercurio (Sánchez y Enríquez, 1999).

En adición, la actividad minera impacta también sobre la conservación de la biodiversidad a través de tres aspectos del proceso productivo minero: i) la sobreexplotación de recursos hídricos que puede afectar los ecosistemas ligados a cursos y masas de aguas, humedales entre ellos, ii) la contaminación de las aguas por descargas de residuos y finalmente, iii) el impacto sobre el paisaje.

El desarrollo minero ha alcanzado zonas recónditas, muchas de ellas ecosistemas frágiles con un patrimonio biológico apenas conocido por la ciencia. Compete al Estado definir asuntos de ordenamiento territorial y zonificación sobre la base del conocimiento de las restricciones y potencialidades de las diferentes áreas (Lagos et al. 2001).

La explotación de nuevos yacimientos en áreas protegidas no parece constituir un problema, al menos en la presente década, ya que no han habido descubrimientos importantes en dichas zonas, si bien existen en ellas concesiones mineras y de exploración (Lagos et al. 2001).

La minería presiona por la extracción del agua en los humedales de la zona norte de Chile, incluidos dos sitios Ramsar que no son administrados por CONAF, tales como el salar de Surire —declarado Reserva Natural— y el salar del Huasco. Uno de los mayores impactos ambientales potenciales asociado a los grandes proyectos mineros es la alteración significativa de los humedales y acuíferos, desde los cuales obtienen agua para sus procesos productivos. Pese a los resguardos y dada la fragilidad de ambas fuentes, algunos de estos ecosistemas han comenzado a mostrar signos de los efectos de muchos años de extracción de agua. Lo anterior se ve agravado porque estas fuentes de aguas han sido el sustento histórico de la vida para diferentes culturas locales, tales como las etnias aymara, atacameña y quechua.

La competencia por el uso de los recursos hídricos parece ser el problema más importante originado por el sector minero que enfrenta la conservación de la biodiversidad. Un ejemplo de esto es la instalación de un proyecto minero en la III Región, que extraerá agua para la producción y transporte del mineral, lo que podría afectar la biodiversidad del área, ya que se trata de una zona de recarga de los cuerpos de agua que posibilitan la existencia de dos parques nacionales: Nevado Tres Cruces y Laguna del Negro Francisco (Romero et al. 2003).

En la II Región, los impactos mineros sobre la biodiversidad también estarían asociados al uso del agua (Lagos et al. 2001). En efecto, la cuenca del río Loa sería muy importante ya que es el origen y sustento de ecosistemas que mantienen flora y fauna, además de soportar a los oasis y vegas del área. Adicionalmente, la zona de la puna representa uno de los ecosistemas andinos más frágiles e inhóspitos.

La incorporación de nuevos humedales al sistema de áreas protegidas, sumado a la conservación del agua como fuente de vida de los humedales y sus ecosistemas, podría acarrear conflictos con la actividad minera, dependiendo de la amplitud de esas políticas por parte del Estado.

Protección de la biodiversidad y mitigación de impactos en la minería

Aun cuando el desarrollo de la preocupación ambiental por parte de la minería chilena no tiene más de un par de décadas —sus comienzos pueden situarse al inicio de los años ochenta (García, 1999)—, este sector ha jugado un papel clave en este tema en el país. Hasta aquellos años, las compañías mineras nacionales y extranjeras no estaban obligadas a internalizar los costos ambientales que sus operaciones mineras ocasionaban a la sociedad. Sin embargo, ya desde el año 1988, las empresas de la gran minería comienzan a someterse de forma voluntaria a la calificación ambiental de sus proyectos y empiezan a desarrollar políticas ambientales, lo que se traduce en un compromiso de cuidado con el medio ambiente y la preservación de la naturaleza (Sougarett, 2003).

Página derecha: **En Chile, la preocupación ambiental por parte de la industria minera está siendo asumida cada vez con mayor claridad. Los mercados externos sujetos a normativas medioambientales internacionales —junto a las presiones de las comunidades locales y de grupos ecologistas—, le exigen a ésta el desarrollo de estudios acabados de impacto ambiental y la incorporación de tecnologías limpias o menos contaminantes en todos los procesos mineros.** Foto: Nicolás Piwonka.





Los impactos ambientales de la minería pueden llegar a ser particularmente importantes a nivel local. Actualmente la industria minera se encuentra capacitada para asumir nuevos desafíos en el marco de su responsabilidad social empresarial. En este contexto, ampliar su campo de acción a la gestión ambiental, de modo de incluir el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales, es un objetivo a considerar como parte consustancial de su actividad. Foto: Nicolás Piwonka.

Acuerdos de producción limpia

En el año 2000, se firmó un Acuerdo Marco de Producción Limpia entre organismos del sector público con competencia en materia de minería y medio ambiente y el Consejo Minero para el establecimiento de compromisos voluntarios de mejoramiento de la productividad y competitividad del sector, la aplicación de prácticas de prevención de la contaminación y producción limpia en áreas de interés mutuo, apoyando además la articulación de los distintos organismos públicos y fiscalizadores en materias de regulación sanitaria y ambiental. Si bien al final no se llegó a ninguna propuesta de compromisos voluntarios, se obtuvo una serie de productos para una mejor gestión ambiental de la gran minería, tales como una "Guía metodológica sobre drenaje ácido en la industria minera", una "Guía metodológica para el cierre de faenas mineras", un "Diagnóstico sobre el nivel de eficiencia del uso de la energía en las empresas del Consejo Minero A.G.", un "Catastro sobre uso del agua en minería" y un "Manual de mejores prácticas en el uso eficiente del recurso hídrico", entre otros.

Responsabilidad social y conservación de la biodiversidad

Uno de los factores que ha jugado un papel clave en la aproximación de la minería a la protección y conservación de la biodiversidad han sido las políticas de responsabilidad social o corporativa de las empresas del sector minero. En Chile, las grandes empresas han realizado importantes esfuerzos para el desarrollo de investigación e inversión en acciones de preservación de especies que han tenido un significativo impacto en la conservación de la biodiversidad en el país. Entre estas acciones se puede detallar las siguientes:

- Creación de un área de conservación y uso sustentable en Altos de Cantillana, Región Metropolitana (Minera Anglo American S.A.).
- Recuperación y transplante de bofedales a una quebrada aledaña producto de la intervención por emplazamiento de depósitos de mineral estéril y de baja ley, I Región (Minera Doña Inés de Collahuasi).
- Programa de reforestación de especie de queñoa (*Polylepis tarapacana*), I Región (Minera Doña Inés de Collahuasi).
- Estudio de Línea de Base Ambiental sobre el Salar del Huasco, I Región (Minera Doña Inés de Collahuasi).
- Rescate y rehabilitación de aves rapaces en la localidad de Peñaflor y el loro tricahue en el río Clarillo, Región Metropolitana (CODEFF y SAG).
- Proyecto de incubación y alimentación artificial de polluelos de flamencos, II Región (Minera Escondida S.A.).
- Proyecto sobre ecología del zorro culpeo en la cuenca del Salar de Punta Negra, II Región (Minera Escondida S.A.).
- Declaración de áreas de protección Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí, IV Región (Minera Los Pelambres S.A.).
- Censos de flamencos en los salares de Pichincha y Alconcha, como participación voluntaria en el programa de protección de humedales altoandinos de la CONAF, I Región (Minera Quebrada Blanca S.A.).
- Estudio de flora y fauna del área de la cuenca Negrillar, II Región (Minera Zaldívar S.A.).
- Estudio seguimiento flora y fauna y limnología en el salar de Ascotán, II Región (Minera El Abra S.A.).
- Protección de humedal y especies de aves en Hacienda Loncha de CODELCO – División El Teniente, en la Región Metropolitana.

Destaca también el aporte realizado por Minera Los Pelambres en la zona de Los Vilos, donde esta empresa colabora con pescadores artesanales mediante la provisión de recursos para la gestión de un área marina de 600 ha, en la que la comunidad está recuperando especies marinas que fueron sobreexplotadas, tales como el loco (*Concholepas concholepas*), lapa (*Fisurella latimarginati*), erizo de mar (*Loxechinus albus*), y otras especies comerciales. Cabe destacar que de los ocho sitios Ramsar para la protección de humedales que existen en Chile, Minera Los Pelambres mantiene y administra el Santuario de la Naturaleza Laguna de Conchalí.

La Minera Escondida, también en el norte de Chile, ha implementado el proyecto "Incubación, alimentación artificial y reinserción de flamencos", el cual es el resultado de la colaboración de esta empresa con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y CONAF para recuperar y conservar el ecosistema del salar Punta Negra, y para proteger el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*).

Finalmente, cabe destacar la iniciativa de Hacienda Loncha implementada por CODELCO División El Teniente. La Hacienda tiene una extensión de 23.000 ha y se localiza en la comuna de Alhué, Región Metropolitana. La extensión

considera más de 5.000 ha entregadas en comodato a CONAF y que actualmente forma parte del SNASPE, donde se sembraron palmas chilenas, en un esfuerzo por recuperar esta especie endémica, y existen otras especies endémicas de flora, como el hualo (*Nothofagus glauca)*, y el belloto del sur (*Beilschmiedia berteroana)*, esta última especie en peligro de extinción.[18]

Posteriormente, en el año 2002 y a partir del proyecto de la Hacienda Ecológica Los Cobres de Loncha, se pudo sectorizar el territorio en diferentes zonas de manejo. En la zona de conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural, se desarrollan actividades de recuperación de flora y fauna nativa y de un humedal. En este último ecosistema se está protegiendo una colonia de garza cuca (*Ardea cocoi*), considerada una especie rara en Chile (Figueroa, 2004). En el área de recreación, ecoturismo y educación ambiental, se construyó una granja agroecológica y una laguna artificial, abastecida con aguas claras del tranque Carén. En la zona de uso especial se ubica el tranque de relaves y sus áreas de crecimiento. Finalmente, en la zona de conectividad o corredor biológico se relacionan áreas protegidas, facilitando la migración de especies, el flujo de recursos genéticos y la mantención de la biodiversidad.

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Las empresas mineras tienen que incorporar las variables relacionadas con biodiversidad en la evaluación ambiental de sus proyectos, como parte del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que tiene Chile. Cualquier proyecto que se desarrolle a futuro deberá incorporar las variables de protección de la diversidad biológica.

Dentro del SEIA, se establece que los proyectos de desarrollo minero con un volumen de extracción superior a 5.000 toneladas al año deben presentar un estudio de impacto ambiental, y en la medida que se generen efectos sobre el medio ambiente, dichos proyectos deberán implementar un plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación, que describirá las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos.

EL SEIA considera especialmente el impacto de los proyectos de desarrollo minero sobre humedales y cuerpos de aguas subterráneos. Se señala que se tomará especial consideración con el drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las regiones I y II (hoy regiones XV, I y II), cualquiera sea su superficie, y que se deberá señalar las medidas adecuadas para la preservación de acuíferos que alimenten vegas y bofedales.

18 Al año siguiente, el área fue declarada Reserva Nacional, integrada desde entonces al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Bibliografía

AAOCH. 2005. Presentación de la Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile. http://www.agrupacionorganica.cl

Acuña, E., Villarroel, J.C., Andrade, M. y A. Cortés. 2005. Fauna acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: Implicancias y Desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. En E. Figueroa (ed.), *Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas; ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 395-425.

Agroeconómico. 2005. Biotecnología agrícola: una revolución en ciernes, n. 70. http://www.agroeconomico.cl/

Aguayo-Lobo. 1999. Los cetáceos y sus perspectivas de conservación. *Estudios Oceanológicos*, 18, pp. 35-43.

Altieri, M. 1999. Los mitos de la biotecnología agrícola: algunas consideraciones éticas. *Revista Red, Gestión de Recursos Naturales,* 14, enero-marzo, pp, 62-67.

Arancibia, H. y S. Neira. 2003. Simulación de cambios en la biomasa de los principales recursos pesqueros de Chile central (V–IX región) bajo el marco de la Ley de Pesca 19.713 y sus posteriores modificaciones. Oceana.

Araneda, V., Figueroa, E. y S. Valdés. 2005. La Administración de los recursos marinos y las negociaciones multilaterales: el caso de los subsidios pesqueros. En E. Figueroa (ed.), *Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas; ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 283-352.

Aquanoticias. 2002. Escape de salmones: Abre debate acerca de potencial pesquería. 1/10/2002. http://www.aqua.cl/ver_noticias.php?doc=1375

Arroyo, M.K., Marticorena, C., Matthei, O., y L. Caviares. 2000. Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions. En H.A. Mooney y R Hobbs (eds.), Invasive Species in a Changing World. Island Press, Washington, DC. pp. 385-421.

Arroyo, M.K. 2001. Bioseguridad en Chile, biodiversidad y estudio de casos de especies exóticas: modelos actuales, predicciones futuras y recomendaciones generales.

Astorga, L.E. 2004. El componente social en la certificación de las empresas forestales. *Ambiente y Desarrollo,* VOL. XX / n. 1: 47-52.

Astorga, L. y O. Rebolledo 2004 Posibilidades de desarrollo local concertado entre empresas forestales certificadas, comunidades rurales y municipios. Red internacional sobre metodologías participativas y desarrollo rural en las áreas forestales. Impresos Socías, Ltda., Santiago. 78 pp.

Banco Central. 2004. Anuario de Cuentas Nacionales. Banco Central de Chile. Santiago, Chile.

Bonacic, C., Muñoz, A., Gálvez, N., y R. Hargreaves. 2004. Nuevos Desafíos para la Agricultura de Exportación: Buenas Prácticas Agrícolas y la Conservación de la Vida Silvestre.

Bustamante, R. y Grez, A. 2004. Fragmentación del bosque nativo: ¿en qué estamos? *Ambiente y Desarrollo,* Vol. XX / n. 2: 103-107.

Calder I. R., Rosier P.T., Prasanna K.T. y S. Parameswarappa. 1997. Eucalyptus water use greater than rainfall input-a possible explanation from southern India. *Hydrol. & Earth System Science* 1: 249-256.

Calfucura, E. y J. Jiles. 1994. *La regulación pesquera chilena en pesquerías pelágicas*; en E. Figueroa (ed.), Políticas Económicas para el Desarrollo Sustentable de Chile, CENRE, Universidad de Chile.

Calfucura, E. y E. Figueroa. 2005. Valoración económica de los recursos marinos en Chile: Usos y conservación de la biodiversidad. En E. Figueroa (ed.), Biodiversidad *Marina: Valoración, Usos y Perspectivas; ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 235-284.

Campos, H., Dazarola, B., Dyer, L., Fuentes, J.F., Gavilán, L., Huaquín, G., Martínez, R., Meléndez, G., Pequeño, F., Ponce, V.H., Sielfeld, W., Soto, D., Vega, R., y I. Vila. 1998. Categorías de conservación de peces nativos en aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47 (Chile).

Camus, P. 2002. *Algunos aspectos relevantes para la protección de la diversidad en zonas costeras*. Segundo Encuentro Científico RIDES: Gestión de la conservación y uso sustentable de la biodiversidad costera: prioridades para los próximos cinco años. Santiago, Chile.

Cancino, J. 2001. Valoración económica de recursos naturales y su aplicación a áreas silvestres protegidas. Informe agronomía y Forestal UC n. 124, Año 3.

Chapin III, FAZ., Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor, R.I., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Laboreo, S., Sala, O.E., Hobbie, H.M.S., Marcha, MEC. y S. Díaz. 2000 Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

CODELCO. 2003. Informe de Sustentabilidad.

CODELCO. 2004. Informe de Sustentabilidad.

CONAF. 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales en Chile. Informe proyecto CONAF-CONAMA BIRF.

Consejo Minero. 2004. La Responsabilidad Social en la Gran Minería.

Cubillos A. y P. León. 1995. Informe de la República de Chile. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Santiago, Chile.

Defensores del Bosque Chileno. 2005. Acuerdo de Soluciones Conjuntas: Entrevista a Aaron Sanger. http://www.elbosquechileno.cl/41mercado.html

DIRECON, DIMA–MINREL, SERNAPESCA, SONAPESCA y SUBPESCA. 2003. *Documento Expresivo de la Posición Nacional en Materia de Subsidios Pesqueros y las Negociaciones en la OMC*. Santiago, Chile.

Di Castri. 2003. Globalización y biodiversidad. En E. Figueroa y J. Simonetti (eds.), *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*; Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 23-49.

FAO. 2005. Yearbooks of Fishery Statistics Summary Tables – 2003. http://www.fao.org/fi/statist/statist.asp

Figueroa, E. 2001. Environmental Impacts of Globalization through Trade Liberalization in Agriculture: Analyzing the Empirical Evidence from Latin America; en O. Solbrig, R. Paalberg y F. di Castro (eds.), *Globalization and the Rural Environment*. Harvard University Press. pp. 319-362.

Figueroa, E. 2004. Restoring Natural capital: An Economic Perspective from the South. Proceedings of the International Conference on Restoring Natural Capital. Cape Town University; 12-19 September, 2004. Prince Albert, South Africa. pp. 30.

Figueroa, E. 2006. "Investigación y Postgrado en la Universidad de Chile y su Relación con la Empresa"; en *III Encuentro de Investigación: Universidad de Chile 2005.* Departamento de Investigación, Universidad de Chile. pp. 46-49.

Figueroa, E., Donoso, G., Lagos, G., Álvarez, R. y J. Muñoz. 1966. Sustentabilidad ambiental del sector exportador chileno. En O. Sunkel (ed.), *Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno*; Universidad de Chile. Andros Productora Gráfica. Santiago, Chile. pp. 47-96.

Figueroa, E., Solari, J. y V. Kunze. 1999. Environment in Large Mining in Chile ; en E. Figueroa (ed.), *Economic Rents and Environmental Management in Mining and Natural Resource Sectors*, University of Chile and University of Alberta. Olimpho. Santiago, Chile.

Figueroa, E. y R. Álvarez. 2002. ITs and 'Grassroots Tourism': Protecting Native Cultures and Biodiversity in a Global World. En F. di Castri y V. Balaji (eds.), *Tourism, Biodiversity and Information*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 349-380.

Figueroa, E., Asenjo, R., Valdés, S. y S. Praus, S. 2002. Definición de Criterios y Metodologías de Valoración Económica del daño Ambiental. Informe Final. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Consejo de Defensa del Estado (CDE). Santiago, Chile.

Figueroa, E., Y. Baytelman y S.D. Sastraprajda. 2003a. Biodiversidad y comercio: el desafío de crecer irresponsablemente o desarrollarse responsablemente. En E. Figueroa y J. Simonetti (eds.), *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*; Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 225-283.

Figueroa, E., Bravo, C. y R. Álvarez. 2003b. Biodiversidad y Turismo: Oportunidades para el desarrollo económico y la conservación en Chile. En E. Figueroa y J. Simonetti (eds.), *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*; Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 285-323.

FIP. 2002. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en la III y IV Regiones.

FIP. 2003. Diagnóstico del recurso ostión del sur.

FIP. 2004a. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004

FIP. 2004b. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones, año 2004.

FIP. 2004c. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno año 2004.

FIP. 2004d. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2004.

FIP. 2004e. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004.

Fundación Chile. 1990. El libro del Salmón. Documento de Trabajo.

Gallardo, M. 2004. Incidencias de la Apertura del Comercio Exterior en la Producción Agrícola de Chile. Documento de trabajo elaborado para el programa Chile Sustentable. Santiago, Chile.

Gálvez, N. 2003. Conservación de Biodiversidad: propuesta metodológica y estudio de caso para el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas EUREP y TESCO. Proyecto de Tesis, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

García, G. 1999. Environmental management and policies in the mining sector: A private sectors perspective. En E. Figueroa (ed.), *Economic Rents and Environmental Management in Mining and Natural Resource Sectors*; Olimpho. Santiago, Chile. pp. 385-396.

Gianni, M. 2004. *High Seas Bottom Trawl Fisheries and Their Impacts on The Biodiversity of Vulnerable Deep-Sea Ecosystems*. IUCN/the World Conservation Union/Natural Resources Defense Council/WWF International/ Conservation International.

Gjedrem, T. 2002. Genetic variation in resistance of Atlantic salmon to the salmon louse. VIII Congress on Genetics in Aquaculture, International Association for Genetics Aquaculture. Santiago.

González, F. 2005. Eco-Management Trading: Innovación para el Bosque Nativo Chileno. Revista Lignum, Noviembre.

Hochschild, H. 2003. Palabras en la Conferencia Internacional sobre Pasivos Ambientales.

Huber, A. y A. Iroumé. 2001. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest cover in Chile. *Journal of Hydrology* 248: 78-92.

INE. 1998. IV Censo Nacional Agropecuario.

Infante, R. y R. Neira. 2002. Diagnóstico del Sector Acuícola en Chile. Ministerio de Economía.

Jamett, G. 2001. Efecto de la Fragmentación del Bosque Nativo en la Conservación de Oncifelis y Psedalopex Culpaeus en Chile Central. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas mención Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Jorquera, C. 2001. La Agricultura Regional y el Deterioro de la Vegetación Nativa: una Visión Actualizada. En F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez (eds.), *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo*; Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. pp. 239-251.

Kattan G. y C. Murcia. 2003. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. En G.A. Bradshaw y P.A. Marquet (eds.), *How landscapes change. Human disturbance and ecosystem fragmentation in the Americas*. Springer-Verlag, New York. pp. 183-200.

Lagos, G. 1997. Developing national mining policies in Chile: 1974-96. *Resources Policy*, Vol. 23, n. 1/ 2: 51-69.

Lagos, G., H. Blanco, V. Torres, y B. Bustos. 2001. Minería y minerales de Chile en la transición hacia el desarrollo sustentable. MMSD-Chile.

Lara, A. 2004. Conservación de los ecosistemas boscosos: algunas lecciones de los últimos 20 años. *Ambiente y Desarrollo,* VOL. XX / n. 2: 111-115

Lara, A., D. Soto, J. Armesto, P. Donoso, y C. Wernli. 2003. Sustento y Culturas Componentes Científicos Clave para Una Política Nacional sobre Usos, Servicios y Conservación de los Bosques Nativos Chilenos. Iniciativa Científica Milenio, Reunión Científica sobre los Bosques Nativos.

Lira, V., y A. Cerda. 2002. Economía de la Certificación Forestal. The Second World Congress of Environmental and Resource Economists, Monterey, California.

Lobos, G., López, M., Caro, A., Marín, C., y C. Hernández. 2004. Antecedentes respecto a la biodiversidad acuática en la cuenca del Maipo. Preparado para CONAMA Región Metropolitana.

López, R. y G. Anríquez. 2003. Environmental Externalities of Agriculture: Chile. Roles of Agriculture Project, International Conference, October 20-22, Rome. FAO.

Manzur, M. 2000. Biotecnología en el sector forestal de Chile. GRAIN, Octubre.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores. Santiago.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-Being; Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington, D.C.

MINAGRI. 2002. Informe nacional sobre la implementación en Chile de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación. Ministerio de Agricultura.

Montoya. 2004. Análisis del desempeño económico de las áreas de manejo, 2000-2002. Informe técnico, Subsecretaría de Pesca.

Moreno, C., y J. Arata. 2005. Efectos de las pesquerías industriales de palangre sobre las aves marinas y el camino hacia su mitigación en Chile. Mimeo.

Navarrete, S. 2002. *La experiencia en la reserva marina de Las Cruces y otras reservas del mundo: La protección del medio costero tiene efectos grandes, rápidos y duraderos*. Segundo Encuentro Científico RIDES: Gestión de la conservación y uso sustentable de la biodiversidad costera: prioridades para los próximos cinco años. Santiago, Chile.

Neira, R. y N. Díaz. 2005. Contribución de la acuicultura a la conservación de los recursos acuáticos y su biodiversidad. En E. Figueroa (ed.), Biodiversidad *Marina: Valoración, Usos y Perspectivas; ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 369-394.

OCEANA. 2000. *Pesca de arrastre: arrasando la vida*; Documento de Trabajo n. 31.

OECD. 2005. Environmental Performance Reviews-Chile. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris.

Oyarzún C.E. y Huber A. 1999. Water balance in young plantations of *Eucalyptus globulus* and *Pinus radi*ata in southern Chile. Terra 17: 35-44.

Oyarzún, C.E., Nahuelhual, L. y D. Núñez. 2005. Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: Producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo*, en prensa.

Peña-Torres J., Vergara, S. y M. Basch. 2004. El Dilema de la Escala Productiva frente a Ciclos de Abundancia: La Pesca Industrial en Chile. *El Trimestre Económico.*

Peredo, S., Barrera, C., y E. Parada. 2002. Efecto de Prácticas Agrícolas Convencionales sobre la Biodiversidad de los Grupos Mesofaunísticos Edáficos en un huerto de ciruelos: Una Aproximación Agroecológica. Revista Agro Sur Vol. 30, n. 2

Pérez, J., Muñoz, C., Huaquín, L., y M. Nirchio. 2004. Riesgos de la introducción de tilapias (Oreochromis sp.) (Perciformes: Cichlidae) en ecosistemas acuáticos de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 77: 195-199. Comentarios.

PROCHILE. 2004. Antecedentes sobre agricultura orgánica.

Ríos, S. 2004. Impactos Ambientales de la Salmonicultura en la Región de los Lagos. Taller de Desarrollo Sustentable. Magíster en Ciencias Sociales. UACh.

Romero, H., Órdenes, F. y A. Vásquez. 2003. Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional: ciudad de Santiago y ciudades intermedias en Chile. En E. Figueroa y J. Simonetti (eds.), *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena*; Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 285-323

SAG (2005). Boletín Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

Sánchez, J.M. y S.M. Enríquez. 1999. Environmental impact of medium and Smal Mining in Chile ; en E. Figueroa (ed.), *Economic Rents and Environmental Management in Mining and Natural Resource Sectors*, University of Chile and University of Alberta. Olimpho. Santiago, Chile.

Sandoval, F. 2004. Estatus Ambiental y Sanitario de la Acuicultura Chilena. Aquavisión, Noruega.

SERNATUR. 2005. Política Nacional de Turismo 2005; Estadísticas Sectoriales y otros documentos del sitio Web del Servicio Nacional de Turismo. http://www.sernatur.cl

SERNATUR-INE. 2005. Anuario de Turismo 2004. Servicio Nacional de Turismo / Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.

Simonetti J., M.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada, C. Weber, L.E. Cornejo, J. Solervicens, y E. Fuentes. 1992. Hacia el Conocimiento de la Diversidad Biológica en Chile. En G. Halffter (ed.), *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología A.C., México. pp. 253-270.

Soto, D., F. Jara y C. Moreno. 2001. Escaped salmon in the Chiloé and Aysén inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications*, Vol. 11, n. 6: 1.750-1.762.

Sougarret, L. 2003. La Minería y los Pasivos Ambientales. En Conferencia Internacional sobre Pasivos Ambientales Mineros.

Tacón, A. 2004. Conceptos Generales para la Conservación de la Biodiversidad. Centro de Investigaciones para el Medio Ambiente, CIPMA.

Valdés, A. y W. Foster. 2003. Recent Economic and Agricultural Policy Developments Affecting the Roles of Chilean Agriculture. Roles of Agriculture Project, International Conference, October 20-22, Rome. FAO.

Vargas, V., y A. Sotomayor. 2004. Modelos agroforestales y biodiversidad. Ambiente y Desarrollo, Vol. XX, n. 2.

WWF Chile. 2003. Memoria del Seminario "Ecoturismo, Conservación y Desarrollo Local en la Ecorregión Valdiviana".

Zuleta, A. 2005. Factores de no sustentabilidad en el manejo de la pesquería de peces pelágicos pequeños en Chile. En E. Figueroa (ed.), *Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas; ¿Hacia dónde va Chile?* Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 473-506.

ESTUDIO DE CASO

EFECTOS DE LAS PESQUERÍAS INDUSTRIALES DE PALANGRE SOBRE LAS AVES MARINAS Y EL CAMINO A SU MITIGACIÓN EN CHILE

CARLOS A. MORENO Y JAVIER ARATA

Los efectos humanos directos e indirectos sobre la fauna marina afectan más significativamente las especies que presentan mayores tamaños corporales, gran longevidad, baja fecundidad y tamaños de poblaciones pequeños (miles en vez de millones). Este tipo de organismos suelen ser depredadores de alto nivel trófico, mientras que las especies de pequeño tamaño corporal suelen tener poblaciones mucho más abundantes (millones de individuos en vez de miles) ubicadas más abajo en las cadenas alimentarias marinas. Así los impactos —pesca o caza— que han acercado a la extinción a organismos marinos han sido sobre grandes mamíferos marinos como las ballenas, grandes peces como el mero y entre las aves marinas mayores como los albatros y petreles.

Efectivamente, estos últimos presentan longevidades muy altas; por ejemplo el albatros errante puede vivir más de 60 años, con primeras reproducciones a los 9 a 15 años. Un albatros chileno de cabeza gris o el de ceja negra puede vivir más de 50 años y su primera reproducción ocurre entre los 7 y los 12 años. Los petreles gigantes (pájaro carnero) presentan longevidades similares. Las especies de este grupo de aves varían desde los 40 cm de envergadura alar (golondrinas de mar) hasta los 3,50 metros (albatros errante, el ave voladora más grande del mundo). Este orden se divide en dos grandes grupos: albatros (familia Diomedeidae) y petreles (familias Procellariidae, Hydrobatidae y Pelecanoididae). Todos están muy bien adaptados al vuelo y al medio marino, pero nidifican en tierra. En el hemisferio sur los albatros tienen una mayor diversidad que en el hemisferio norte (19 especies v/s 3, respectivamente, más una especie que habita en el ecuador). Debido a las grandes distancias que recorren en busca de alimento (son esencialmente carroñeros), dependen mucho de los vientos y por eso sus colonias son más abundantes entre los paralelos 45 y 55 grados sur, entre los frentes subtropical y polar antártico. Pueden cubrir grandes distancias planeando con sus largas y angostas alas y suelen seguir los buques por días.

Presentan un olfato extraordinario, asociado a sus grandes narinas externas, que les ayuda a detectar un calamar o pez muerto en la superficie. Su olfato y su buena visión les permiten detectar los barcos de pesca desde grandes distancias. Debido a la inherente baja disponibilidad de alimento en los ambientes oceánicos en que deambulan, la oferta de carnadas desde los barcos de pesca constituyen su mayor amenaza, ya que inexorablemente al comerla quedan enganchadas y se hunden con la línea (espineles o palangres) que retiene los anzuelos. Actualmente 97 especies de aves marinas —de un total de 337— se encuentran en la categoría de "amenaza de extinción global", lo que representa un 29 por ciento de las aves marinas presentes en el mundo.

Debido a lo anterior ha existido una preocupación mundial por salvar estas aves de su mayor amenaza; la industria pesquera de palangre, particularmente de especies demersales y pelágicas de peces de alto valor como el bacalao de profundidad, los peces espada y atunes. Por ejemplo, el bacalao de profundidad (Dissostichus eleginoides) se pesca en el talud continental subantártico y antártico por todos los países del hemisferio sur: Australia, Sudáfrica, Uruguay, Argentina, Chile y Nueva Zelanda. Por otra parte, flotas palangreras de altura de países con conocida tradición pesquera también se aventuran en estas aguas: Japón, Corea, España, Rusia, Namibia, China. Muchas de estas flotas están o estuvieron involucradas en pesca ilegal, No reportada o No regulada —IUU, por sus siglas en inglés— donde se pesca sin ninguna consideración a la conservación del recurso objetivo ni de las especies capturadas incidentalmente (*by-catch*), incluyendo las aves y los mamíferos marinos.

MORTALIDAD INCIDENTAL EN CHILE

Desde 1996 se inició un programa para mitigar la mortalidad incidental en aguas de la CCRVMA (Convención de Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos), donde una importante flota chilena pescaba. En 1997 Birdlife Internacional generó un programa global para tratar este problema, ya que las aves marinas son capaces de volar sobre todos los mares y océanos del mundo, por lo que su conservación debe ser tratada en forma global. No obstante, esto significa que cada país debe resolver sus problemas de conservación y todos juntos en aquellas áreas marinas no reguladas. Debido a lo anterior, también el Comité de Pesquerías (Cofi) de FAO adhirió a la campaña mundial proponiendo un Plan de Acción Internacional (IPOA) el cual urge a todos los países pesqueros que adopten voluntariamente un Plan de Acción Nacional (NPOA). Adicionalmente, los países asociados al grupo de Valdivia crearon el ACAP (Acuerdo de Conservación de Albatros y Petreles) que el Congreso chileno aprobó para ratificación en marzo de 2005.

Entre las acciones a tomar en el IPOA se encuentran: 1) Hacer un diagnóstico de la situación, 2) Desarrollar medidas de mitigación y 3) Adoptar un Plan Nacional de Acción. En Chile, el Consejo de Investigación Pesquera ha generado dos proyectos a través del Fondo de Investigación Pesquera

(FIP): el primero (FIP 2001-31) destinado a hacer un diagnóstico de la mortalidad incidental de aves en la pesquería del Bacalao de Profundidad (Moreno y otros, 2003) y el segundo (FIP 2003-21) para concordar con las Empresas Chilenas que pescan con palangre —Pesca Chile S.A., Pesca Suribérica, Globalpesca, Comcar S.A., Pesca Cisne y Pesquera Omega— un primer esbozo de Plan de Acción, el cual se ha aplicado durante el año 2004 (Moreno y Arata, 2005). En ambos proyectos se contó con observadores científicos a bordo que cubrieron el 35 por ciento de la flota, principalmente de las empresas que más han colaborado con estos desarrollos (Pesca Chile S.A. y Suribérica). Sin embargo, aún quedan problemas pendientes respecto de la efectividad de las medidas de mitigación que deberían aplicarse para eliminar totalmente este problema de conservación de la biodiversidad de aves marinas, los que se señalarán más adelante.

ETAPA DE DIAGNÓSTICO

Las aguas de la corriente de Humboldt son visitadas por muchas especies de albatros que anidan en Australia y Nueva Zelanda, así como en islas antárticas y subantárticas del Atlántico Sudoriental. Adicionalmente, dos especies de albatros anidan en Chile en importantes números (figura 1; tabla 1), configurando un 20 por ciento de sus poblaciones mundiales.

No obstante, Schlatter y Riveros (1997) encontraron en la isla Gonzalo del archipiélago Diego Ramírez cerca de 5.173 pares en 1980, y Arata en 1999 contó 3862 pares[1] (Arata y Moreno, 2002). ¿Cómo se perdió cerca del 25 por ciento de la población inicial en 20 años? Probablemente debido al desarrollo de las pesquerías de palangre para el bacalao de profundidad. Siguiendo esa hipótesis se realizó el primer estudio de mortalidad incidental en Chile bajo los auspicios del FIP. Este estudio embarcó ocho observadores científicos, es decir, personal capacitado no sólo para reconocer las especies de aves, sino que además el sexo, el estado de madurez y una estimación del grupo de edad de las aves muertas, además en técnicas de censo de aves y la aplicación de un diseño estadístico para el muestreo en los lances de pesca. Todos los observadores eran profesionales egresados de carreras de Biología Marina y/o Ingeniería Pesquera.

Durante el año 2003 se calaron aproximadamente 7 millones de anzuelos, de los cuales fueron observados 2 millones. Se registró una mortalidad promedio de 1.550 (límites de confianza al 95 por ciento 575-2.220) individuos de albatros de ceja negra, los cuales anidan en colonias cercanas a las zonas de pesca, principalmente durante el período de guarda (figura 2), es decir cuando el pollo ha eclosionado recientemente del huevo y sus padres tienen que alimen-

1. Los albatros en las zonas de nidificación se cuentan en pares, porque siempre hay uno en el nido y el otro en busca de alimento; cuando vuelve se cambian los roles.

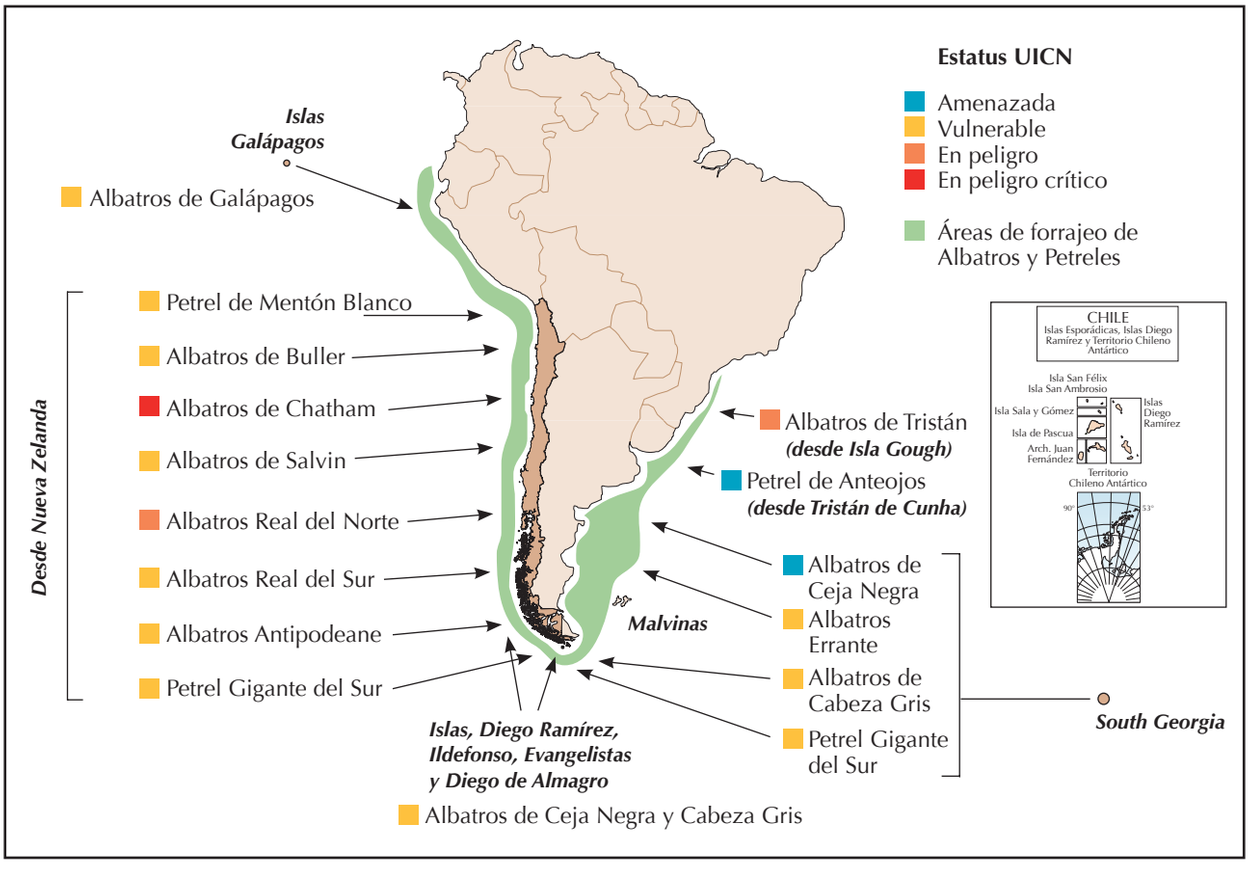


Figura 1. **Importancia de Chile como área de alimentación para los albatros del hemisferio sur. También se indican los lugares de origen de las especies visitantes. En Chile anidan sólo el albatros de cabeza gris y el de ceja negra. El color de los nombres indica su estatus de conservación según la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza.**

tarlo muy seguido haciendo viajes lo más cortos posible. El drama de estas muertes es que los albatros forman parejas fieles (Robertson y Gales, 1998), es decir la muerte de uno de los sexos implica que el otro queda solo y no se vuelve a reproducir y además el pollo no puede ser exitosamente alimentado por uno de los padres y muere rápidamente, pues se necesitan ambos padres. De tal manera que una muerte incidental implica la muerte de dos individuos, el pollo y la pérdida de un reproductor, para la dinámica de la población. El estudio de albatros marcados con PTT (Platform Terminal Trasmiters) o marcas satelitales, muestra que la mayor sobreposición ocurre durante el período de guarda (noviembre y diciembre) (figura 2), precisamente cuando se observaron las mayores capturas de aves por unidad de esfuerzo (aves por cada mil anzuelos) (figura 3). Consecuentemente hay base científica para pensar que la reducción del tamaño de la población se debió a mortalidad incidental.



Albatros de ceja negra anidando en la isla Gonzalo, archipiélago Diego Ramírez. Se observa un adulto en la etapa de guarda y una colonia durante el período de incubación.
Fotos: Graham Robertson.

El diagnóstico es preocupante respecto de las poblaciones de albatros de ceja negra, pero al mismo tiempo es reconfortante saber que el albatros de cabeza gris no está amenazado por la pesquería, ya que su área de alimentación natural se encuentra hacia mar abierto (figura 4), donde habitan los calamares que constituyen su principal alimento. Sin embargo, el precio que paga por tener que viajar más lejos para ganar energía es que cada pareja sólo se reproduce año por medio. Entonces es precautorio evitar toda mortalidad incidental por baja que sea (entre 5 a 10 albatros por año).

La razón de que ocurra esta mortalidad, es decir por qué las aves se enganchan en los anzuelos, es multifactorial. Tiene que ver con el período del año, siendo durante la temporada reproductiva y de guarda en particular cuando los albatros están más agresivos: la cercanía de la zona de pesca en esa época; el uso despreocupado de las líneas espantapájaros por los buques; la alta velocidad de calado, que hace que los espineles queden en la superficie una mayor distancia tras popa sin hundirse; la falta de pesos adecuada en los espineles; etc.

Vale la pena destacar que las pesquerías de palangre artesanales no han sido mencionadas mayormente aquí, porque su efecto sobre las aves marinas es mínimo y sus artes de



pesca están diseñados de manera tal que se hunden a mayores tasas que las de los industriales, la velocidad de calado es más lenta y carecen de la turbulencia que las grandes hélices de los buques industriales producen. Mayores informaciones sobre este tema se pueden encontrar en Moreno y Arata (2006).

PLAN DE ACCIÓN

Todos estos problemas fueron tratados con personal idóneo y gerentes de las empresas pesqueras mencionadas. Durante el desarrollo del Plan de Acción se escuchó a los Capitanes de Pesca, en su mayoría españoles, se recogieron sus experiencias y se investigaron a bordo de los buques las mejores soluciones para cada pesquería. También se consideró la opinión de otros estamentos de la sociedad, como la ONG Unión de Ornitólogos de Chile, científicos vinculados al tema y organismos del Estado de Chile como Subsecretaría de Pesca y Servicio Nacional de Pesca. Resultó un plan cuyo objetivo central fue reducir la mortalidad en un 90 por ciento respecto a los valores iniciales (FIP 2001-31), dentro de un período de tres años; además se acordó aplicar medidas de mitigación en toda pesquería en que se detecte una mortalidad de aves marinas superior a 0,05 aves/1.000 anzuelos calados. Las principales medidas adoptadas fueron las descritas a continuación.

Común para todas las pesquerías fue evacuar los desechos por la banda opuesta a la ventada de virado y verter al mar sus desechos entre calados, nunca durante los calados, para no atraer aves al buque. Si los calados son nocturnos, mantener las luces al mínimo para no atraer principalmente al amenazado petrel de mentón blanco.

La pesquería del bacalao de profundidad comienza con el uso de línea espantapájaros en todos sus lances pero no colocadas sobre la borda en dirección a la estela que deja el buque, sino al menos a una altura de 7 metros sobre la borda (figura 6), para que quede en el aire al menos 40-50 metros más atrás de la popa del buque y así trabaje efectivamente. Los pesos en la línea deben ser de 8.5 kg. cada 40 metros y la línea de pesca debería ser calada a 6,5 nudos. El plan de investigación adoptado al momento de terminar el proyecto FIP 2003-21 evaluará para el palangre tipo español (con retenida) los mejores sistemas de hundimiento y el uso de dos líneas pajareras estandarizadas durante el período de guarda de los albatros de ceja negra en el extremo sur de Chile —segunda quincena de noviembre y primera de diciembre— hasta encontrar las mejores soluciones. El estudio de la efectividad de la línea espantapájaros se realizó en su etapa de terreno en la temporada 2004/05 y se espera un primer escrito con los resultados para noviembre del 2006.

La pesquería de palangre en la PDA dirigida a merluza austral (y congrio dorado) aplicará como norma el calado nocturno, como actualmente lo hace. Su plan de investigación es evaluar con más detalle sus mortalidades incidentales y el eventual uso de otras medidas de mitigación, tales como el uso de líneas espantapájaros y la mejora de las tasas de hundimiento cerca de la superficie, sin afectar el rendimiento de pesca. A pesar de que el calado aquí es nocturno, en razón a los hábitos alimentarios de la merluza austral, el petrel de mentón blanco presenta una gran actividad nocturna y es el ave más afectada por esta pesquería.

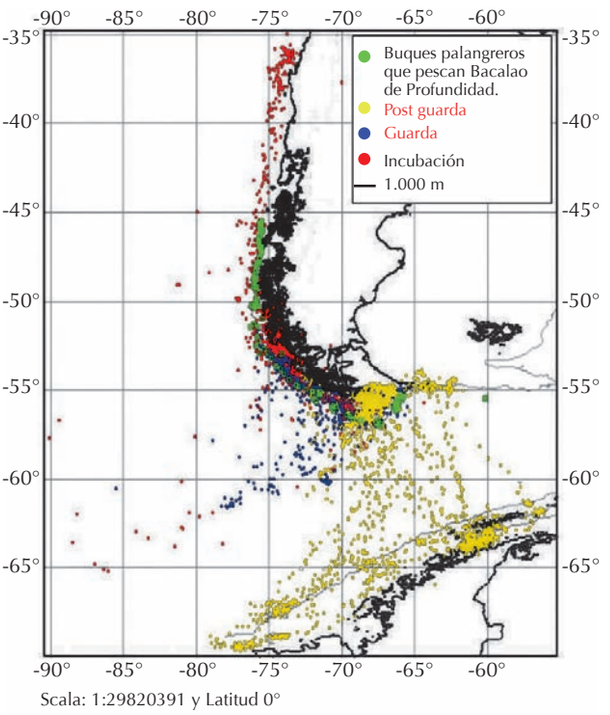


Figura 2. **Zonas de vuelo de los albatros de Diego Ramírez, obtenidas mediante marcaje con transmisores satelitales. En rojo durante el período de incubación. En azul durante el período de guarda y en amarillo durante la posguarda. El color verde señala posiciones de los buques palangreros que pescan bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*).**

La pesquería pelágica de pez espada aplicará pesos superiores a 60 gramos en el destorcedor o punto de unión con la brazolada (generando tasas de hundimiento >0.23 m/seg.). La longitud del reinal no debe ser mayor a dos brazas (3,6 metros) y a menos que calen en total oscuridad, deben usar una línea espantapájaros de al menos 100 metros de longitud, dispuesta en el punto más alto del buque o embarcación artesanal. El plan de investigación contempla la evaluación de la mortalidad incidental en la pesquería de pez espada, diseño de una línea espantapájaros estándar y la combinación adecuada de los factores separación entre pesos, el peso y la velocidad de calado para esta flota, que se adapte a la configuración de las naves y sea suficientemente eficiente para reducir significativamente el actual nivel de mortalidad incidental. Esta pesquería opera en aguas subtropicales y tropicales (archipiélago Juan Fernández, San Félix y San Ambrosio, Pascua) y afecta a los albatros de Chatham y de las Galápagos, en peligro crítico y en peligro de extinción, respectivamente. Debido a lo anterior es que a pesar que se conoce que sus tasas de mortalidad incidental son bajas, se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar continuar con estas tendencias. En consecuencia, se debe hacer un proyecto específico para perfeccionar la aplicación de medidas de mitigación y así llegar a cero mortalidad incidental en esta pesquería por parte de la flota chilena. Sin embargo, otras flotas operan en esta área en aguas interna-

cionales y ponen en riesgo estas especies, tema para la eventual Organización Regional de Pesca (RFMO), que organicen Chile, Nueva Zelanda y Australia e inviten a quienes operan en forma distante en esta zona.

PRIMERA EVALUACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para hacer una primera evaluación del Plan de Acción en la pesquería de bacalao de profundidad, se tomaron datos de mortalidad incidental en 126 lances comerciales, correspondientes a 672.689 anzuelos calados, de un esfuerzo total de 5.981.420 anzuelos calados por la flota industrial de bacalao de profundidad en la temporada de pesca 2004 (Moreno y Arata, 2005). Cabe destacar que la mayor mortalidad incidental en esta área ocurre entre noviembre y enero y los observadores concentraron su tarea entre septiembre 2004 hasta mediados de febrero de 2005. Consecuentemente dan cuenta del período en que ocurre >95 por ciento de la mortalidad observada. Con fines de comparación nos referimos a la temporada 2002 como aquella que observó los lances entre septiembre 2002 a marzo 2003, y será la temporada de pesca del bacalao de profundidad 2004 aquella que comenzó en septiembre de 2004 y finalizó en marzo de 2005.

Los resultados de la mortalidad observada se muestran en la tabla 2 y en ella se vuelve a observar que la especie más vulnerada por la pesca industrial de bacalao de profundidad en Chile es el albatros de ceja negra, con una baja mortalidad de otras especies, como el albatros de cabeza gris.

Esta significativa reducción en la mortalidad total estimada de albatros de ceja negra durante 2004 se debe esencialmente al despliegue de las líneas espantapájaros acordadas en el Plan de Acción. Estas líneas espantapájaros son dispuestas en la parte más alta del buque, cubriendo una distancia detrás de la popa de más de 40 metros sin tocar agua. Esta protección aérea permite que los espineles se hundan a una profundidad que disminuye la probabilidad de que los albatros puedan alcanzarlos, pero aún es insuficiente para eliminar totalmente la mortalidad de aves, particularmente con vientos cruzados que desplazan las líneas espantapájaros de la zona de calado. Esta es la razón principal de que el plan de investigación del Plan de Acción busque un mejor sistema de distribución y tipo de pesos para la línea de pesca,

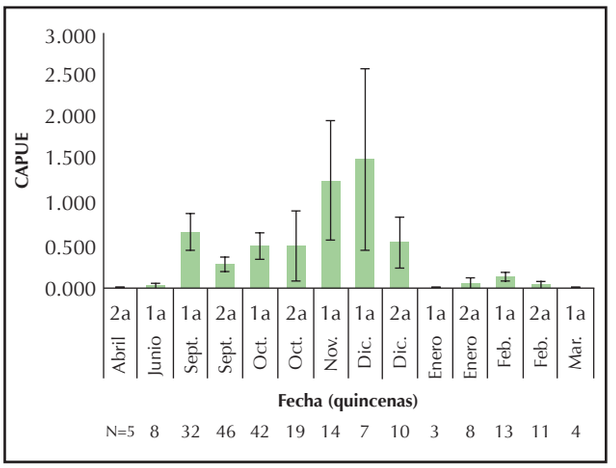


Figura 3. **Tasa de mortalidad incidental (aves muertas cada mil anzuelos calados) obtenida durante la etapa de diagnóstico, en forma quincenal, durante el año 2002. Se observa que en la medida que comienza el período de incubación (septiembre) comienza a aumentar la mortalidad incidental. Durante el período de guarda (pollo recién eclosionado) en noviembre y diciembre aumenta a las mayores tasas y luego decae durante el período de posguarda. Después se dispersan por todos los océanos del sur en busca de alimento que asegure su condición física para criar otro pollo.**

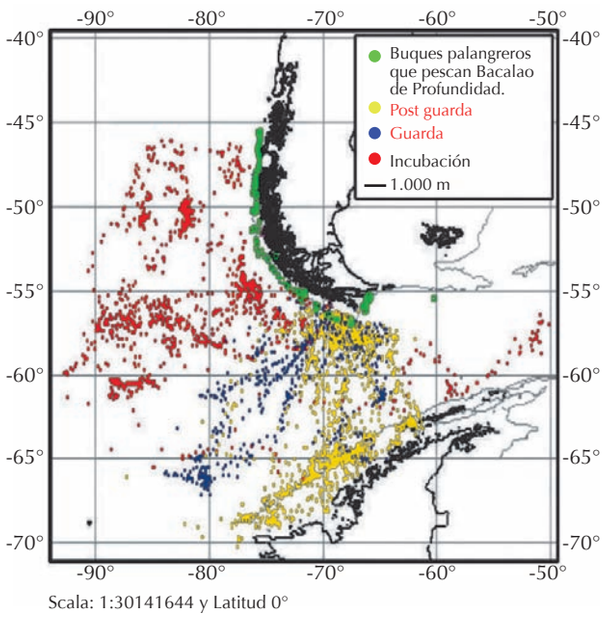
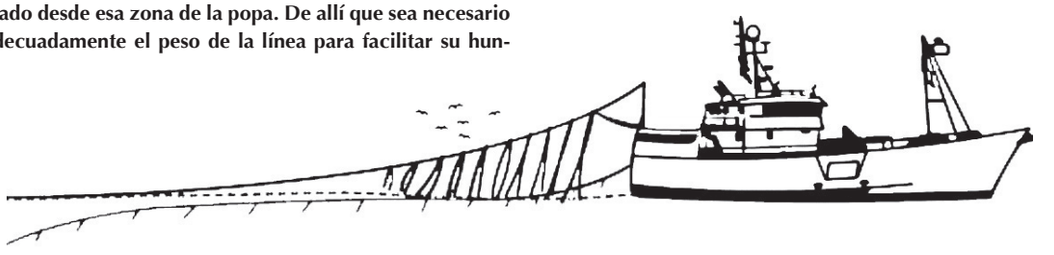


Figura 4. **Áreas de vuelo de albatros de cabeza gris nidificando en isla Gonzalo (archipiélago Diego Ramírez) durante las tres etapas de crianza, detectadas mediante marcadores satelitales. Se observa que sus vuelos son hacia alta mar en busca de su alimento favorito, los calamares que después de reproducirse mueren y flotan en la superficie. Este hábito alimentario hace que la pesca de palangre sobre el talud continental y la plataforma no los afecte mayormente.**

Figura 5. **Diagrama de un buque de pesca con una línea pajarera o espantapájaros, desplegada correctamente permitiendo que el espinel se hunda bajo ella. Así mantiene alejada a las aves de la zona de peligro. Pero esta medida no es totalmente eficiente porque el viento cruzado por la banda de estribor la aleja del espinel que es calado desde esa zona de la popa. De allí que sea necesario regular adecuadamente el peso de la línea para facilitar su hundimiento.**



de modo que esta pueda hundirse más rápido a través de la turbulencia de la hélice del buque, como se encuentra descrita en Robertson y Moreno (2005).

En conclusión, aunque la mortalidad de albatros de ceja negra ha sido reducida 75 por ciento aproximadamente, constituye un avance significativo para el Plan de Acción de Chile. Esto se ha logrado sólo por el mejor uso de las líneas espantapájaros —más altas que durante 2002 y calado a menor velocidad—, pero eliminar la mortalidad residual necesita todavía mejorar las tasas de hundimiento de una manera tal que sea estándar e independiente de la posición del buque respecto del viento, que aparece como una limitación del uso de las líneas espantapájaros en la flota chilena. Esos experimentos necesitan realizarse con urgencia, antes de hacer el NPOA Chileno obligatorio para toda la flota palangrera.

Tabla 1. **Censos de las dos especies de albatros chilenas realizadas durante un proyecto conjunto entre Chile (INACH) y Australia (AAD) entre 2001 y 2002 (de Arata, 2004).**

Colonias	A. de Ceja Negra	A. de Cabeza Gris	Referencias
Islas Diego Ramírez	55.275	16.383	Robertson et al. 2003
Islas Ildefonso	46.995	8	Robertson et al. 2003
Islote Evangelistas	4.670	-	Arata et al. 2003
Isla Diego de Almagro	15.900	-	Lawton et al. 2003
Total	122.840 pares[1]	16.401 pares[2]	

1 y 2 20 por ciento de la población global.

Tabla 2. **Mortalidades totales observadas para cada una de las especies vulneradas durante el período de estudio del año 2004 (calculado sobre lances con implementación de líneas espantapájaros, otros lances experimentales se han omitido).**

Especies	N° observado muerto en 2004	Número expandido al total de esfuerzo realizado 2002[1] / 2004		CAPUE[2]
Albatros de ceja negra (*Diomedea melanophrys*)	126	1555	440	0.113
Albatros cabeza gris (*Diomedea chrysostoma*)	2	6	8	0.002
Petrel damero o del Cabo (*Daption capense*)	2	2	0	0.000
Petrel de mentón blanco (*Procelaria aequinoctialis*)	7	25	0	0.000
Total	140	1588	448	0.115

1 Referencia a la mortalidad de 2002 de Moreno et al. (2003).

2 CAPUE: Captura de Aves por Unidad de Esfuerzo, en número de aves capturadas cada 1.000 anzuelos calados.

Bibliografía

Arata J, R Graham, J Valencia y K Lawton (2003) The Evangelistas Islets, Chile: a new breeding site for black-browed albatrosses. Polar Biol. 26: 687-690.

Arata J y CA Moreno (2002) Progress report of Chilean research on albatross ecology and conservation. CCAMLR WG-FSA-02/18, Hobart, October 2002.

Arata J (2004) Análisis comparativo de la ecología trófica y biología reproductiva de los albatros de Ceja Negra (*Thalassarche melanophrys* [Temminck, 1839]) y Cabeza Gris (*T. chrysostoma* [Foster, 1785]) en Isla Gonzalo, Archipiélago Diego Ramírez. Doctorado en Ciencias, Mención Sistemática y Ecología. Universidad Austral de Chile. Marzo de 2004. 172 pp.

Hucke-Gaete R, CA Moreno y J Arata (2004) Operational interactions between cetaceans and Patagonian Toothfish (*Dissostichus eleginoides*) industrial fishery off Southern Chile. CCAMLR Science 11: 127-140.

Lawton K, G Robertson, J Valencia, B Wienecke y R Kirkwood (2003) The status of black-browed albatrosses *Thalassarche melanophrys* at Diego de Almagro Island, Chile. Ibis 145: 502-505.

Moreno CA, J Arata, P Rubilar, R Hucke-Gaete y G Robertson (2005) Artisanal longline fisheries in Southern Chile: Lessons to be learned to avoid incidental seabird mortality. Biological Conservation, *in press* (DOI 10.1016/ J.Biocon.2005.07.011).

Moreno CA y J Arata (2004) Chilean NPOA-Seabirds: first steps. Document WG-FSA-04/14. CCAMLR Hobart Australia. 4 pp.

Moreno CA y J Arata (2005) Diseño del plan de acción para mitigar efectos de la pesca de palangre sobre aves marinas. Informe Final Proyecto FIP 2003-21, pp: 201. (disponible en fip.cl/difusión/2003).

Moreno CA, R Hucke-Gaete y J Arata (2003) Interacción de la Pesquería del Bacalao de Profundidad con Mamíferos y Aves Marinas. Informe Final Proyecto FIP 2001-31, pp 199. (disponible en fip.cl/difusión/2001).

Robertson G y R Gales (eds.) (1998) Albatross, Biology and Conservation. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, Australia.

Robertson G, J Valencia y J Arata (2003) Summary report on the status of black-browed and grey-headed albatrosses breeding in Chile. CCAMLR WG-FSA-03

Robertson G y CA Moreno (2005) Program of Research to Improve the Seabird By-Catch Mitigation Effectiveness of the Spanish System of Longline Fishing. Document WG-FSA 05/12 CCAMLR, Hobart, Australia. 6 pp.

Schlatter RP y G Riveros (1997) Historia natural del Archipiélago Diego Ramírez, Chile. Serie Científica INACH 47: 87-112.

TRADICIONES CULTURALES Y BIODIVERSIDAD

Victoria Castro y Marcela Romo

Diversidad biológica y diversidad cultural están íntimamente relacionadas; es por esto que adherimos a los planteamientos de Rozzi et al. (2003), que ocupa el concepto de "biocultural" para señalar esta integración. Los seres humanos participamos activamente en la estructura, procesos y composición de casi todos los ecosistemas del planeta. Por ejemplo, en la actividad agrícola los campesinos han modelado y modelan el contenido genético de las poblaciones y su expresión fenotípica. Asimismo, en la medida en que los agricultores desarrollan sistemas y técnicas, va fluctuando la diversidad genética de los cultivos, por lo que la biodiversidad está indisolublemente ligada a la heterogeneidad cultural. Si se pierde diversidad cultural, también se pierde y simplifica la diversidad biológica agrícola y muy posiblemente sea cierto también el proceso inverso.[1]

El concepto de diversidad pasa a adquirir un rol fundamental, al asociarse biodiversidad con diversidad socioeconómica y cultural. Es así como este concepto pasa a tener tres perspectivas: 1) ecológica, donde la diversidad significa diversidad genética, de especies y de ecosistemas; 2) socioeconómica, donde la diversidad se refiere a los rasgos particulares de las organizaciones económicas individuales y sistemas sociales; y 3) cultural, donde las peculiaridades étnicas y los patrimonios culturales de las comunidades humanas pueden ser consideradas como las bases para obtener la equidad social.[2]

Respecto a la relevancia de la biodiversidad para el desarrollo económico, de acuerdo a Vallega,[3] existen dos asuntos claves. Su protección es crecientemente percibida como una condición esencial para garantizar los recursos naturales para el desarrollo de las comunidades. Asimismo, la conservación de las condiciones ecológicas locales ha sido asumida como una herramienta esencial para la sobrevivencia de las comunidades indígenas debido a que sus sistemas de vida y cultura han estado basados estrictamente en la existencia de nichos marcados por la diversidad biológica. Se ha planteado que la preservación de la diversidad cultural es tan importante en un mundo sustentable como la diversidad genética lo es en la biología.[4]

Es así como esta visión holística que integra al ser humano con su entorno ya fue plasmada por ejemplo, el año 1992, en el Programa 21 de las Naciones Unidas, donde se considera al suelo como recurso natural y se señala que conviene planear y ordenar todos sus usos en forma integral. La integración debería hacerse a dos niveles, considerando, por una parte, todos los factores medioambientales, sociales y económicos y por otra, todos los componentes del medio ambiente y los recursos conjuntamente. La consideración integral facilita opciones y compensaciones adecuadas, llevando a su máximo nivel la productividad y la utilización sostenibles.[5]

De acuerdo a Montes (2001), los fundamentos de la forma actual de concebir el ordenamiento territorial integran una serie de factores sociales, ambientales y económicos. Estos factores pueden articularse funcionalmente en razón de fines, medios y métodos; esto es, el desarrollo social y económico como principal fin debe ir unido a la distribución equitativa; la sostenibilidad ambiental es la principal condición a cumplir; y la participación ciudadana en la gestión es el método a utilizar.

Hoy existe una política nacional preocupada de generar un ordenamiento territorial armónico. La agenda ambiental del país 2002-2006 ha establecido un programa que considera la elaboración de instrumentos de planificación territorial; o sea, planes regionales de desarrollo urbano y planes reguladores Intercomunales y comunales, donde se incorpora en forma temprana, a nivel regional, el proceso de evaluación ambiental estratégico.

Ello tendría por meta un ordenamiento territorial que tome en consideración las características del territorio, valorando los recursos naturales con el fin de orientar sus posibles usos, estableciendo áreas de oferta y prioridades, de modo que el uso del territorio sea el más adecuado a sus

1 Soriano et al. 2000.

2 Romero, H. La geografía de comienzos del siglo XXI: de la homogeneidad global a la diversidad local. Conferencia Central, Congreso de Geografía y Medio Ambiente de la Asociación de Profesores de Geografía de Uruguay (XV, 2001, Punta del Este, Uruguay), 17 pp.

3 Citado en Romero, 2001.

4 Muñoz, B. El etnodesarrollo de cara al siglo veintiuno. Santiago, CEPAL, 1995, 33 pp.

5 Naciones Unidas, 1992.

características, permitiendo la conservación de los recursos y de la biodiversidad, y una mejor calidad de vida para la población en forma sostenible. De esta manera, el concepto de ordenamiento territorial implicaría la búsqueda de la disposición correcta, equilibrada y armónica de la interacción de los componentes del territorio (Gross, 1998).

PUEBLOS ORIGINARIOS

Así denominamos a los descendientes de los pueblos ancestrales más antiguos, que poblaron los territorios que en el presente quedan comprendidos en esta larga y angosta faja de tierra que es Chile continental. De norte a sur, los conocemos como aymara, atacameño, collita, mapuchs, pehuenche, huilliche, yámana, alacalufe y selk'nam. A ellos, debemos agregar la población insular de Isla de Pascua.[6]

Habitualmente llamamos andinos a los pueblos del norte, mapuches a la gente del sur y fueguinos a los del extremo sur, como un modo de sintetizar tal diversidad de identidades.

La Ley Indígena en su artículo 1°, señala que "son indígenas aquellas personas que, habitando en cualquier lugar del territorio nacional, formen parte de un grupo que se exprese habitualmente en idioma aborigen y se distingan de la generalidad de los habitantes de la República, por conservar sistemas de vida, normas de convivencia, costumbres, formas de trabajo o religión, provenientes de grupos autóctonos del país".[7]

Desde la perspectiva de la cosmovisión, de ser y estar en el mundo, hasta el más mínimo espacio poblado por el imaginario, por una topografía, incluida la flora y fauna, los pueblos originarios otorgan sentido al ambiente natural, construyendo paisajes culturales. De este modo, ellos mismos son patrimonio, así como todo lo que significan, a través de sus conocimientos, trasmitidos por la oralidad, de herencias sociales ignotas. Su fuerte vínculo con la naturaleza les permite desdibujar esa vieja dicotomía entre naturaleza y cultura. Porque, para ellos, el mundo está vivo, como un ser humano, y en ese contexto merece respeto. Pero sería una visión muy estática y esencialista suponer que estos conocimientos y tradiciones no han sufrido alteraciones en el tiempo: A pesar de ello, existe una matriz básica que se manifiesta en identidades bien definidas y que nosotros podemos reconocer como propias.

Esta raigambre en sus costumbres y tradiciones permite generar una imagen del pasado, por parte de los pueblos originarios. Un pasado desde el presente, que reafirma su identidad y los nutre en como ser en el mundo actual. Esta historia le otorga un sentido a sus saberes y a sus quehaceres. Sobre estas bases, se solidifica la noción colectiva que funda

6 Véase Bengoa, comp., 2004.

7 Ley 19.253/93 del Estado de Chile.



La actividad textil de nuestros pueblos originarios sigue siendo una ocupación relevante. Una de las más destacadas distinciones dentro de un grupo étnico es ser llamado "maestra tejedora" o "maestro tejedor", refiriéndose con esta denominación a una habilidad y conocimiento muy respetado y altamente reverenciado. Las tejedoras aymaras y quechuas del altiplano chileno continúan su milenaria tradición textil, rescatando antiguas técnicas y diseños íntimamente ligados a su entorno natural. Foto: Nicolás Piwonka.



La artesanía Rapa Nui se realiza en madera tallada y en conchas de moluscos, principalmente con fines ornamentales como collares, pulseras y aros. Los conocimientos ancestrales sobre su realización son traspasados de generación en generación, estando además directamente asociados a actividades económicas desempeñadas por cada uno de los integrantes del grupo familiar. Foto: Nicolás Piwonka.

el patrimonio, la hace operativa, como un artefacto multifuncional, integrando los distintos elementos que forman su esfera de realidad. Lo que hacen y piensan, el paisaje natural y el paisaje socialmente construido, su historia y su sentido.

Estos conocimientos, insertos en una filosofía y ciencia indígena entretejida en la vida cotidiana, son parte del patrimonio de nuestra nación pluriétnica, que en tanto sean valorados, contribuirán a la construcción de nuestra identidad, sobre la base de las diversidades que la conforman.

Los ecosistemas nativos son cada vez más frágiles, producto de una explotación no siempre planificada, y muchas veces, sacrificados por una visión de "progreso". Ello ha atentado contra modos de vida tradicionales indígenas, que conservan aún parte de sus saberes ancestrales, muchos de los cuales pueden ser considerados en beneficio de un desarrollo más sustentable para ellos mismos y para la sociedad en su conjunto. La antropología ha utilizado el nombre de etnociencia para identificar el saber científico de los pueblos indígenas. Esta categoría comprende entre otros, los conceptos de la etnobiología, la etnomedicina, la etnobotánica, la etnozoología, etc.

Podemos elegir denominar estos conocimientos como ciencia indígena; se trata en realidad, de otra sistemática que la ciencia conocida y consagrada en las aulas universitarias y aunque ambos tipos de conocimientos son ciertamente diferentes en su extensión, también comparten taxonomías comparables en muchos de sus ámbitos.

Etnobotánica

En América, desde hace quinientos años cronistas, viajeros y naturalistas, denotaron la utilización de la flora nativa por los pueblos originarios. En Chile, durante todo el siglo XX, etnólogos y botánicos, han sistematizado estos antecedentes y particularmente han iniciado un trabajo con las comunidades indígenas, logrando un conjunto de información sobre el uso y función de las plantas, la forma en que estos pueblos las categorizan y las posibilidades que estos conocimientos otorgan a la medicina, la farmacopea, la alimentación, etc., lo que consideramos una valiosa base de datos para las generaciones futuras. Aunque en el presente los estudios etnobotánicos han sido apreciados mayormente por médicos y químicos, interesados en promover la medicina tradicional y en estudiar los principios activos de las plantas para la farmacopea, respectivamente, los estudios sobre la botánica indígena contienen una información mucho más amplia, que sin duda contribuirá a un desarrollo más sustentable en nuestros países.

No obstante, es preciso señalar que la utilización de las plantas en el mundo indígena para fines medicinales tiene en general una dimensión recién explorada en la ciencia occidental. Nos referimos a la fe en el especialista que aplica la medicina, a la magia de la palabra, al ritual que rodea la sanación; en fin, a la dimensión sagrada en que se desenvuelve el proceso de curación y que obviamente influye positivamente en el ánimo del paciente;[8] hoy en día, se re-

conoce a nivel mundial que esta actitud eleva las defensas del enfermo. Estos sistemas de sanación están comprendidos dentro de una filosofía y de una forma de ver el mundo que afecta todas sus conductas.

Los pueblos han sido herederos de una profunda tradición social, desde la época en que con un modo de vida cazador recolector, se caracterizaron por desarrollar una alta movilidad entre diversos ecosistemas, tanto en el sentido altitudinal como longitudinal. Con el tiempo, la mayoría de ellos optaron por una economía agropastoril, agromarítima o agrolacustre, sin abandonar sus actividades de recolecta y caza. No es de extrañar entonces su profunda comprensión y conocimiento de ambientes y recursos, integrada dentro de una cosmovisión arraigada en la experiencia cotidiana (Castro, 1995).

Desde un punto de vista teórico, en la actualidad la etnobotánica puede definirse someramente, como el análisis y la interpretación de las interrelaciones directas entre los descendientes de los pueblos originarios —grupos o identidades étnicas— y las plantas. Las plantas no son escogidas al azar por los seres humanos; como en otros ámbitos, ellas son nombradas, seleccionadas, clasificadas y utilizadas de acuerdo a los principios normativos de cada cultura y definen también cómo, dónde y cuándo recolectarla. El color de las hojas, la calidad del humo que produce determinada planta, el color de las flores, por ejemplo, son cualidades con un valor cultural determinado dentro de los pueblos originarios; estos y otros valores determinan, en definitiva, sus etnotaxonomías, traspasadas tanto por la práctica cotidiana como por su cosmovisión.

De los pueblos andinos de Chile

En los Andes del Norte Grande de Chile, hay poblaciones de origen indígena que desarrollan su vida inmersos en un constante diálogo con el paisaje y sus recursos. La comprensión compleja, precisa y profunda que estos lugareños tienen con las especies, ha sido mostrada en estudios etnobotánicos y etnozoológicos realizados con similar metodología en tierras aymaras y atacameñas en el norte.[9]

El análisis de las relaciones aludidas por los nombres de las plantas, permitió establecer la vigencia de denominaciones colectivas para agrupaciones de plantas equivalentes a conceptos morfológicos, taxonómicos (géneros), y formas de vida acordes con la botánica y la ecología universitaria. Los lugareños reconocen unidades etnoecológicas en las que incluyen la fisonomía de la vegetación, los pisos altitudinales y la geomorfología, integradas a su sistema de creencias y al manejo de su ecosistema. Las especies de

8 Véase entre otros, Citarella,1995; Girault, 1987; Grebe, 1995; Lira, 1995.

9 Villagrán y Castro, 2004; Romo, 2001; Romo et al. 1999; Castro 1986.



Mimbre se denomina comúnmente a la fibra vegetal utilizada en la fabricación de muebles y cestería. En Chile, esta fibra proviene del Sauce mimbre. Esta especie crece como árbol o arbusto, y se estima que fue introducida al país durante la Colonia procedente de España. En la actualidad la zona de cultivo de la especie se extiende desde la V a la VIII Región, concentrándose la mayor cantidad en la comuna de Chimbarongo y sus alrededores. Foto: Nicolás Piwonka.

plantas son utilizadas para diversos fines, que comprenden su uso forrajero, medicinal, ritual, alimentario, para construcción, con fines artesanales y otros rubros.

Entre los pueblos andinos de la XV, I y II Región, las unidades de vegetación botánicas y las etnocategorías ecológicas son análogas entre ambos sistemas; además las categorías indígenas integran su taxonomía de pisos ecológicos en unidades de utilización del paisaje, campo, cerro y chacra. Esta unidad entre sus malezas también presenta especies con usos definidos.

Los estudios etnobotánicos han demostrado que la población originaria conoce y utiliza casi todos los recursos vegetales naturales. Un listado temático resulta imposible en este espacio, pero puede apreciarse en Villagrán y Castro (2004), libro que contiene los datos sobre el total de las especies reconocidas con su nombre vernacular y científico y los usos de estas plantas. De paso, mencionaremos un campo de interfase que es la medicina natural. Esta se organiza a nivel de cada familia, de especialistas religiosos dedicados también a la sanación, los yatiri, las "matronas", los componedores de huesos. En casos excepcionales se recurre a un médico de los yunga (Bolivia). La idea de la enfermedad está embebida por el origen que les atribuyen a las mismas y que se asocia a causas extrasomáticas, que provocan el decaimiento por ausencia del aliento vital o ánimo. Es por eso que su clasificación de la enfermedad incluye los males conocidos por todos nosotros, pero en el mismo plano y con más fuerza comprende también otras categorías como "el susto".[10]

En el norte de Chile se emplean diferentes partes de las plantas medicinales —la raíz, las hojas, las flores, el fruto, la resina, las flores y el jugo, en el caso de las cañas— en preparados de diversa naturaleza, según sea la dolencia y su intensidad. En la XV y I Región, cerca de un 30 por ciento de las especies (de un total de 225), son reconocidas por sus propiedades medicinales, en tanto que en la II Región, la cifra es similar (sobre un total de 134 especies de la flora nativa).

La mayoría de la flora es arbustiva; sin embargo, destacan entre las especies arbóreas, la queñoa en los pisos alto-andinos, y el chañar y el algarrobo en los oasis y valles más bajos.[11]

Pueblos del sur

La botánica mapuche es conocida gracias a los meritorios esfuerzos de Moesbach y sus editores (1992), Bragg (1994) y Villagrán (1997). Como ejemplo, baste señalar que el análisis de los significados de más de novecientos nombres usados por el pueblo mapuche y que fueran recopilados por Moesbach ha permitido acceder al sistema de clasificación multifactorial que sustenta la botánica indígena del sur de Chile (Villagrán, 1997).

Las transformaciones que ha experimentado este conocimiento pueden apreciarse en poblaciones de raigambre indígena, mestizados tempranamente (archipiélago de Chiloé),[12] pero que entre otros factores, debido tal vez a su aislamiento insular, usan y nombran las plantas de acuerdo a la tradición huilliche, grupo que confluye como un segmento significativo de sus antepasados.

En el sur del país, se reconoce el territorio de los mapuche, el pueblo originario más numeroso en esta nación y que hoy vive en espacios rurales y urbanos del país. La pionera obra del padre capuchino Ernesto de Mösbach, inédita por casi medio siglo, nos asombra por la capacidad de este pueblo para educar con la enseñanza directa en el templado bosque sureño, a generación tras generación. Se trata de una botánica que registra más de 750 especies identificadas con su nombre vernacular y sus usos alimentarios, rituales, medicinales y otros.[13] También hay escritos de antropólogos que profundizan algunos temas, en los que se denotan por ejemplo antiguas prácticas chamánicas, realizadas por especialistas religiosos (machi) o bajo el nombre de médicos herbolarios, en las que se emplean plantas con propiedades medicinales y psicoactivas.[14] En algunas comunidades como Coigüe-Picuta, una población de valle y costa, cercana al pueblo de Imperial en la IX Región, son las mujeres las depositarias de estas formas tradicionales de encarar la salud.[15] Si se trata de enfermedades comunes, ellas confían mucho más en la efectividad de la sabiduría heredada de sus ancestros que en la medicina oficial, aun reconociendo su eficacia en el plano de las enfermedades naturales. Al lado de esta especialista general, está la machi, especialista religiosa, generalmente mujer, que es la persona más capacitada en su concepto, para curar todo tipo de enfermedades, pero especialmente aquellas producidas por causas sobrenaturales.[16] Los saberes de ambos oficios comparten la percepción sagrada otorgada a la naturaleza, lo que en definitiva contiene el poder de la sanación. Ello no impide el uso en sus recetas de algunos "remedios de la farmacia".[17]

La sistematización de la etnobotánica chilota es reciente[18] y ha considerado valiosos estudios previos generales y particulares.[19] Este es un pueblo de raíz indígena, tempranamente mestizado con el español y que luego continuó su mestizaje con etnias más sureñas, en la medida en que estas últimas iban perdiendo sus territorios y posibilidades de vida en Chile austral. El estudio realizado en la isla de Quinchao,[20] que se encuentra separada de la Isla Grande de Chiloé por el canal de Dalcahue, remite a una población de alrededor de 9 mil habitantes, distribuidos en los poblados de Curaco de Vélez, Achao y Coñao. De las consultas sobre 160 especies, la población reconoce un 74 por ciento de

10 Véase Alba J.J. y L. Tarifa, 1993, Collado y Rubel, 1988.
11 Vease Martínez, J.L. 1998.
12 Véase Villagrán et al. 1983; Meza y Villagrán, 1991.
13 Véase también Donoso y Lara 1996; Smith, 1996.
14 Véase, por ejemplo Olivares 1995
15 Montecino y Conejeros, 1985: 9. El cronista González de Nájera que escribió en el siglo XVII, señalaba para el territorio mapuche, que no hay en los pueblos boticarios ni aun médicos, porque las mujeres lo son. Ibíd. 16.
16 Véase p.ej. Gutiérrez, 1984; Grebe, 1995.
17 Montecino y Conejeros, 1985: 25.
18 Véase Villagrán et al. 1983; Meza y Villagrán, 1991.
19 Cavada, 1914; Günckel, 1960; Muñoz, 1966; Troncoso y Torres, 1974.
20 Villagrán et al. 1983.



Científicos europeos han hecho varios análisis químicos y certificaciones sobre las propiedades curativas de más de una veintena de plantas y hierbas medicinales utilizadas ancestralmente por los mapuche. Para algunas organizaciones mapuche —integrantes de la coordinación de organizaciones e identidades territoriales—, este proceso sería una práctica de bio-piratería, pues se estaría en presencia de la apropiación de recursos genéticos y de conocimientos colectivos de sus comunidades por parte de instituciones extranjeras, que conllevarían a su patentación y posterior procesamiento y comercialización con carácter exclusivo. Foto: Nicolás Piwonka.

ellas por nombres vernaculares y les otorga usos específicos, siendo mayor el conocimiento sobre la flora nativa en relación a la adventicia; de este porcentaje un 20,7 corresponde al reconocimiento de especies con valor medicinal para los chilotes. Una década más tarde, se publica un nuevo estudio sobre la botánica chilota, esta vez con encuestas realizadas en isla Alao, localizada 40 kilómetros al sureste de la ciudad de Castro.[21] De las especies distinguidas por las botánicas, 77 son nativas y 33 son introducidas. Del total, la población nativa distingue 96 especies por su nombre vernacular y a 83 de ellas se les adscribe un uso conocido. Como en el caso anterior, mucho más se conoce sobre la flora nativa que sobre la foránea, destacándose varias categorías de uso entre las que se encuentran las plantas consideradas con propiedades medicinales y de eficacia simbólica.[22]

Extremo sur

La información conocida para el extremo sur del país, nos da algunos indicios del valor que los pueblos que vivieron en esos territorios, hoy prácticamente extintos, le otorgaron a la flora y confirma el uso extensivo y diverso que los indígenas hacen de los recursos vegetales. Estos pueblos prácticamente se extinguieron en forma dramática, paulatina y a veces brusca, esencialmente por la presencia y las acciones del hombre blanco quienes trajeron epidemias, enfermedades y alcohol a esta zona de refugio y, en episodios concretos, la crueldad y el etnocidio como ha sido claramente documentado.[23] En muchos casos, las noticias sobre los ona o selk'nam, alacalufes o kawésqar y yámana o aoenikenk, provienen de las misiones que se asentaron tempranamente en el extremo austral y que luego fueron sintetizadas por historiadores y antropólogos.[24] Dentro de los primeros, destaca la obra del padre Martín Gusinde, quien, refiriéndose a los yámana de principios del siglo XX, los denota como un pueblo sano y resistente antes de los europeos, de vida longeva y muy estoicos para soportar el dolor. Como en los otros pueblos, existió entre ellos un profesional, el 'yekamus', asociado al mundo de las ideas sobre los espíritus que poblaban su mundo y a la capacidad de estos de producir enfermedades, las que pueden sanarse con la ayuda de un "yekamus amigo". La mayoría de sus necesidades medicinales estaban orientadas a sanar dolencias producidas por accidentes, como heridas en la piel y quemaduras; sin embargo, debido al frío y los cambios de temperatura entre el fogón de la choza y el exterior, con frecuencia hubo reumatismo y en las personas de edad, afecciones respiratorias. Los remedios más frecuentes

21 Véase Meza y Villagrán, 1991.
22 Véase Meza y Villagrán, 1991.
23 Véase p.ej. Massone, 1982.
24 Véase p.ej. Steward ed. 1946.



fueron el ayuno, el agua y el calor, la leche materna y el aceite de pescado. Aunque Gusinde hace notar que viven en un territorio que "carece por completo de productos eficaces de carácter curativo",[25] en esta aseveración sin duda está presente una mirada europea de un modo de vida tan diferente. El mismo autor señala que los yámana usan las hojas frescas de canelo (*Drimys winteri*), frotándolas sobre zonas afectadas por calambres; mascar hojas de esta misma planta también se releva útil para las dolencias del estómago y el corazón; el liquen grande (*Usnea barbita*), se reconoce como eficaz contra la disentería y hay varias formas de prepararlo según sea la dolencia. Para combatir las cefaleas, en apariencia un mal muy generalizado, suelen golpearse la cabeza con un manojo pequeño de chaura, *Pertnettya mucronata*, cuyas hojitas terminan en puntas duras y filosas. Las heridas purulentas son curadas en invierno con tallos del grosor de un dedo del alga *Macrocystes* (en otra época puede usarse casi cualquier vegetal); la planta se sostiene sobre el fuego y la savia que cae por el otro extremo se deja gotear sobre la parte afectada; la resina de *Azorella* (yareta), se utiliza para frotar el cuerpo, siendo muy efectiva en caso de furúnculos, eccemas y afecciones cutáneas. Hay varios otros ejemplos registrados del uso de plantas por los yámana y que no sólo remiten al uso medicinal. Entre los alacalufe, por ejemplo, se consumían como alimento las frutas del coigüe y calafate silvestre, entre otras; todas estas diferentes poblaciones usaban con fines medicinales y alimenticios el apio silvestre (*Apium australe*).[26] Los selk'nam reconocieron una serie de 179 plantas aunque consumían sólo unas 45 de ellas; la mujer era la encargada de la recolección de plantas, pero todos recolectaban hongos y bayas como suplemento alimentario; una de las plantas preferidas de los niños era 'taiiu' *(Descurainia antarctica*), cuyas semillas cuando se preparan como una pasta tiene gusto a chocolate; la semilla cocida se almacenaba para usarla durante el año.[27]

Respecto del territorio insular de Isla de Pascua, Rauch (1996a) ofrece una evaluación de los recursos culturales del Parque Nacional Rapa Nui, del que se puede inferir diversos usos de la flora,[28] fauna y de cómo el terreno es utilizado para la agricultura, por parte de los pascuenses.

Decíamos inicialmente que una parte significativa de los conocimientos indígenas en relación al uso de la flora nativa con fines medicinales, se habían encarnado en el pueblo chileno. Esta población, por su condición mestiza, utiliza no sólo aquella, sino también la flora introducida a partir de la Colonia. Una síntesis cuidadosa sobre el tema ha sido preparada por un grupo interdisciplinario,[29] y hay también valiosos escritos previos y posteriores sobre la flora y la medicina tradicional del país que incluye el uso indígena y mestizo de las plantas.[30]

Hasta ahora en Chile, los pueblos originarios prácticamente no han patentado los conocimientos vernáculos o usos. No obstante, existe un manejo algo más formal y externo de la herboristería, particularmente en los pueblos andinos donde miembros de etnias originarias venden pequeñísimas cantidades de plantas medicinales, especialmente en ferias artesanales. En Chiloé, existe una pequeña farmacia de "remedios" naturistas y recientemente se han instalado en Santiago farmacias mapuche, atendida por personas de este pueblo.

Manejo agrícola

El manejo agrícola, la irrigación, la construcción de espacios para el cultivo de especies vegetales domésticas entre los pueblos originarios del país es diverso. Por una parte existen prácticas ancestrales que se conservan dentro del mundo andino y que pueden incluir toda una tecnología de terráceos,[31] manejo de la irrigación y una diversidad de cultivos, dentro de los que se incluyen cultivos del complejo cordillerano, como tubérculos y gramíneas, por ejemplo, papa, oca y quínoa. Más abajo en la gradiente altitudinal, en la zona de quebradas, un maíz genéticamente puro, que incluye tonalidades desde el azul al rojo pasando por gamas de amarillos, cada variedad con su uso definido, y al lado, el haba dulce y hortalizas. En otras comunidades se ha maximizado el monocultivo de orégano o ajo con fines de mercado.

En el territorio mapuche, huilliche y chilote, reina la papa y especialmente en Chiloé, hay variedades de papas, como la azul y la blanca. Cuando hay posibilidades de mercadeo, si las condiciones lo permiten, se adopta el cultivo del poroto.

Muchos de los cultivos de estos pueblos sureños, están más interdigitados con la economía de feria o de mercado, dependiendo de su vinculación con las ciudades.

Etnozoología

Los estudios sobre etnozoología son más escasos que aquellos vinculados con los conocimientos de la botánica y los pueblos originarios, aunque el conocimiento y comprensión indígena es análogo.

Como en el caso de las plantas, los animales tienen una enorme relevancia en el universo de significaciones de los pueblos originarios. Ellos son sujetos vinculados fuertemente a las distintas esferas de la realidad. Comprenden las relaciones de subsistencia, los antepasados y linajes, la representación de la organización social y ritual, los mitos de origen y de ese modo habitan en toda la oralidad de estos pueblos (véase, por ejemplo, Castro, 2004; Montecino, 2004; Plath, 1976, 1997; Rozzi, 2003).

Un notable trabajo de etnozoología ha sido publicado recientemente por el Dr. Rozzi et al. (2003), el que considera

25 Gusinde, 1946, Vol II(IV): 1436.
26 Véase Vega, 1995; Chapman, 1986.

***Página izquierda*: En Chiloé ha existido una gran riqueza genética de cultivares de papa (*Solanum tuberoso*). Tradicionalmente las comunidades campesinas cultivaban variedades nativas de papas que alcanzaban 800 a 1.000 cultivares, en épocas anteriores a la modernización agrícola. Por causas muy diversas, entre las que se pueden citar la introducción de semillas mejoradas y la aparición de enfermedades como el Tizón tardío (*Phythopthora infestans*), se ha generado un proceso erosivo de estos materiales, encontrándose en la actualidad una cantidad muy reducida de variedades y en zonas cada vez más apartadas del archipiélago.** Foto: Nicolás Piwonka.

27 Chapman, 1982.
28 Véase Reuch, 1996b.
29 Véase Farga et al. 1988.
30 Véase e.g. Medina E. 1981; Muñoz et al. 1981; Hoffmann, 1991, 1995.
31 Castro, 1988.



El cóndor ha sido considerado un animal sagrado en los Andes desde tiempos precolombinos. Ha sido representado como el mensajero de los dioses, por ser el que une los mundos andinos y por simbolizar una función político-religiosa relacionada con la muerte y la guerra. Actualmente, el cóndor mantiene sus características divinas entre la gente de los Andes, las cuales se manifiestan en ceremoniales y festividades, relatos orales y distintas connotaciones populares, como la buena suerte y la infidelidad. Foto: Renato Srepel.

básicamente el conocimiento yagán y mapuche sobre las aves. Villagrán et al. (1998) han publicado un estudio sobre bases bibliográficas, construyendo una etnozoología mapuche. Para el mundo andino del norte de Chile, existen dos publicaciones sobre etnozoología; uno sobre los aymara (Grebe, 1984) y otro sobre las poblaciones andinas de la segunda región (Castro, 1986).

Etnozoología andina

El conocimiento de la fauna en el mundo andino está íntimamente ligado a todos los niveles del paisaje; la fauna es otro integrante más del ambiente y se refieren a ella haciendo alusión a los lugares que habitan, de qué se alimentan y su utilidad práctica para el hombre. Además, subyacente a cualquier clasificación "andina" de los elementos del medio ambiente, existiría un orden cosmológico o natural en el que todos estos elementos tendrían un "dueño", ya sea hombres, divinidades o antepasados. Existe un tiempo mítico primigenio donde los gentiles o chullpas habitaron la tierra antes de la salida del sol; eran seres sabios en íntima comunicación con la naturaleza (Castro y Martínez, 1996). Se cree que en aquel tiempo hombres y animales eran en alguna forma "lo mismo"; esa época es conocida como el "tiempo inquieto" porque los hombres y las bestias intercambiaban sus formas fácilmente, cosa que hoy en día ocurre muy rara vez (Platt, 1976). En este tiempo anterior a la domesticación de los animales y plantas, la llama de los chullpas (los antepasados antes del Inka), era la vicuña; la perdiz o *p'isaqa* su gallina; su quínoa y papas corresponden a variedades silvestres actuales. Los gentiles están asociados a una estado "presocial", donde existía continuidad entre los seres humanos y las deidades.

La primera y más importante distinción efectuada es entre los animales domésticos y silvestres, es decir, aquellos que son propiedad del hombre y este los cuida, y aquellos que viven libres en el campo y no tienen dueño, dicotomía que se expresa en los términos 'uywa' (animal criado con dueño) y 'sallka' (animal salvaje sin dueño), compartida en las lenguas aymara y quechua. Esta dicotomía sería resultado tanto de la experiencia del hombre andino como de las creencias con respecto al origen de los animales (Grebe, 1984), aunque existen algunos animales en una categoría intermedia, animales silvestres susceptibles de una semidomesticación, los que son criados con diversos fines, como el burro silvestre, el quirquincho, el suri, la parina, vicuñas, distintas clases de pato, y el jilguero (Castro, 1986; Romo, 1998). Además, hay un subgrupo de animales y plantas que pertenecieron a los antepasados míticos, los gentiles.

La fauna silvestre es fuente de profundas y detalladas observaciones; los pastores andinos al salir al campo están continuamente rastreando huellas y señales en el suelo y escudriñando cielos y horizonte en la búsqueda de los animales y aves que por allí transitaron. Primeramente podemos decir que los animales se distinguen por el conjunto de sus atribu-

tos, entre los que podemos mencionar como los más relevantes, el hábitat en el que viven (la quebrada, la vega, el cerro, la pampa); la morfología o aspecto externo de los animales, fundamental para su identificación, siendo junto a la forma y colorido, de importancia decisiva, los ruidos y cantos que emiten, la forma y localización de sus huellas o fecas, etc.; su comportamiento y hábitos, como por ejemplo la hora en que "salen" (hábito diurno o nocturno), la época del año en que "llegan" o si "hay año redondo" (estacionales o permanentes), si son "carnívoros", "basureros", "come gusanos" "come barro", "come flores", etc. Por último, es importante la relación que tiene el animal con el hombre, pudiendo tener una valoración positiva, en el caso que tenga alguna utilidad como alimento, medicina, animales utilizados en rituales o pagos; o negativa, cuando ocasiona algún tipo de daño a las personas o a su trabajo (depredación del ganado o chacras, seres de mala suerte o anunciadores de desgracia, animales que pican o muerden, etc. (Romo, 2001).

A través de los elementos antes nombrados se identifican las distintas especies, de una forma comparativamente no tan sistemática, en relación a lo que se ha estudiado de la flora andina. Sin embargo, en algunos casos se encuentran denominaciones colectivas para algunas familias de animales como los patos, zorros, ratones, culebras, lagartos, mariposas, hormigas, moscas, arañas. Dentro de estas agrupaciones, suelen existir denominaciones específicas para las especies, hecho que se observa especialmente dentro de los mamíferos y aves. Finalmente tenemos las distinciones a nivel de especie, encontrándonos con predominio de nombres simples (una sola palabra), por ejemplo, quirquincho, y sólo en algunos pocos casos denominaciones binominales, como por ejemplo, pato jerga o mosca *wairura* (Romo, 2001).

Por otra parte los diseños que aparecen en el arte rupestre o geoglifos nos pueden dar la clave de los atributos que distinguen las diversas especies. Por ejemplo, Castro señala que los guanacos y vicuñas se distinguen por su color, los gatos o felinos, por su larga cola; las vizcachas por sus orejas; la lechuza por sus ojos; el cóndor por la forma de posarse en la tierra. Otros animales identificados fueron llamo, perdiz, *wallata*, culebra y gusano (Castro y Gallardo, 1996: 88).

Mención especial merecen las plantas y animales de los gentiles antepasados míticos que poseen una ligazón simbólica con lo natural y sintetizan la idea de fertilidad y abundancia agrícola (Martínez, 1976). Cada planta cultivada o animal doméstico actual corresponde, según Cereceda (1990), a una especie de planta o animal que, apareciendo hoy como silvestre, inútil e incluso dañina para el hombre actual, sirvió de sustento o perteneció a los chullpas. Características de estos cultivos de los abuelos es que surgen en forma espontánea y no pueden ser consumidos por las personas, o su calidad no es óptima para el consumo humano. Tenemos el caso de la papa y la quínoa de los abuelos, y en el caso de los animales, la liebre y el gato montés. Estos dobles silvestres de los animales domésticos actuales estarían reunidos bajo el adjetivo 'k'ita' (Cereceda, 1990), por lo que resaltamos *kitaconejo* (liebre) registrado en Ollagüe (Romo, 2001) y *kitamishi* (mishi gato en quechua, gato montés) registrado en Toconce (Castro, 1986); ambas corresponden a especies silvestres, las que asocian con animales domésticos (conejo y gato) y que resultan perjudiciales para el hombre porque destruyen cultivos o atacan a los animales domésticos.

Algunos animales con connotaciones mágico-sagradas encontramos entre los felinos, tales como el 'chullumpe' (ave acuática), el 'cóndor', el 'águila', el 'quirquincho', el 'vaserro' (culebra), el 'jaririnko' (lagarto), y el 'jampato' (sapo). Aquí también podemos incluir a los 'cargueros', animales encargados de transportar y custodiar las riquezas de los 'mallkus' (montañas sagradas): la vicuña, el guanaco, la rana, el cóndor y el águila, el 'waycho', el lagarto (Castro, 1986). Por ejemplo, el 'awatiri' (*Felis colocolo*) y el 'tite o kitamishi' (*Felis jacobita*), ambos felinos, se asocian con el culto al ganado y, según Grebe, sería el pastor sobrenatural del ganado silvestre del espíritu de la montaña, y sabe silbar como pastor (Grebe, 1986); embalsamado, preside los floreos, simbolizando al pastor de la tropa (Van Kessel 1996a). El cóndor o 'mallku' (*Vultur gryphus*) sería la gallina de los 'achachila' o gentiles y se encuentra ligado al culto de los cerros (Van Kessel, 1996a: 51; Van Kessel 1996b; Cereceda, 1990), se le hacen mesas para el cierre del carnaval y para tener éxito en las transacciones comerciales (Grebe, 1984). Sus huesos eran usados para confeccionar flautas de pan. A su carne se le atribuyen propiedades medicinales, como retardar el envejecimiento (Castro, 1986) y sus plumas también serían medicinales. Otra ave importante es la *parina* o flamenco (Phoenicopteridae). Hay tres tipos diferentes: 'tococo' (*Phoenicopterus chilensis*), la más bella; 'jototo' (*Phoenicoparrus andinus*), con las plumas más rosadas; y 'chururu´ (*Phoenicoparrus jamesi*), ligeramente más blanca. Sus plumas se utilizan en diversos rituales, para la lluvia, la tierra y curación de enfermedades (Castro, 1986; Romo, 1998); los huevos de parina se consumen e intercambian y supuestamente también tienen propiedades medicinales (Castro, 1986; Mostny et al. 1954; Romo, 1998).

Una mención especial nos merece el picaflor, antigua deidad regional del área atacameña a la que denominaban 'Sotar Condi', el que es descrito en un texto de extirpación de idolatrías del siglo XVII "como aquel a quien todos los indios de estas Provincias teniamos por Dios teniendolo nuestro Padre en la mano bestido de cumbe con su pillo [cintillo] y Plumas en el de oro y Pájaro flamenco..." (Castro, 1997). Esta habría sido una deidad de tiempos del inca o inclusive anterior y reafirmada como tal bajo su dominio. Sería una deidad asociada al punto cardinal oeste, las montañas y lugar de los difuntos, cualificado desde los tiempos coloniales hasta la actualidad como el pájaro que "renace". El antiguo sacerdote indígena le otorgaba un poder de mediación con los dioses cuando lo invocaba. Se dice de los picaflores que desaparecen en invierno para retornar en primavera, haciendo referencia al fenómeno de sopor o letargo estacional durante el invierno austral. Según algunos autores, eran considerados embajadores divinos de esta estación, en que se abren los capullos y empiezan a germinar las plantas, de modo que contienen todo un sentido de la fertilidad (Castro, 2004).

Otros animales de importancia ritual son el ratón amo (*Abracoma cinerea*) y 'waycho' (*Agrinomis* sp.); su guano es

utilizado en rituales mortuorios y además tienen usos medicinales (Aldunate et al. 1981; Romo et al.1999). Además, existen una serie de animales que son importantes debido a que aparecen reiteradamente en distintas expresiones culturales, lo que sin duda está relacionado con su significación simbólica. Hay motivos presentes en geoglifos: llamas, aves, lagartijas, serpientes felinos (Núñez, 1976); animales presentes en relatos tradicionales: zorro, puma, perdiz, quirquincho, cuy, vicuña, vizcacha, grillo, 'wayata', 'parina', cóndor, halcón, 'suri' (ñandú), colibrí, loro, paloma, zorrino, sapo, culebra, lagarto y ratón (Munizaga y Gunckel, 1958; Van Kessel, 1994).

Otra creencia es que en tiempos remotos el espíritu de la montaña (*mallku*) era poseedor de todos los animales; después el hombre recibió del mallku, en calidad de préstamo indefinido, ciertos animales que domesticó: la llama y la alpaca. No obstante, el mallku se reservó el privilegio de retomar, requisar, o provocar enfermedad o muerte a dicho ganado en el caso de que el hombre le diese mal trato o no ejecutase los ritos de rigor para propiciar su fertilidad y bienestar. Por ello, los dueños del ganado deben realizar vilanchas (ofrendas y sacrificios) a los espíritus de la montaña. Por su parte, el mallku también posee su propio rebaño, constituido por los animales silvestres que sólo él controla (Grebe, 1984). De esta forma, se establecen una serie de interrelaciones tendientes a mantener el inestable equilibrio de fuerzas, en la forma de ofrendas y pagos, entre los dueños de estos elementos, dándose así las necesarias relaciones de reciprocidad.

Etnozoología del sur de Chile

Villagrán et al. (1998) ha entregado una valiosa síntesis de la etnozoología mapuche, de acuerdo a la bibliografía existente a fines de la década de los noventa. En esta investigación, se analizaron 389 nombres mapuche de animales correspondientes a 258 taxa de vertebrados y 131 de invertebrados. Las propiedades y relaciones consideradas en las denominaciones aluden al aspecto, ya sea por color, tamaño o forma del animal, a la conducta, al hábitat, al uso. Otros nombres son onomatopéyicos, imitando el canto de las aves.

La mayoría de los nombres mapuche para la fauna corresponde a nombres propios adjudicadas a una sola especie biológica, es decir, son etnocategorías específicas.

Alrededor de un poco menos de un tercio del total, sin embargo, agrupan etnocategorías genéricas que comprenden diversos grupos de animales, a través de los cuales es posible acceder al sistema de etnoclasificación mapuche.

Las clases de etnocategorías genéricas corresponden a agrupaciones que consideran el aspecto general del animal (clases de formas de vida). También la semejanza entre algún atributo de una especie importante con otros taxa permite conjuntos por similitud o clases analógicas. En el caso de taxa poco conspicuas, como por ejemplo los insectos, es común el reconocimiento de grupos de especies muy semejantes entre sí y que corresponderían con agrupaciones naturales como géneros y familias, de la sistemática biológica (clases taxonómicas).

También se registran agrupaciones basadas en el uso (clases utilitarias), como el caso de los mariscos o 'küfüll', que incluyen plantas y animales muy distintos entre sí, pero que comparten el hecho de ser recolectados para la alimentación. Estas clases de etnocategorías parecen situarse en un mismo nivel de jerarquía ya que indistintamente, todas incluyen especies subordinadas. Esta situación es única por comparación con etnoclasificaciones de otras etnias, que son más rígidas (op. cit. 1999: 595).

La integración del mundo animal a la cosmovisión mapuche es evidente en las representaciones simbólicas de algunos grupos de animales, principalmente reptiles, aves y mamíferos que aparecen en los mitos y relatos; en las referencias a animales en relación con el uso del ecosistema y las denominaciones del entorno geográfico (zootopónimos), y en la mención de animales en los apellidos (patronímicos). Entre los distintos grupos zoológicos destaca la significativa recurrencia de reptiles en los relatos míticos mapuches, apareciendo la serpiente, 'filu', 'iway', como un personaje central en ellos. Conocido es el mito que narra el conflicto entre las serpientes 'kay kay' y 'trengtreng' (trentren, tenten), dueñas de las aguas y de la tierra respectivamente. Este mito es central en la cultura mapuche y explica el origen de las generaciones y la procedencia de los linajes que tienen nombre de peces. En cuanto a la presencia de anfibios, destaca 'arümko' (*Bufo chilensis*), cuidador de la pureza de las aguas. También se le llama 'ngenco' (Ibíd. 604).

Entre los mamíferos, hay varios animales significativos en este contexto. La nutria de mar (*Lutra felina*), 'ñullñull', es patrona de los mares y tiene su análoga mitológica en 'llullllul' o 'ngenlafken', animal mitológico, dueño del mar y de los lagos, representado como un gato marino que reproduce el ruido del mar. Lo respetan y lo invocan para tener suerte en la pesca (Platt, 1996, en Villagrán et al. 1998: 604). Aún más popular en los relatos son los zorros chilla o 'ngürü', 'kulpew' y 'payne ngürü' (*Pseudalopex griseus, P. culpaeus y P. fulvipes*). Relatos pehuenche destacan la importancia de 'kulpew' y otros mamíferos como el 'nawel' (tigre) y el 'pangi' o 'trapial' (puma), como animales tutelares entre los mapuche (Villagrán et al. op. cit.: 605).

Las aves y, en general, los animales voladores representan para los mapuche la encarnación de espíritus de antepasados muertos recientemente, que anuncian buenos y malos augurios. Las aves nocturnas, por ejemplo, (*kongkong, chucho, nuko, chiwüd*), son anunciadoras de mal agüero. El *keltewe* o *trile* es considerado benéfico, pues ayuda en la vigilancia de las casas; sin embargo, también puede anunciar la muerte del jefe de familia, cuando vuela en círculos sobre su casa y luego se encamina hacia el cementerio.

El *ñamku* o aguilucho (*Buteo polyosoma*) es considerado un ave amiga que cuida los rebaños y es saludado con respeto. *Mañke*, el cóndor, recibe un trato de veneración y respeto, invocándolo como un padre, un hermano, un amigo (Villagrán y otros, 1998: 605). El cóndor (*Vultur gryphus*), reúne las virtudes de ser *kimche* o persona sabia, *norche* o persona que ama la justicia, *kümeche* o persona bondadosa y *newenche* o persona poderosa o gobernante. Hoy se encuentra en estado de extinción (Rossi 2003: 119).



Lobo de mar en el fiordo Leptepu, costa entre Chaitén y Río Negro. Los viejos más viejos entre los araucanos son los que saben de lo que pasó en los tiempos del Diluvio. Ellos son los que recitan decenas de leyendas del ciclo de Elal, donde el mítico héroe-dios, el creador de los tehuelche, se relaciona con los animales y organiza la creación poniéndola al servicio del hombre. Allí aparecen animales fantásticos, pero ya con sus atributos característicos: el zorro, el jaguar, el puma, la serpiente, el piche, el lobo marino y la ballena, entre otros.
Foto: Nicolás Piwonka.

Lo más notable, sin embargo, son las analogías de las conductas de algunas especies como el pato 'ketrü', el 'choyke' y el 'trile', con la organización social mapuche y su representación ritual en la ceremonia del nguillatun.

La etología del pato 'ketrü', es el puntal de la imagen del propio sistema de organización mapuche. En su organización social, guiada por los principios de parentesco patrilineal, exogamia y patrilocalidad, es el hombre quien trae a su pareja desde afuera de su comunidad y a la mujer a quien le corresponde salir de la suya para vivir en la comunidad de su esposo. Esta situación se asocia al simbolismo del *ketrü metawe*, jarro en forma de pato 'ketro'. Este sólo se encuentra en posesión de las mujeres casadas y simboliza, según Dillehay y Gordon (1977), una analogía entre el sistema patrilocal de los mapuche y la etología relacionada con la defensa territorial y la unidad de pareja del *ketro*, junto con las etapas críticas en la vida de la mujer (Villagrán et al. 1998: 609).

En el ngillatun, el 'choyke' o avestruz es representado en un baile, donde los hombres mapuches danzan imitando los movimientos del 'choyke' en el ritual del cortejo. Según Foerster (1995), en este baile del *choykepurun*, se representa el sistema patrilineal de la sociedad mapuche, por analogía entre este sistema social y la conducta del 'choyke', en la que el macho es el que incuba los huevos puestos por la hembra, actuando como el protector, proveedor y sustentador de la familia. El hombre mapuche cumpliría estas labores y sería quien, a través de su apellido, le entregaría un sentido de pertenencia a un linaje y lo ubicaría dentro de la sociedad mapuche (op. cit.: 610).

Rozzi et al. entre los que se cuenta el poeta Lorenzo Aillapan y la científica Francisca Massardo, han publicado recientemente una "Guía multiétnica de Aves de los Bosques Templados de Sudamérica Austral". De esta obra nos interesa destacar algunos ejemplos vinculados a la etnozoología yagana, pueblo casi extinto del sur de Chile y cuyas voces en este caso corresponden a las enseñanzas de las hermanas Úrsula y Cristina Calderón.

Ellas han relatado más de una historia vinculada a las aves; conocen mucho de su ambiente y su sabiduría la transmiten a través de la palabra. En los bosques del archipiélago del cabo de Hornos habita el carpintero negro o carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*), cuyo nombre es 'lana' o 'kanára' en yagán y 'kürüpütriu' en mapudungun. Según Juan Calderón, abuelo yagán, el origen de esta ave se remontaba a la época cuando los pájaros todavía eran humanos. En ese tiempo, un chico se enamoró de su hermana y aunque trataron de no estar juntos, sucumbieron finalmente a su amor. Ahí se convirtieron en pájaros y vivieron siempre juntos en los bosques.

'Omora' es uno de los nombres yagán para el picaflor chico o colibrí (*Sephanoides sephanoides*), conocido también como 'sámakéär' en la misma lengua y 'pinda' en mapuche. *Omora* es un visitante ocasional del bosque austral, considerado por el pueblo yagán como un ave a la vez que

como un pequeño hombre o espíritu que mantiene el orden social y el orden ecológico.

Hoy la figura de Omora inspira una iniciativa de conservación integral en el cabo de Hornos (Rozzi, 2003: 99).

Manejo de rebaños, humedales y pastizales

Dentro de las grandes categorías de paisaje, los pobladores privilegian el uso de formaciones vegetales azonales, entre las que destacan las vegas y bofedales, por su valor para las actividades pastoriles. En el piso altoandino, extensos sectores del altiplano están ocupados por el bofedal o *hok'o*, turberas dominadas por especies diminutas, que conforman cojines duros, en situaciones con acumulación de agua edáfica; a menor altitud, en el piso puneño, muchas de las especies del bofedal crecen formando franjas que bordean los ríos y esteros del fondo de las grandes quebradas de la precordillera (Villagrán y Castro, 1997). Vegas y bofedales reciben cuidados especiales de parte de los pobladores con el fin de maximizar sus pastos. A veces son regados con aguas de fuentes cercanas; en ocasiones se practica la roza e incluso se efectúan transplantes de champas (Villagrán y otros, 2003).

Las actividades vinculadas al manejo de los recursos forrajeros de los ecosistemas andinos de la región generan un tipo de asentamiento humano disperso y transitorio, distinto a la vivienda aglutinada que caracteriza a los pueblos. El asentamiento se articula en torno a un núcleo aldeano central y varias localidades menores dependientes de este, tanto agrícolas como ganaderas. Para las labores pastoriles se utilizan las estancias, en las cercanías de las vegas, bofedales y quebradas, y en los ámbitos de distintos pisos ecológicos. Donde hay recursos importantes, las estancias pueden constituirse como un caserío no aglutinado, el cual puede llegar a ser ocupado en forma permanente. Las camas de arriero son grandes abrigos rocosos, localizados en taludes de altas quebradas y cerrados por un muro, que permiten estadías de hasta una a dos semanas. Los balconcitos son aleros rocosos más pequeños que se usan durante un día, ocasionalmente dos. Por último, se construyen muritos con unas pocas hiladas de piedras, para protegerse del sol y el viento o para cazar, mientras se pastorea (Aldunate y Castro, 1981).

El patrón estanciero está estrechamente vinculado al pastoreo y el espacio ocupado pertenece a una comunidad determinada a la que los dueños de estancias reconocen como su núcleo originario. El territorio de cada comunidad está conformado tanto por el área en que se localiza el pueblo, como por las zonas aledañas que son ocupadas con fines económicos o sociales por la comunidad. El espacio reconocido por cada una de las comunidades está delimitado por marcadores naturales o por apachetas. Múltiples mecanismos, especialmente aquellos basados en lazos de parentesco, posibilitan el usufructo del territorio y tejen la trama social intercomunidades (Villagrán y Castro, 1997).

En la XV y I Región el sistema de usufructo de bofedales y el manejo ganadero ha sido estudiado por Gundermann (1984). En la II Región, se cuenta con estudios para territorios altoandinos como Ollagüe (Romo, 2003) y Talabre, en el salar de Atacama (Morales, 1997). Para ejemplificar, consideraremos un caso de la II Región del país en la zona de río Salado —Loa Superior—, que comprende comunidades asentadas entre los 3.000 y 4.200 metros de altitud (Villagrán y Castro, op. cit.).

Llamas. Dentro de la visión andina, se considera la mayor riqueza tener un rebaño de llamas numeroso, por su valor ceremonial y práctico, su lana, y como un ahorro frente a gastos imprevistos de la unidad familiar. Cada llama provee en la trasquila entre seis y ocho kilos de lana. Salvo muerte por accidente, no se consumen ni venden sino en ocasiones de ceremonias específicas, dentro de un ciclo calendárico religioso anual bastante lleno de conmemoraciones, casi mes a mes en promedio. Las llamas son las que tienen más movilidad y su ciclo anual comprende distintos pisos ecológicos.

Alpacas. A principios de 1990, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ofreció a cada unidad doméstica el regalo de cinco alpacas, a condición de que luego les fuera devuelto un ejemplar. Todas las unidades que se consideraron capaces de cuidarlas aceptaron el total ofrecido, o al menos, un macho y hembra reproductivos. En los pisos más bajos (300 msnm) las alpacas se mantienen todo el año en la vega, específicamente en el corral y alimentadas especialmente con alfalfa; en la mañana y en la tarde se llevan a la vega a comer pasto fresco y tomar agua. En lugares más altos (3.400 y más msnm) la alpaca se deja libre en la transición tolar-pajonal, pero en un radio relativamente cercano al pueblo. Hay suficiente variedad de pastos frescos y agua para que beban en las vertientes.

Ovinos. Son mayoritarios en las vegas. En los pueblos también se mantienen ovejas, las cuales reciben pasto (alfalfa y unquillo) en el corral, antes de mediodía; después son conducidos a la vega por el pastor y su(s) perro(s). Esta especie no puede pastear sola, como es el caso de las llamas y alpacas. Se les lleva también a la quebrada; se utiliza además la broza de las andenerías y las champas del canal de riego.

Caprinos. Se les maneja en forma similar a los ovinos. Su número es menor al de las ovejas y llamas. Aunque son valorados por su leche (para elaborar quesos, consumo familiar, intercambio interno y venta), son considerados remolones para pastorearlos y más lentos que las ovejas. Un caso de manejo reciente se desarrolló en la localidad de Turi. Los lugareños organizaron una cooperativa para poner en marcha una lechería, con el fin de producir queso de cabra. El resultado fue tan exitoso, que incluso el producto se comercializó en supermercados de Calama.

Burros. Se cuenta con algunos de estos animales principalmente para transporte y carga, a veces en pequeñas recuas para el intercambio entre comunidades. Hasta mediados del siglo XX, caravanas de llamas partían de Copacoyo y Toconce hacia Atacama, en marzo y abril, época de recolección de los frutos de chañar y algarrobo en los oasis de pie de puna. Los arrieros —caravaneros— iban en burro, conduciendo de diez a veinte llamos cargados con charqui, carne y llamos para intercambio.

El origen de los rebaños se genera por los regalos de padres, padrinos y a veces tíos, a partir del nacimiento de los hijos de cualquier sexo, el corte de pelo del niño,[32] habitualmente al año de vida, y también cuando cualquier hijo forma familia

independiente, aportando cada miembro de esta nueva unión su parte de ganado. El niño puede poseer a los cinco años, de dos a cinco animales o más, adscritos al rebaño familiar hasta que constituya definitivamente su propia unidad doméstica. Se suele regalar en todas estas ocasiones una pareja de llamos, otra de corderos y una o dos cabras. Dentro de un sistema de reciprocidad simétrica, las familias pueden regalar de uno a un par de ejemplares por especie si una unidad doméstica, por razones diversas, llega a quedar sin su rebaño. Un modo de aumentar el ganado es por la herencia en vida de abuelos y padres o a su fallecimiento.

Hay una forma diferente de origen de los rebaños en la concepción de los pobladores: algunos cerros tutelares[33] (*mallku*, específicos para cada comunidad y también regionales) han "prestado" a los seres humanos el ganado camélido y son los que permiten la reproducción del mismo.

El rebaño es objeto de rituales propiciatorios para su multiplicación, como es el "floramiento", en diciembre-enero, a veces febrero, y el "rodeo",[34] que incluye como parte necesariamente preliminar la *cchuya*, (purificación o limpia ceremonial del ganado), durante junio. Ambos meses tienen celebraciones cristiano-indígenas[35] y son coincidentes con ciclos de parición del ganado. En el rodeo sólo una proporción de cada especie es enflorada, pero el ritual entero en términos de discurso, presencia de un *yatire* y ofrendas, es muy similar al floramento estival, de carácter más colectivo y en que se enflora a todos los animales.

El pastoreo es realizado por mujeres, niños de ocho a diez años de ambos sexos, adolescentes, o personas de edad mayor a los sesenta años. No obstante, existe toda la flexibilidad necesaria, de acuerdo a las situaciones particulares de cada unidad doméstica, por ejemplo, cuando disminuye la cantidad de pastores porque los niños deben ser enviados a escuelas de concentración de frontera o a la ciudad más próxima; el servicio militar obligatorio para los muchachos; trabajo de minería, ferrocarril, turbinas, vialidad u otros servicios, en el caso de los jefes de familia. Para solucionar la falta de pastores se recurre al pasteaje, por períodos definidos entre las partes; así, una pastora puede tener una cantidad en pasteaje, por ejemplo, de 30 corderos para pastorearlos con los propios, si su rebaño no excede de unos 60 a 70 ovinos. Muchas pastoras que quedan solas por tiempos prolongados

32 Costumbre andina que se practica al año de vida.
33 Véase V. Castro, 2000; Castro y Aldunate, 2003.
34 En solsticio de invierno.
35 Santos de especial significancia en el mundo andino en su conjunto, como San Antonio, patrono de los llamos o San Juan de las Ovejas. Castro, 1997a.



Sea por su lana o por su valor ceremonial, en la visión andina se considera la mayor riqueza tener un rebaño de llamas. Salvo muerte por accidente, no se consumen ni venden sino para ceremonias específicas. Foto: Renato Srepel.

reciben niños de entre diez y doce años por un período de diez a doce meses, originarios de pueblos de Lípez de Bolivia, a quienes enseñan a pastorear, a hilar lana, tejer sogas y otras artes de la textilería que se realizan mientras se pastorea (Villagrán y Castro, 1997).

Rotación ganadera

En los pueblos, los ganados son mixtos, pero muy rara vez se ven las llamas, ya que son las que tienen más movilidad dentro del sistema andino de manejo ganadero. Como ya se dijo, ovinos y caprinos tienen un régimen de pastoreo diurno, con pastor y perro, y con preferente usufructo de la vega. La alpaca es mantenida todo el año en la vega. Con respecto a las llamas, se pastorean solas en vegas, en el campo tolar, en el cerro o pajonal altoandino, o lo llevan por períodos diferentes de tiempo a los bofedales altoandinos. La práctica de diversificar el forraje es múltiple. Si ha llovido entre febrero y abril, se privilegian las estadías por una o dos semanas con el ganado ovino y caprino, en estancias por el campo. Así, los animales comen una cantidad de pasto fresco y pastos de lluvia, diversificando su alimentación.

De acuerdo a las entrevistas realizadas, se puede establecer el siguiente esquema general del ciclo anual del ganado, tomando como ejemplo el manejo de la vega de Turi, situada a los 3.000 metros de altitud:[36]

Septiembre a marzo:	Vega
Abril a mayo:	Campo
Junio a agosto:	Quebrada

El largo período de uso de la vega de Turi es complementado con alfalfa, forraje adveno, tradicional desde tiempos coloniales, cultivado especialmente para la mantención del ganado en el corral, durante las épocas más secas o de festividades. De septiembre a octubre y de enero a febrero, el ganado subsiste preferentemente del pastoreo en la vega, con permanencia de seis a once horas diarias. En noviembre y diciembre, el ganado es alimentado con alfalfa por la mañana y llevado a la vega a mediodía, hasta aproximadamente las seis de la tarde.

Desde marzo a mayo, inmediatamente después de las lluvias estivales (invierno altiplánico), el ganado es llevado al campo a pastorear y consume preferentemente la rica flora de herbáceas que se desarrolla en este tiempo. De acuerdo a Aldunate et al. (1981), el concepto de campo involucra la pampa semidesértica y el matorral o tolar. En el campo, el animal se alimenta de malva (*Tarasa tenella*), pingo-pingo (*Ephedra breana*), tamor (*Adesmia atacamensis*), mutucuru (*Hoffmannseggia eremophila*), cebadilla (*Eragrostis peruviana*), lukupa (*Silvaea pachyphylla*), añagua (*Adesmia spinosissima*), kiri (*Chuquiraga kuschelii*), bailahuén (Haplopappus rigidus), chachacoma del burro (*Senecio atacamensis*), lampaya (*Lampaya medicinalis*), rosa (*Junellia seriphioides*), hediondilla (*Polyachyrus carduoides*).

36 Naturalmente el manejo ganadero en los bofedales altoandinos es diferente.

En los meses de invierno, de junio a agosto, el ganado es llevado a quebradas abrigadas, donde consume brea *(Tessaria absinthioides),* unquillo *(Juncus balticus*) y grama (distintas especies de *Distichlis*). Algunos sectores de la vega son irrigados entre mayo y agosto, de modo que, no existiendo fuertes heladas o vientos, es también posible su uso en este tiempo.

Dos factores han determinado la merma de las actividades agropecuarias de los altos Andes del Loa Superior. El primero reside en la segmentación de la amplia territorialidad con que contaban los pobladores, antes de la guerra de 1879. Tanto Toconce como Cupo se constituyeron como pueblos en el primer tercio de este siglo, pero el primero aparece mencionado en el siglo XVII; antes de la fijación de los actuales límites de Chile, eran territorio de estancias de originarios de Ayquina y de pueblos de Sud Lípez (Aldunate et al. 1986). El segundo factor ha sido la destrucción de los bofedales altoandinos de la subregión de San Pedro, hecho que prácticamente ha paralizado el manejo ganadero tradicional del altiplano en el Loa Superior. En efecto, la extracción indiscriminada del agua de las tierras altoandinas de la vertiente occidental de los Andes ha determinado profundas alteraciones del paisaje natural y restringido extraordinariamente el área de bofedales y, por lo tanto, las actividades humanas tradicionales vinculadas a este recurso (Castro 1997b).

Así, las actividades del pastoreo de camélidos, con uso rotativo del bofedal y del cerro, como es característico en los ambientes de altura, se está realizando sobre la base casi exclusiva de los pajonales del cerro. Solamente persiste el manejo de pequeñas franjas ribereñas de bofedales en Linzor, Siloli, Cabana y Ojos de San Pedro, aunque en el presente, sin cultivos de altura.

En ciertos sectores de la subregión río San Pedro merodean las vicuñas, las que hasta el primer tercio de este siglo, se entrampaban en huaycos (hondonadas angostas), con el fin de obtener su lana. En ocasiones, las vicuñas machos se cruzan con las llamas hembras. A estos animales se los denomina cruzados, aunque la gente conoce el nombre de 'huari' que se usa normalmente en los Andes. Estos cruzados se adaptan bien al rebaño de llamas, pero son más esquivos.

Comunidades rurales y costeras rurales

En nuestro paisaje rural perviven tradiciones con raíces en los pueblos originarios como también tradiciones de la ruralidad europea en un proceso de cambio debido a la inclusión de modelos y elementos de la cultura moderna. El cruce de estas tradiciones ha modelado a través de sus actividades este espacio, generando un mosaico donde interactúan paisajes naturales y paisajes culturales, produciéndose la fragmentación de los hábitat silvestres. Se entremezclan parches de bosques, humedales, praderas, cultivos, asentamientos y caminos. Hoy, con el auge de las plantaciones y diversas técnicas de la agricultura moderna, en muchas zonas de nuestro país este paisaje está en un proceso de cambio acelerado por la integración a los mercados internacionales.

En el año 1996 había 811.705 personas trabajando en el agro, ya sea agricultura familiar o campesina, habitantes rurales sin tierra trabajando asalariadamente y, crecientemente,



La cultura alercera huilliche es un componente importante de la etnia mapuche y ésta, a su vez, forma parte de las tradiciones milenarias del sur de Chile. Las cualidades de la madera del alerce, como su maniobrabilidad y capacidad de resistir la putrefacción, la han convertido en un material de construcción y ornamentación muy apreciado, tanto en el período colonial como durante la República y hasta la actualidad. La manipulación del alerce se asocia a una cultura cordillerana del alerce que articula un modo particular de relación con los elementos de la naturaleza. En ella habitan criaturas y poderes espirituales y sobrenaturales (ngen mahuida, lafquen y ko: bosque, mar y aguas). Fotos: Luis Cárdenas y Alejandro Escobar, CONAF.

mano de obra urbana que concurre a labores en el sector silvoagropecuario (Ramírez y Foster, 2003). La dinámica del modelo de desarrollo económico actual está cambiando los usos de suelo campesinos tradicionales, transformándolos de agrarios a forestales, o de agrario tradicionales a agrario exportadores. Hoy tenemos movimientos de población desde el campo a la ciudad, y también desde las ciudades hacia las áreas rurales, como flujos de mano de obra, (Romero y Órdenes, 2003). Un ejemplo de ello son las comunas de Constitución (VII Región), Coelemu y Curanilahue (VIII Región), zona donde se expandieron fuertemente las plantaciones forestales a partir de 1974, lo que se asocia con una alta tasa de sustitución del bosque nativo. Estos campesinos expulsados de su tierra, corresponden a medieros y pequeños propietarios que vendieron sus tierras a las empresas forestales (Lara et al. 1996).

En los ecosistemas agrícolas existe una biodiversidad planificada (cultivos, bacterias fijadoras de nitrógeno, agentes de control biológico y otros) y otra biodiversidad no planificada referida a organismos que permanecen en el sistema después de la conversión agrícola o los que han colonizado los hábitat circundantes. Existiría una relación inversa entre la maximización de la producción agrícola y la biodiversidad, debido a los procesos de contaminación de nitrato y plaguicidas en cursos de agua, y la degradación del suelo y de los ecosistemas.

Los campesinos desarrollaron, sobre la base de conocimientos tradicionales, técnicas que hoy son revaloradas y revitalizadas bajo el concepto de "modelos agroforestales" o "agroforestería". Esto es, la combinación de diversas especies de cultivos y/o ganado en un mismo espacio productivo, bajo distintas formas de ordenamiento o en diferentes períodos. Se combinan así la producción de alimentos, forrajes, materiales para la construcción y combustibles, con especies

que tienen como finalidad dar protección a suelos, cultivos y animales, o la protección de áreas frágiles como laderas o riberas de cursos de agua (Romo, 2003; Vargas y Sotomayor, 2004). De la misma forma, se conservan en nuestras zonas rurales diversas tradiciones —entre ellas culinarias—, que fomentan el cultivo de especies que no son comerciales pero que sin embargo siguen produciéndose para el autoconsumo (Montecino, 2004).

Si bien hasta ahora la conservación en esta matriz natural-cultural no ha sido muy relevada por los defensores de la biodiversidad, la preservación de estos parches de vida silvestre intercomunicados por corredores como cursos de agua, cercos vivos, o zonas de uso mixto, puede ser un importante aporte a la conservación de la biodiversidad, sobre todo tomando en cuenta las limitaciones de las áreas silvestres protegidas (Armesto, 2002). Experiencias en este sentido son las de viñedos en la zona de Nancagua, donde se buscó recuperar la diversidad biológica dentro de una gran superficie de monocultivo. Esto se logró mediante la revalorización de la estructura espacial de un valle a partir de su topografía y la manera en que el agua se desplaza por la viña, y plantando distintas especies nativas (Fernández, 2003).

El mar chileno es otra gran fuente de recursos explotados tradicionalmente por nuestros pueblos con bastante profundidad temporal, existiendo ocupaciones humanas de hasta 8.000 años de antigüedad (Grosjean et al. 1997). Allí se han recolectado algas y mariscos, se ha cazado aves y mamíferos y se practica la pesca de orilla y mar adentro. Hoy existen aproximadamente 50.000 personas dedicadas a la extracción de recursos costeros (Alvear, 2005). Los habitantes de la costa chilena practican hasta hoy, en forma complementaria, actividades de pesca, extracción de mariscos y recolección de algas. Dichas prácticas están sujetas a la disponibilidad de los recursos marinos, la que fluctúa de acuerdo a los eventos de la corriente El Niño, estacionalmente, y de un año a otro y según los distintos grados de especialización productiva alcanzada por las comunidades y las tradiciones locales. Estas comunidades demuestran una gran flexibilidad en su capacidad de ir explotando nuevos recursos de acuerdo a las demandas de los mercados, lo que está condicionado por la posesión de conocimientos y técnicas para su desempeño y la posibilidad de acceder a las tecnologías necesarias (Recasens, 2005).

Los pescadores desarrollan asentamientos temporales de carácter estacional que permiten a las familias explotar distintos sectores del litoral, donde se pesca, se extraen mariscos y recolectan algas. Llegan a formarse verdaderas comunidades que se desplazan por lapsos que abarcan hasta meses. Esta es una práctica de movilidad que permite no sólo que exista un tiempo para que los recursos se renueven, sino que además permite reforzar los lazos de la comunidad de pescadores, y una fuente importante de socialización en esta forma de vida a los niños que participan de estas labores (Recasens, 2005). También pescadores y buzos mariscadores pueden migrar temporalmente grandes distancias en busca de recursos de zonas alejadas, por ejemplo, pescadores de la zona central



Los "mareros", dedicados a la extracción de algas y mariscos, no sólo representan una forma artesanal de explotación de los recursos marinos, sino también un estilo de vida transmitido de generación en generación. Foto: Archivo Corporación Caletas Sustentables.

se trasladan hasta Aisén o Copiapó en determinadas temporadas, habitando en improvisadas chozas o carpas.

Al igual que en el caso de los pueblos originarios, se ha descrito que ciertas comunidades tradicionales de pescadores en Boyeruca (VII Región) y Bucalemu (VI Región) perciben el mar como una entidad viva con características de divinidad, con sentimientos y voluntad al que debe respetarse. Por lo anterior se requiere prudencia en la explotación de los recursos: el mar reacciona negativamente frente a la ambición y actitudes temerarias o irrespetuosos. Castiga a quienes extraen demasiado o no son respetuosos no permitiendo la extracción de sus recursos (Ibíd.).

Un factor que ha afectado fuertemente la pesca artesanal es la presencia de la pesca industrial y la excesiva explotación de mariscos. El Estado de Chile ha buscado solucionar el problema de la sobreexplotación de recursos y la protección de la pesca artesanal a través de la creación de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Dichas áreas son sectores delimitados de la costa sobre los que se definen derechos de pesca exclusivos a favor de la pesca artesanal, asignándoseles a comunidades de pescadores organizadas. Para la concesión del área de manejo debe presentarse un plan de explotación elaborado por una institución calificada tomando en consideración los factores biológicos y pesqueros que permitirán una explotación sustentable del área solicitada. Poco se ha estudiado cuáles son los conocimientos tradicionales sobre el manejo de recursos marinos que poseen los pescadores. Un ejemplo de estos estudios es el efectuado por Romo (2004) que describe el manejo sustentable del alga luga cuchara (*Mazaella laminaroides*) por parte de la comunidad de algueros de la caleta de Coliumo (VIII Región). Esta alga ha sido colectada por más de 40 años para su posterior comercialización, y estudios y evaluaciones de las praderas en los años 1987 y 1996 han demostrado que existe un manejo adecuado que no ha afectado a las algas ni la fauna asociada.[37]

Las áreas de manejo apuntan en el sentido del paso de una lógica de cazadores recolectores a una lógica de cultivadores del mar. Un claro ejemplo son las comunidades que cultivan el pelillo, tecnologías para la siembra y cosecha, y con tiempos estacionales de cosecha. Sin embargo, no hay que perder de vista los conflictos que pueden suscitarse en las áreas de manejo como, por ejemplo, el acceso libre a las playas, por lo que personas extrañas al lugar pueden menoscabar el trabajo realizado por las comunidades locales. También las áreas de manejo pueden ser fuente de conflictos con otras comunidades que pudieran tener derechos históricos a ocupar dichas áreas de recursos (Alvear, 2005).

Finalmente, hablaremos del turismo, que si bien es una actividad propia de los habitantes urbanos, puede impactar fuertemente en los entornos rurales. La expansión del turismo es un fenómeno característico del siglo XX donde se

37 Otros valiosos escritos en este sentido para Chile son los de Arrizaga, 1988; Bittman, 1986 y Mazuda, 1988.



Refugiados en sus caraterísticos "rucos", los mareros pueden permanecer hasta seis meses en la zona de extracción, donde, al ritmo de las mareas, desarrollan una rutina diaria de vida familiar y trabajo. Foto: Archivo Corporación Caletas Sustentables.



La calidad del medio ambiente de las ciudades, con efectos directos en la conservación de la biodiversidad urbana, pasa, entre otros aspectos relevantes, por el mejoramiento de la calidad del aire en función de planes de descontaminación atmósferica y de prevención en fuentes fijas y móviles; y una planificación racional y ecológica del suelo urbano y periurbano a niveles intercomunales, comunales y vecinales, para la localización de actividades urbanas sustentables y la disminución de la vulnerabilidad territorial. Foto: Renato Srepel.

conjugan factores como grupos sociales con un creciente bienestar económico, la mejora de los medios de transporte y la creciente necesidad de las personas por acceder a espacios que los reencuentren con la naturaleza perdida en las ciudades. Sin embargo, el crecimiento indiscriminado de la actividad turística bajo un modelo de turismo de masas puede ser una amenaza para el mismo recurso que se desea explotar, esto es la naturaleza. Playas, ríos y lagos pueden sufrir procesos de contaminación por eliminación de desechos y de perturbarción de los hábitat silvestres producto de una intensiva ocupación humana. No obstante, las nuevas formas de turismo, como el agroturismo y el turismo ecológico, con un adecuado manejo, pueden ser potencialmente menos destructivas. Actividades como caminatas, safaris fotográficos, *rafting*, *treaking*, escaladas, alcanzan una creciente popularidad. Muy unidos a lo anterior los turistas hoy en día buscan también un acercamiento a los valores culturales de los destinos que visitan, por lo que dichas actividades se combinan con tours a centros arqueológicos e históricos, y a la posibilidad de participar en las actividades cotidianas de las comunidades visitadas.

Hoy más que nunca, se requiere promover un turismo consciente y controlado, hacia las reservas, parques naturales y otros paisajes culturales y naturales de nuestro pais.

HABITANTES, CIUDAD Y BIODIVERSIDAD

La ciudad, lo urbano, se nos plantea como oposición a lo rural y/o lo natural. Sin lugar a duda, en la sociedad actual el crecimiento y densificación de los centros urbanos, muchos de ellos con modernas infraestructuras y tecnologías, nos acentúa la dicotomía entre naturaleza y cultura, entendida esta como la cultura urbana hegemónica. La especie humana es capaz de alterar fuertemente los ciclos de la energía y de los nutrientes, y una demostración de ello son los ecosistemas urbanos. Estos son sistemas complejos, artificiales, y están en una dinámica constante de expansión y de cambio. Extraen recursos y energía de los ecosistemas locales pero también de ecosistemas ubicados a muchos kilómetros de distancia. De la misma manera puede impactar con sus desechos a ecosistemas fuera de su área de impacto directo.

Las ciudades han crecido de manera inorgánica, produciendo segregación social, rodeadas por cinturones de pobreza con espacios públicos muy precarios, en ambientes sociales y físicos fuertemente degradados. La necesidad de crecimiento y densificación muchas veces se traduce en las pérdidas de espacios de diversidad cultural, social y biológica a través de la destrucción del patrimonio arquitectónico, paisajístico y natural de la ciudad, lo que redunda en una pérdida de la identidad característica de ese espacio urbano. En síntesis, se produce un deterioro general de la calidad de

vida de sus habitantes y una insuficiente calidad ambiental del asentamiento humano (Gross, 1998). ¿Son realmente la ciudad y la naturaleza aspectos irreconciliables? En verdad, de una u otra forma la naturaleza está integrada en el espacio urbano, de la misma forma en que naturaleza y cultura están en permanente interacción.

Los centros urbanos son el espacio vital del 86,6 por ciento de la población chilena. Sin embargo, también son un espacio que debe preservar algunas de sus características naturales para poder servir como hábitat humano. Es por esto que en las ciudades encontramos "cinturones verdes" o "parches" verdes que, junto con contribuir al esparcimiento y la recreación, ayudan a prevenir inundaciones, moderar las condiciones climáticas, conservar recursos hídricos y cierto grado de biodiversidad. La "urbanización de la pobreza" es una consecuencia inevitable de la falta de empleo, planificación física, ordenamiento territorial, políticas sociales, urbanas y ambientales. Para poder sobrevivir, los pobres urbanos muchas veces se ven obligados a construir su vivienda y cultivar sus alimentos en zonas peligrosas, frágiles o altamente contaminadas. La pobreza urbana se ve asociada a procesos de contaminación por falta de sistemas de eliminación de residuos, deforestación y contaminación del aire por el uso de leña como combustible, tenencia de animales en condiciones no adecuadas y deterioro general del medio ambiente por la falta de planificación de sus asentamientos, lo que redunda en la carencia de áreas verdes, falta de pavimentación de las calles y otros aspectos negativos.

Las clases sociales medias y altas cuentan con mayores superficies de áreas verdes, así como la planificación de su diseño urbano contempla jardines y parques forestados. Inclusive los grupos sociales más acomodados han desarrollado la tendencia en los últimos años de asentarse en lugares periurbanos, en parcelas o condominios en la búsqueda de un mayor contacto con la naturaleza, lo que agudiza el fenómeno de crecimiento de las ciudades a expensas de las áreas agrícolas. Un ejemplo de esto es lo que ocurre con la conformación de barrios residenciales de la clase acomodada que han surgido en lugares agrícolas en torno a Santiago, como Chicureo, Huechuraba, Lomas de Lo Aguirre, Pirque y Angostura de Paine, entre otros (Vidal, 2002). La urbanización creciente de estás áreas y los efectos de conurbación con la ciudad mayor podrán acarrear serios efectos medioambientales y sociales si no se toman las medidas reguladoras apropiadas.

Por otra parte, son pocos los estudios que relevan los aportes de los pobres a la conservación de la biodiversidad urbana, la mejora del paisaje y la calidad de vida de las ciudades. Estudios en otros países muestran cómo los pobres urbanos, muchos de ellos migrantes de zonas rurales de Montevideo y La Habana, desarrollan estrategias innovadoras para enfrentar sus necesidades alimentarias y de salud, produciendo sin pesticidas ni productos químicos, hortalizas, plantas medicinales, frutales, animales menores y acuáticos. Inclusive la agricultura en espacios urbanos por medio de plantaciones en huertos y jardines aparece como más diversificada que la agricultura moderna, cultivando variedades de frutas y vegetales que no están disponibles a nivel comercial y que de otra forma corren serio riesgo de desaparecer (Santandreu et al. 2002).

Ciertos barrios de muchas ciudades pequeñas, intermedias y grandes tienen en el jardín una pieza clave de su imagen urbana. Este jardín cumple, entre otras funciones, la de mediar con la calle, articular la vivienda con el paisaje, y regular las relaciones entre vecinos. Estos jardines y patios son también gérmenes de biodiversidad enclavados en los dominios del cemento. De gran importancia para la calidad de vida urbana son también las veredas arboladas o con jardines, pues no sólo aumentan la calidad paisajística y ofrecen sombra y protección, sino que también pueden ser corredores que intercomuniquen la fauna de otros espacios urbanos.

En la medida que desaparecen los jardines interiores en poblaciones y departamentos, se hace indispensable la presencia de áreas verdes y de esparcimiento cercanas. Un estudio en la comuna de La Reina en Santiago demostró que especies nativas, como el quillay y lingue, peumo, y exóticas, como el acacio parasitado por quintral, son excelentes hábitat para aves silvestres. El diseño de parques, plazas y jardines que privilegie la presencia de áreas verdes forestadas con plantas y árboles favorables para las aves y una política comunal que permita que los árboles desarrollen un dosel frondoso puede aumentar la riqueza de aves terrestres en la ciudad, haciendo posible la conservación de aves nativas inclusive en espacios tan intervenidos por la actividad humana como la ciudad de Santiago (Díaz y Armesto, 2003).

Nuestra vida cotidiana en las ciudades puede afectar o favorecer la diversidad de distintas maneras, y muchas de ellas pasar prácticamente inadvertidas. Las mascotas, como perros y gatos, pueden dañar especies de roedores y pájaros locales, alterando los equilibrios ecológicos. La tenencia de especies protegidas, como, por ejemplo, el popular loro tricahue, es otra fuente de pérdida de la biodiversidad.

Como señalamos anteriormente, el cultivo de plantas en jardines y huertos con fines alimentarios, medicinales u ornamentales, puede contribuir al mantenimiento de la biodiversidad. No obstante, la introducción de especies foráneas de plantas puede desplazar a nuestras especies locales y dañarlas (Figueroa et al. 2004). Preferir especies nativas no sólo favorece la conservación de dichas especies, sino también la de otras especies asociadas a las mismas.

La planificación del crecimiento y desarrollo de las ciudades desde una perspectiva ecológica es imperativa. Se cuenta hoy con instrumentos normativos como los planes comunales o intercomunales, que deberían tener como misión modelar la expansión urbana de manera que esta mitigue sus efectos sobre los ecosistemas locales y regionales (Friedman, 1997). La planificación y gestión urbana deben considerar la mantención de "parches vegetales" y corredores naturales al interior de las ciudades como una forma de mejorar la calidad de vida ambiental de sus habitantes y preservar la biodiversidad (Romero et al. 2001).

DIVERSIDAD CULTURAL Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Si bien ya hemos mencionado diversas iniciativas que tienen como objetivo el mantenimiento de los equilibrios

ambientales en armonía con el desarrollo económico y social de los habitantes, en esta sección señalaremos brevemente algunas iniciativas estatales y privadas orientadas específicamente a la conservación de la biodiversidad.

El sistema de Áreas Silvestres Protegidas creado por el Estado de Chile ha sido concebido bajo la filosofía de preservar hábitat naturales significativos para la sobrevivencia de numerosas especies, y cumple un rol fundamental en la actualidad. Por ejemplo, estudios en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, localizado en la Región Metropolitana, demuestran que es un efectivo reservorio de la biodiversidad regional, pese a las presiones que puedan estar ejerciendo sobre el medio ambiente los 6 millones de habitantes que pueblan la región (M.T.K. Arroyo et al. 2002). Estos lugares, son además un punto de rencuentro del habitante urbano con la naturaleza. Es necesario que exista una adecuada educación de la población para que colabore en la preservación y mantención de estos espacios, de manera de minimizar el impacto de la incursión humana. Por otra parte, las áreas destinadas a la protección de la naturaleza no son aislables completamente de la actividad humana, y están en un proceso permanente de cambio. Por ello es imperativo que las comunidades e instituciones emprendan acciones de conservación y manejos activos, como lo han venido haciendo secularmente los pueblos originarios. Es de gran importancia que las comunidades locales, muchas de las cuales habitan al interior de los Parques y Reservas, sean incorporadas en el manejo y cuidado de las áreas protegidas, desde una perspectiva integradora reconociendo sus conocimientos tradicionales y experiencia.

Las áreas silvestres protegidas, sin embargo, no son suficientes por su reducido tamaño, por lo que para la conservación de muchas especies es necesario que se preserven, por ejemplo, espacios con bosque nativo en propiedades privadas (Armesto et al. 2002). Es así como desde comienzos de los años noventa aparece en Chile un movimiento espontáneo de iniciativas privadas de conservación de espacios naturales que ha significado la creación de al menos 250 áreas protegidas privadas, cuyos dueños son particulares con la motivación de preservar espacios de alto valor natural (García, 2004). Cada vez más las personas comunes han internalizando esta especie de "conciencia ambiental" valorizando la naturaleza y su biodiversidad. Los paisajes ya no sólo tienen un valor económico productivo sino también un alto valor turístico, paisajístico, recreacional y patrimonial (Muñoz-Pedreros, 2004).

También se han desarrollado leyes que protegen de la caza o extracción de ciertas especies que están en peligro, lo cual sin lugar a duda corresponde a medidas positivas para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, dichas políticas universalistas de conservación pueden entrar en conflicto con las comunidades locales, por lo que se debieran ejercer



Colonia de lobo marino común (*Arctocephalus australis*), ubicada sobre salientes rocosas en la isla Carlos III, estrecho de Magallanes. En el agua se aprecia un banco de macroalgas que forma verdaderos bosques submarinos, donde cohabitan muchas especies de peces.
Foto: Jordi Plana.

acciones de monitoreo y manejo de manera que resulten beneficiados tanto el medio ambiente como la comunidad. Ejemplo de estos conflictos encontramos entre pescadores artesanales frente a los lobos marinos que atacan las redes destruyéndolas y consumiendo la pesca (Recasens, 2005); entre comunidades ganaderas de camélidos frente a las vicuñas que entran en competencia por territorios de forrajeo (Bonacic, 1998).

La sustentabilidad medioambiental pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. Un ejemplo de iniciativa de ese tipo es la campaña emprendida por la CONAMA junto con la comunidad ariqueña para la preservación del colibrí de Arica (*Eulidia yarrellii*). Se han diseñado materiales educativos para los escolares, en conjunto con iniciativas para la reforestación con especies nativas como el chañar, la lantana y el chuve, que sirven de alimento al picaflor. En Chile han comenzado a desarrollarse también de manera incipiente centros ecológicos o de educación ambiental. Ejemplos de ellos son la Estación Biológica Senda de Darwin en Chiloé, el Parque Wallmapu de Concepción y el Parque Etnobotánico Omora en Magallanes (Rozzi et al. 2003). Estos lugares son punto de encuentro y de diálogo entre las comunidades científicas y las comunidades locales e instituciones estatales ocupadas del cuidado ambiental. Resultan tanto espacios de preservación de la biodiversidad como de educación y revitalización de las diversidades biológicas y culturales. Funciones similares podrían cumplir los parques zoológicos y jardines botánicos, realizando labores educativas y trabajos de preservación y multiplicación de especies, aspecto que requiere desarrollarse en nuestro país.

COMENTARIOS

Las ideas modernas sobre diversidad demuestran un interés tanto por el patrimonio natural como el cultural, dimensiones que interactúan y se potencian mutuamente. Los instrumentos de planificación territorial tienen actualmente como tarea prioritaria impulsar el cambio que exige la contención de las tendencias de deterioro del medio ambiente y los recursos naturales que se han venido gestando y expresando durante muchas décadas y que permanecen todavía activas. Para esto, se han explorado opciones que conjugan el cuidado ambiental, la utilización económica racional de los recursos naturales, en particular los renovables, y la atención a la salud y el bienestar de la población. Desde este enfoque, la integración de políticas urbanas, principalmente las relativas a los usos del suelo, el transporte y el medio ambiente, representan una estrategia clave en la búsqueda de escenarios de sustentabilidad urbana.

Si bien actualmente priman criterios científicos en la conservación de la biodiversidad, las acciones que se emprenden están modeladas por la cosmovisión dominante (Jax y Rozzi, 2004). Dicha visión de mundo deviene de factores culturales, sociales y económicos, integrados en matrices desarrolladas históricamente sobre la base de conceptualizaciones filosóficas y políticas, los que finalmente se plasman en la diversidad de paisajes culturales que habitamos. La conciencia medioambiental debe internalizarse también en los agentes del Estado y el sector privado de manera de posibilitar la creación y mantención de las áreas silvestres protegidas y corredores. Esto generará importantes beneficios relacionados al turismo, la educación pública e investigaciones científicas y podría ayudar a atraer los recursos financieros que se necesitan para un programa exitoso de conservación (Muñoz-Pedreros, 2004).

Una educación fundada en la valoración de la diversidad biológica, social, y cultural permitirá superar la tendencia a orientar el comportamiento en función de intereses a corto plazo o de la simple costumbre. De esta forma se contribuye a un cambio cultural en donde se promueven actitudes y comportamientos responsables con el medio ambiente, dirigidas al logro de un desarrollo culturalmente plural y físicamente sostenible (Aikenhead, 1985).

Uno de los problemas clave que enfrentan los pueblos indígenas es la existencia de conflictos denominados "socioambientales" por Sabatini,[38] y que son causados por el acceso y control de los recursos del medio ambiente. Los casos más emblemáticos son los de la central hidroeléctrica Ralco y los conflictos con las madereras en la IX Región, en los que se ha visto involucrado el pueblo mapuche. Aquí lo que se reclama son los derechos ancestrales sobre la propiedad y el control de su territorio y recursos, y la supervivencia de su forma de vida y costumbres. El resultado de la aplicación de un modelo económico que atenta contra la sustentabilidad medioambiental ha provocado la toma de conciencia sobre el deterioro ambiental, lo que ha otorgado a las minorías mejores posibilidades de resistir la expansión de los intereses basados en el modelo económico dominante. No obstante, esto puede tener efectos contraproducentes, corriéndose el riesgo de volver a la visión del "buen salvaje" donde se idealiza a los pueblos originarios, naturalizándolos como perfectamente funcionales a su ecosistema. Estas visiones son puestas al servicio de posiciones extremas del ecologismo, convirtiendo a los pueblos originarios en un símbolo de resistencia ante la devastación que produce el modelo económico neoliberal y la aplicación del libre mercado.

La superación de la pobreza de los grupos étnicos debiera sustentarse en la capacidad de organización comunitaria que tienen estas sociedades, un capital a su favor; así también, las especificidades culturales son una valiosa posibilidad de desarrollo económico, lo que puede llevar a una integración sin avasallamiento cultural y sin la pérdida de identidad cultural. Sin embargo, para que eso sea posible debe existir una voluntad política que entregue efectivamente a estos pueblos los recursos y posibilidades reales para su desarrollo, y una mayor capacidad de control efectivo sobre lo que sucede en sus territorios. Los proyectos que afecten a las comunidades

38 Sabatini, F. Conflictos ambientales en América Latina: ¿Distribución de externalidades o definición de derechos de propiedad? En: F. Sabatini y C. Sepúlveda eds., Conflictos Ambientales. Entre la globalización y la Sociedad Civil. Santiago, Publicaciones CIPMA, 1997, pp 49-74.

indígenas no sólo deben estar incorporados a un plan estratégico de desarrollo local ambientalmente sustentable —que vele por los intereses locales y respete los ecosistemas y la cultura de los pueblos indígenas—, sino que también deben incorporar a estos pueblos en su planeamiento y diseño. Esto permitirá un desarrollo sustentable para estos grupos y para el país en general, basado en los principios de desarrollo económico, equidad y sustentabilidad ambiental. Sin embargo, no hay que perder de vista que para lograr un óptimo total, se deben sacrificar óptimos parciales; probablemente disminuirán crecimientos macroeconómicos en ciertas áreas. En fin, necesariamente se requiere una mejor distribución de la riqueza.

Muchas veces se plantea la duda acerca de la efectividad que pueden tener los comportamientos individuales, los pequeños cambios en nuestras costumbres cotidianas en los macroequilibrios ambientales. Los grandes problemas medioambientales como la destrucción de ecosistemas, agotamientos de recursos, contaminación, etc., son debidos, fundamentalmente, a las grandes industrias; lo que cada uno de nosotros puede hacer al respecto es, comparativamente, insignificante. Sin embargo, "pequeños cambios", al multiplicarlos por muchos miles de personas, pueden alcanzar algún impacto. Más importante aún es la generación de este cambio cultural sobre la responsabilidad medioambiental, donde la presión social que cada vez más ejercen las comunidades orientará la toma de decisiones más apropiadas tanto de empresas como del Estado en materia de conservación de la biodiversidad. La capacidad de valorar las diversidades biológicas, sociales y culturales va de la mano con el avance de modelos de pensamiento fundados en una conciencia socioambiental que promuevan la solidaridad social intra e intergeneracional, el respeto por la heterogeneidad y la armonía con el entorno.

Bibliografía

Aikenhead, G.S. 1985. Collective decision making in the social context of science. Science Education, 69(4): 453-475.

Alba, Juan José & Lila Tarifa. 1993. Los Jampiris de Raqaypampa. CENDA (Centro de Comunicación y Desarrollo Andino). Cochabamba.

Aldunate, C. y V. Castro. 1981. Las Chullpas de Toconce y su Relación con el Poblamiento Altiplánico en el Loa Superior: Período Tardío. 206 pp. Tesis para optar al grado y título de Arqueólogo, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad de Chile (tirada de 150 ejemplares de Editorial Kultrun), Santiago.

Aldunate, C., J.J. Armesto, V. Castro y C. Villagrán. 1981. "Estudio Etnobotánico en una Comunidad Precordillerana de Antofagasta: Toconce". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 38: 183-223. Santiago.

Aldunate, C., J. Berenguer, V. Castro, L. Cornejo, J. Martínez y C. Sinclaire. 1986. "Cronología y Asentamiento en la Región del Loa Superior". Dirección de Investigación y Biblioteca, Universidad de Chile, Santiago, 64 pp.

Aldunate, C. y C. Villagrán, 1992. Botánica Indígena de Chile por P. Ernesto Wilhem de Moesbach (1955). Prólogo y edición de Carlos Aldunate y Carolina Villagrán. Editorial Andrés Bello, Santiago.

Alvear, Krisler. 2005. "Biodiversidad en microalgas marinas. Factores a considerar para su uso sustentable". En: E. Figueroa (ed.), Biodiversidad Marina. Valoración de usos y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile? Editorial Universitaria. Santiago, pp. 451-472.

Armesto, J.J., C. Papic y P. Pliscoff. 2002. "Relevancia de las pequeñas áreas silvestres para la conservación de la biodiversidad en el bosque nativo". Ambiente y Desarrollo, 18(1): 60-70.

Arrizaga, A. 1988. "Recolección y utilización tradicional de los recursos marinos costeros del la región centro-sur de Chile (VIII a X región). Síntesis de su evolución". En: Shozo Masuda (ed.), Recursos Naturales Andinos. Universidad de Tokio, pp. 209-230.

Arroyo, M.T.K., C. Marticorena, O. Matthei et al. "Análisis de la contribución y eficiencia del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33ºS, en la protección de la flora vascular regional (regiones Metropolitana y Quinta de Chile)". Rev. Chil. Hist. Nat., dic. 2002, 75(4): 767-792.

Astaburuaga G., R. 2004. "El agua en las zonas áridas de Chile". ARQ (Santiago), julio, n. 57, pp. 68-73.

Bengoa, J. (comp.). 2004. La Memoria Olvidada. Historia de los Pueblos Indígenas de Chile. Cuadernos Bicentenario. Presidencia de la República, Santiago.

Bittmann, B. 1986. "Recursos naturales renovables de la costa del norte de Chile. Modos de obtención y uso". En: Shozo Masuda (ed.), Etnografía e Historia del Mundo Andino. Continuidad y Cambio. Universidad de Tokio, pp. 269-334.

Bonacic, C. 1998. "Dinámica Poblacional de la Vicuña (*Vicugna Vicugna*) y Determinación de la Capacidad de Carga en la Provincia de Parinacota – Chile". En: Benito A. González P., Fernando Bas M., Charif Tala G. y Agustín Iriarte W. (eds.), Actas del Seminario Internacional Manejo Sustentable de la Vicuña y el Guanaco. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile, 18 y 19 de noviembre de 1998.

Braag, Catherine. 1984. "Los conceptos lingüísticos de la división del espacio, tiempo y actividades en una comunidad pehuenche". Actas Jornada de Lengua y Literatura Mapuche, Temuco.

Calfucura, E. y E. Figueroa. 2005. "Valoración económica de los recursos marinos de Chile: Uso y conservación de la biodiversidad". En: E. Figueroa (ed.). Biodiversidad Marina. Valoración de usos y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile? Editorial Universitaria. Santiago, pp. 235-352.

Castro, Victoria. 1986. An Approach to the Andean Ethnozoology: Toconce. Cultural Attitudes to Animals..., vol. 2, Section B: 1-17. The 11 World Archaeological Congress, Allen & Unwin, Southampton. Inglaterra.

Castro, V. 1988. "Terrazas Agrícolas: una Vieja Tecnología para las Nuevas Generaciones". Creces, 2: 6-12, Febrero. Santiago.

Castro, V. 1995. "Botánica y Pueblos Originarios". Actas del I Congreso de Plantas Medicinales en Chile. Ministerio de Salud, Chile.

Castro, V. 1997a. Huacca Muchay. Evangelización y Religión Andina. Charcas, Atacama La Baja. Tesis de Magíster en Historia Mención Etnohistoria, Universidad de Chile. MS. 529 pp.

Castro V. 1997b. "Fragilidades, equilibrios, ética. Sobre patrimonios Culturales y naturales". Boletín del Movimiento Agroecológico Chileno (MACH), Año 5(18): 23-28, Santiago.

Castro V. 2000. "Case Study: Environmental perception and the sacred in the southern Andes, northern Chile". In: Forest in sustainable mountain development. A state of knowledge report for 2000: 126-128. (M. Price & N. Butt eds.) CABI Publishing, Oxford, UK.

Castro, V. 2004 "El picaflor de la gente (*Sotar Condi*)". Ornitología Neotropical, 15 (Supl.): 409-417.

Castro, V. y J.L. Martínez, 1996. "Poblaciones Indígenas de la Provincia del Loa". En: Culturas de Chile, tomo II. Editorial Andrés Bello, pp. 69-109.

Castro, Victoria y Varinia Varela (eds.). 1994. Ceremonias de Tierra y Agua. Ritos Milenarios Andinos. 109 pp. FONDART, Ministerio de Educación y Fundación Andes. Santiago.

Castro, V. y C. Aldunate. 2003. "Sacred Mountains in the Highlands of the South Central Andes". Journal of Mountain Research and Developtment, vol. 23(1): 73-79

Cavada, Francisco. 1914. "Chiloé y los chilotes". Revista Chilena de

Historia y Geografía ns. 7 a 14. Imprenta Universitaria, Santiago.
Citarella Luca (comp.). 1995. Medicinas y culturas en la Araucanía. Editorial Sudamericana, Santiago.
Cereceda, V. 1990. A partir de los colores de un pájaro. Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, (4): 57-104.
Collado-Ardón Rolando y Arthur Rubel (coords.). 1988. Enseñanzas de las Medicinas Paralelas. (Simposio). Rituales y Fiestas en las Américas. Memorias del 45 Congreso Internacional de Americanistas. Ediciones Uniandes, Bogotá, pp. 341-416.
Chapmann Anne. 1986. Los selk'nam. La vida de los onas. Emecé Editores, Bs. As.
Díaz, I. y J.J. Armesto. 2003. "La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago". Revista Ambiente y Desarrollo, 19(2): 31-38.
Dillehay, Tom y Américo Gordon. El simbolismo en el ornitomorfismo mapuche. La mujer casa y el ketru metawe. Actas del VII congreso de Arqueología Chilena, vol. I. Ediciones Kultrun, Santiago, pp. 303-316.
Donoso, Claudio y Antonio Lara. 1996. "Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro". En: J.J. Armesto, C. Villagrán y M.T.K. Arroyo (eds.), Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, cap. 19, pp. 363-387.
Farga, C.; J. Lastra y A. Hoffmann. 1988. *Plantas Medicinales de Uso Común en Chile*. 3 Tomos. Ediciones Paesmi. Santiago.
Foerster, Rolf. Introducción a la Religiosidad Mapuche. [1952] 1995. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 183 pp.
Farga, Cristina, Jorge Lastra y Adriana Hoffmann. 1988. Plantas Medicinales de Uso Común en Chile, 3 tomos. Ediciones Paesmi, Santiago.
Fernández, Teodoro. 2003. "Viñas y corredores ecológicos". ARQ (Santiago) 54: 52-55.
Friedmann, John. 1997. Futuros de la ciudad global: El rol de las políticas urbanas y regionales en la región Asia-Pacífico. EURE (Santiago), dic. 1997, 23(70): 39-57.
Girault, Louis. 1987. Kallawaya curanderos itinerantes de los Andes. Imprenta Quipus, La Paz.
Grebe, M.E. 1984. "Etnozoología Andina: concepciones e interacciones del hombre andino con la fauna altiplánica". Estudios Atacameños, *7*: 455-472.
Grebe M.E. 1995. "Estudio Etnociencia, Creencias y Simbolismo en la Herbolaria Chamánica Mapuche". Enfoques en atención primaria. Ediciones PAESMI (Santiago), año 9(2): 6-10. .
Gross, P. 1998 "Ordenamiento territorial: el manejo de los espacios rurales". EURE (Santiago), 24(73): 116-118.
Grosjean, M.; L. Núñez, I. Cartajena, B. Messerli. 1997. "Mid-Holocene Climate and Culture Change in the Atacama Desert, Northern Chile". Quaternary Research, 48(2): 239-246.
Günckel, Hugo. 1959-1960. "Nombres indígenas relacionados con la flora chilena". Boletín de Filología, XI Universidad de Chile.
Günckel, Hugo. 1967. "Fitonimia atacameña, especialmente cunza". Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile (Santiago), 52: 3-18,
Guevara, Tomás. 1922. Historia de Chile. Chile Hispano, tomo X. Ed. Universo, Santiago.
Guevara, Tomás. 1927. Historia de Chile Prehispano, tomo II. Ed. Balcells y Cía. Santiago de Chile.
Gundermann, H. 1984. "Ganadería aymara, ecología y forrajes: Evaluación regional de una actividad productiva andina". Revista *Chungará,* 12: 99-124. Universidad de Tarapacá. Arica.
Gusinde, Martín. 1917. "Medicina e Higiene de los Antiguos Araucanos". Revista Chilena de Historia y Geografía, año VII (26-27), Santiago.
Gusinde, Martín. 1986. Los Indios de Tierra del Fuego (1946) tomo II. Centro de Etnología Americana – CONYCET, Bs. As.
Gusinde, Martín . 1986. Los Indios de Tierra del Fuego, tomo II. Centro de Etnología Americana – CONYCET, Bs. As.
Gutiérrez, Tibor. 1984. Machitún. Ceremonia Terapeútica Mapuche. Tesis para optar al grado de licenciado en Antropología Social. Departamento de Antropología. Universidad de Chile.
Hoffmann, Adriana. 1991. Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana. Ediciones Fundación Claudio Gay, 2ª edición, Santiago.
Hoffmann Adriana. 1995. Flora silvestre de Chile. Zona Central. Ediciones Fundación Claudio Gay, 3ª edición, Santiago.
Iriarte Walton, Agustín. 1999. "Marco legal relativo a la conservación y uso sustentable de aves, mamíferos y reptiles marinos en Chile". Estud. Oceanol. 18: 5-12.
Iwanaga M. y D. Watson. 2003. "Producción de alimentos y biodiversidad". Documento presentado en la Cumbre de Acción de México, Ciudad de México, México, 2 y 3 de junio de 2003. En: Future Harvest [1-10-05] on line: http://www.futureharvest.org/news/mas_background_esp.html
JAX, Kurt y Ricardo Rozzi. "Teoría ecológica y valores en la definición de objetivos de conservación: ejemplos de regiones templadas de Alemania, Estados Unidos de América y Chile". Rev. Chil. Hist. Nat., jun. 2004, vol. 77, n. pp. 349-366.
Lara, Antonio, Claudio Donoso, Juan Carlos Aravena. 1996. "La Conservación del Bosque Nativo en Chile, problemas y desafíos". En: J.J. Armesto, C. Villagrán, M.T.K. Arroyo. Ecología de los bosques Nativos de Chile. Textos Universitarios, Editorial Universitaria, Santiago.
Lira J. 1995. Medicina Andina. Farmacopea y Rituales. Centro de Estudios Regionales Bartolomé de Las Casas, Cusco.
Manzur, María Isabel. 2003. Experiencias en Chile de Acceso a Recursos Genéticos, Protección del Conocimiento Tradicional y Derechos de Propiedad Intelectual. Fundación Sociedades Sustentables, 107 pp.
Martínez, G. 1976. "El sistema de los uywiris en Isluga". En: G. Le Paige. Homenaje al R.P. Gustavo Le Paige. Universidad del Norte. Santiago, pp. 255-327.
Martínez, J.L. 1998. Pueblos del Chañar y el Algarrobo. Los atacamas en el siglo XVII. DIBAM, Facultad de Filosofía y Humanidades. Centro de Investigaciones Barros Arana, Santiago.
Massone, Mauricio. 1982. Cultura Selknam (Ona). Serie El Patrimonio Cultural Chileno. Colección Culturas Aborígenes. Ministerio de Educación, Departamento de Extensión Cultural, Santiago.
Masuda Sh. 1986. "Las algas en la etnografía de ayer y de hoy". En: Shozo Masuda (ed.), Etnografía e Historia del Mundo Andino. Continuidad y Cambio. Universidad de Tokio (Tokio): 223-268.
Masuda Sh. 1988. "Algas y Algueros en Chile". En: Shozo Masuda (ed.), Recursos Naturales Andinos. Universidad de Tokio (Tokio): 265-300.
Medina, José Toribio. 1882. Los Aborígenes de Chile. Imprenta Gutenberg, Santiago.
Medina, Eduardo. 1981. Medicina Tradicional Chilena. Tesis para obtener el grado de Maestro en Antropología Social. Universidad Iberoamericana, México, D.F.
Metraux Alfred. 1942. "El Shamanismo araucano". Revista del Instituto de Antropología, vol. XI(10) (Tucumán): 309-362.
Meza, Inés y Carolina Villagrán. 1991. "Etnobotánica de la Isla Alao, Archipiélago de Chiloé, Chile". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 42 (Santiago): 39-78.
Montecino. Sonia. 2003. Mitos de Chile. Diccionario de Seres, Magias y Encantos. Editorial Sudamericana. Biblioteca del Bicentenario, Santiago.
Montecino, Sonia. 2004. La olla deleitosa. Cocinas mestizas de Chile. Ediciones Museo de Arte Precolombino.
Montecino Sonia y Ana Conejeros. 1985. Mujeres Mapuches. El saber tradicional en la curación de las enfermedades comunes. Serie Mujer y Salud 2, CEDEM. Ediciones CEM, Santiago.
Montes, Pedro. 2001. El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe. Serie Medio Ambiente y Desarrollo 45 LC/L.1647-P/E. CEPAL-ECLAC. Santiago, Diciembre 2001, 68 pp.
Morales, H. 1997. Pastores Transhumantes al fin del mundo. Un enfoque cultural de la tecnología en una comunidad andina de pastores. Memoria para optar al título profesional de Antropólogo Social. Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
Mösbach, Ernesto Wilhelm de. 1992. Botánica Indígena de Chile. Aldunate y Villagrán (eds.). Editorial Andrés Bello.
Mostny, G., F. Jeldes, R. González y F. Oberhauser. 1954. Peine, un Pueblo Atacameño. Publicación 4 del Instituto de Estudios Antropológicos. Universidad de Chile. Santiago. 170 pp.

Muñoz B. 1995. El etnodesarrollo de cara al siglo XXI. CEPAL, Santiago.

Muñoz, Carlos. 1966. Sinopsis de la flora chilena. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

Munizaga, C. y H. Gunckel. 1958. "Notas Etnobotánicas del pueblo atacameño de Socaire". Universidad de Chile. Publicación del Centro de Estudios Antropológicos, 5. (Santiago): 9-40.

Muñoz Melica, Elizabeth Barrera e Inés Meza. 1981. El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. Publicación Ocasional, 33. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

Muñoz-Pedreros, A. 2004. "La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental". Rev. Chil. Hist. Nat., marzo 2004, vol. 77, n. 1, pp. 139-156.

ONU. 1992. Programa 21, Un Plan de acción en pro del desarrollo sostenible. Nueva York.

Núñez, L. 1976. "Geoglifos y tráfico de caravanas en el desierto chileno". En: G. Le Paige. Homenaje al R.P. Gustavo Le Paige. Universidad del Norte. Santiago, pp. 147-201.

Olivares, Juan Carlos. 1995. "Prácticas Alucinógenas entre los Moradores de la Cordillera de la Costa". En: Francisco Gallardo (ed.), El Umbral Roto, Ediciones Lom (Santiago), pp. 55-86.

Platt, T. 1976. Espejos y Maíz. Temas de la estructura simbólica andina. Cuaderno de Investigación CIPCA. La Paz, 55 pp.

Ramírez V., Eduardo P. y William Foster. 2003. "Análisis de la Oferta de Mano de Obra Familiar en la Agricultura Campesina de Chile". Cuadernos de Economía, 40(119): 89-110.

Rauch, M. 1996a. Evaluación de los Recursos Culturales del Parque Nacional Rapa Nui. Isla de Pascua. Memoria para optar al título de Arqueólogo. Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

Rauch Marcos, Patricia Ibáñez y José Miguel Ramírez. 1996b. Vegetación de Rapa Nui. Historia y Uso Tradicional. Ministerio de Agricultura, CONAF, Parque Nacional Rapa Nui.

Recasens, Andrés. 2005. "Cultura y biodiversidad marina". En: Figueroa E. (ed.), Biodiversidad Marina. Valoración de usos y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile? Editorial Universitaria. Santiago: 165-189.

Romero H. 2001. La geografía de comienzos del siglo XXI: de la homogeneidad global a la diversidad local. Conferencia Central, Congreso de Geografía y Medio Ambiente de la Asociación de Profesores del Uruguay. XV, Punta del Este, 17 pp.

Romero, Hugo, Ximena Toledo, Fernando Órdenes y Alexis Vásquez. 2001. Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. Ambiente y Desarrollo 17(4): 45-51.

Romero, Hugo, y Órdenes F. 2003. Plan Regulador Comunal y sustentabilidad ambiental de la ciudad de Los Ángeles. Ambiente y Desarrollo 19(1): 26-31.

Romo, Héctor, Rodrigo Pérez, Krisler Alvear y Camilo Werlinger. 2004. Short and long impact of harves on the carragenophyte *Mazzaella laminarioides* in central Chile. Abstracts XVIII International Seaweed Symposium, Bergen, Noruega, Junio 20-25 de 2004: 133.

Romo M. 2001. "Pastores del Sur Andino. Percepción y representación del Ambiente". Estudios Atacameños, 16: 209-232.

Romo M. 2003. Descentrando la Geografía. Etnogeografía de las Tierras Altas de la II Región. Tesis para optar al grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Universidad Católica de Chile, Santiago.

Romo M., V. Castro, C. Villagrán y C. Latorre. 1999. "La Transición entre las Tradiciones de los oasis del Desierto y de las Quebradas Altas del Loa superior: Etnobotánica del valle de Río Grande, II Región, Chile. Chungará Vol. 31, n. 2: 319-360.

Rozzi, R.F. Massardo y L. Aillapán. 2001. Guía Multiétnica de los Bosques Templados de Sudamérica Austral. Editorial Fantástico Sur, Punta Arenas.

Rozzi, Ricardo, Francisca Massardo, John Silander, Christopher Anderson y Andrés Marín. 2003. "Conservación biocultural y ética ambiental en el extremo austral de América". En: Eugenio Figueroa y Javier Simonetti. Oportunidades y dificultades para el bienestar ecosocial. Globalización y biodiversidad. Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena. Editorial Universitaria, Santiago. 51-85 pp.

Santandreu, Alain, Alberto Gómez Perazzoli, Marielle Dubbeling. 2002. "Biodiversidad, Pobreza y Agricultura Urbana en América Latina". Revista Agricultura Urbana, 6: 9-11.

Steward Julian (ed.). 1946. *H*anbook of Southamerican Indians, Vol I. Washington.

Smith-Ramírez Cecilia. 1996. "Algunos usos indígenas tradicionales de la flora del bosque templado". En: J.J. Armesto; C. Villagrán y M.K.T. Arroyo (eds.) Ecología de los bosques nativos de Chile. Cap. 20: 389-404. Editorial Universitaria, Santiago.

Soriano, Juan José, Javier Fernández Santamaría y Álvaro Toledo Chávarri. 2000. Biodiversidad Agrícola, Agricultores y Erosión Genética. Discursos y disposiciones legales que la condicionan. En Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Armonía entre Ecología y Economía. Córdoba. (pendiente de publicación).

Strabucchi, Wren y Iturriaga, Sandra. "Jardín a dos tiempos". ARQ (Santiago), marzo 2005, n. 59, p.66-71.

Troncoso Alejandro & Ricardo Torres. 1974. "Estudio de la vegetación y flórula de la Isla de Quinchao, Chiloé". Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago), 33: 65-107.

Van Kessel, J. 1994. "El zorro en la cosmovisión andina". Revista Chungará, 26(2): 233-242. Universidad de Tarapacá. Arica.

Van Kessel, J. 1996a. "Los aymaras contemporáneos de Chile". En: J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate y P. Mege (eds.). Etnografía. Sociedades Indígenas Contemporáneas y su Ideología. Editorial Andrés Bello. Santiago, pp. 47-67.

Van Kessel, J. 1996b. "La cosmovisión aymara". En: J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate y P. Mege (eds.). Etnografía. Sociedades Indígenas Contemporáneas y su Ideología. Editorial Andrés Bello. Santiago, pp. 169-187.

Vargas, Víctor y Álvaro Sotomayor. 2004. "Modelos agroforestales y biodiversidad". Medio ambiente y desarrollo, 20(2): 123-124

Vega Carlos. 1995. Cuando el cielo se oscurece (Saman arkachoe). Historia de vida, testimonio alacalufe de Alberto Achacaz Walakial. Editorial Ateli y Cía. Punta Arenas.

Vidal, Rodrigo. 2002. "Reconfiguración de la Periferia del Gran Santiago: Previsión de las Nuevas Tendencias Observadas". Revista de Geografía Norte Grande, 29: 39-55.

Villagrán C. 1998. "Etnobotánica Indígena de los Bosques de Chile: sistemas de clasificación de un recurso de uso múltiple". Revista Chilena de Historia Natural, 71: 245-268.

Villagrán C; R. Villa, F. Hinojosa, G. Sánchez, M. Romo; A. Maldonado, L. Caviares, C. Latorre, J. Cuevas, S. Castro, C. Papic y A. Valenzuela. 1999. "Etnozoología Mapuche: un estudio preliminar". Revista Chilena de Historia Natural, 72: 595-627.

Villagrán C. y V. Castro. 2004. Ciencia indígena de los Andes del Norte de Chile. Programa de Biodiversidad Universidad de Chile, Editorial Universitaria. Santiago.

Villagrán C. ; Inés Meza, E. Silva & N. Vera. 1983. "Nombres folclóricos y usos de la flora de la Isla de Quinchao, Chiloé". Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural, 39: 1-58.

Villagrán C.; V. Castro, G. Sánchez, M. Romo, C. Latorre y F. Hinojosa. 2001. "La Tradición surandina del desierto: Etnobotánica del área del Salar de Atacama (Provincia El Loa, Región de Antofagasta, Chile)". Estudios Atacameños, 16, 1998: 7-105.

Villagrán C; M., Romo y V. Castro. 2003. "Etnobotánica del Sur de los Andes de la Primera Región de Chile: Un enlace entre las culturas altiplánicas y las quebradas altas del Loa superior". Chungará, vol. 35(1): 73- 124.

Página derecha: **Uno de los volcanes del sur con más actividad en las últimas décadas es el Villarrica. Su nombre originario es *Rucapillán*, que en mapuche significa "casa (*ruca*) del diablo (*pillán*)". Considerando la devoción del pueblo mapuche a la tierra y a los fenómenos naturales, se entiende el respeto y temor que hasta hoy día les infunde el volcán Villarrica a los descendientes de la cultura mapuche, más aún tratándose de la morada del pillán.**
Foto: Nicolás Piwonka.



DIVERSIDAD NATURAL Y CULTURAL EN LA CIUDAD

Patricio Gross

LAS CIUDADES COMO COMPLEJOS SOCIALES, CONSTRUIDOS Y NATURALES

Las ciudades son, por excelencia, sistemas artificializados, complejos, dinámicos, sujetos a la expansión y al cambio, capaces de producir profundas transformaciones en los ecosistemas mediante intervenciones antrópicas que devienen en sistemas construidos, los que configuran una nueva realidad.

En la ciudad se dan prácticamente todas las actividades, iniciativas, oportunidades y problemas que enfrenta la sociedad contemporánea, sin que nada le sea ajeno. En ella se manifiestan, con fuerza y simultáneamente, conflictos ambientales, inseguridad, segregación social y económica, desempleo y pobreza, al mismo tiempo que concentra las mayores ocasiones de trabajo, alternativas de salud y educación, ofertas de servicios, comercio y recreación, ascenso social y económico.

No sólo es un lugar de residencia y trabajo, sino también de iniciación y práctica de la vida social, económica, política y cultural, relacionándose e integrándose con gentes muy diversas y con espacios y zonas remotas. (Proyecto País, 2005).

Al mismo tiempo, son forzosamente dependientes del medio natural, del que utilizan y extraen todo tipo de recursos —aire, agua, suelo, energía— y depositan desechos, no siempre biodegradables, impactando negativamente áreas inmediatas o distantes. La ciudad deja una "huella ecológica", extensión de terreno que se precisa para mantener todas sus funciones productivas y vitales, y que comprende también todos los materiales y recursos energéticos que utiliza directa e indirectamente, pudiendo alcanzar más de cien veces su superficie urbana.[1]

Pero su relación con el ambiente se expresa también en una convivencia estrecha, al interior de las mismas, con sistemas y elementos naturales que, aunque fuertemente intervenidos, son parte importante de su estructura funcional y su significación patrimonial. Dichos componentes naturales, que conservan distintos grados de biodiversidad, en que existen simultáneamente especies nativas y exóticas, constituyen áreas de reserva, de esparcimiento, de embellecimiento, de plusvalía en ciertas oportunidades, y en definitiva de equilibrio y variedad con el medio ambiente construido.

Los entornos naturales circundantes, cauces de ríos, esteros, quebradas, lagunas, áreas verdes, parques, plazas, vías arboladas y jardines, en algunos sectores de la ciudad, pueden armar no sólo corredores[2] de interconexión de especies, parches verdes, áreas silvestres protegidas, sino también redes que la estructuran. Desgraciadamente varios de estos espacios se ven a menudo afectados por vertederos y ocupaciones ilegales aunque, dependiendo de sus bondades y localización, su cercanía puede llegar a aumentar significativamente la plusvalía de los terrenos circundantes.

LA SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA VIVE EN UN MUNDO URBANO

Si ya hoy la mitad de la población mundial vive en ciudades de más de 100 mil habitantes, este porcentaje subirá a más del 70 por ciento el año 2050, de acuerdo a estadísticas de las Naciones Unidas. Decenas de megalópolis superarán los 10 millones de habitantes durante el siglo XXI, fenómeno

1 La huella ecológica del País Vasco se calcula en 2,03 hectáreas por habitante. Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2003): Criterios de Sostenibilidad aplicables al Planeamiento Urbano.

2 Los corredores verdes son áreas más o menos continuas de espacios abiertos que atraviesan las áreas urbanas y que pueden unir diferentes sitios entre sí, o unir los sitios del área urbana con espacios verdes ubicados alrededor de la ciudad. Generalmente se considera como corredores verdes a los bordes de vías férreas, avenidas parque, parques, campos deportivos, y bordes de canales y ríos. Estos corredores cumplen una función importante en la penetración de la fauna silvestre en las zonas urbanas, y pueden coincidir, total o parcialmente, con alguno de los sitios de importancia metropolitana, intercomunal, comunal o vecinal.
Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, London Ecology Unit, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, Darwin Initiative Fund (1998): Registro de Habitats Naturales en las Comunas del Área Metropolitana de Santiago: Documento preliminar de consulta.

que, junto con los riesgos de fractura social y aumento de la violencia, generará, de continuar las condiciones actuales, una degradación ecológica y ambiental al interior de las mismas y en los entornos inmediatos y lejanos alcanzados por sus impactos (USAID, 2001).

Las ciudades conforman además grandes redes continuas, cuya visión desde el espacio es de verdaderas galaxias urbanas que pueden alcanzar 150 millones de habitantes, como en el caso del continuo Miami-Canadá. Las autopistas tienen un flujo vehicular similar a una gran avenida en la ciudad y los tráficos de trenes parecen a esa escala un ferrocarril metropolitano. Una conurbación urbana no es la suma de una o más ciudades sino un fenómeno distinto, bastante más complejo de enfrentar y con efectos ecológicos y ambientales de envergadura (Serratosa, 2005).

La sociedad mundial es mayoritariamenete urbana y aunque un número considerable de personas todavía viven en un medio rural, sus referentes culturales responden nítidamente a valores generados en la ciudad, y las tecnologías que emplean, o a las que aspiran, son producto de las conquistas de las ciudades del mundo globalizado, principalmente de países centrales altamente desarrollados y estrechamente relacionados con la sociedad y la cultura urbana.

No obstante, el pesimismo con que a menudo se observa la evolución y el destino de las ciudades, anteponiendo de manera nostálgica al mundo urbano frente al rural, con un enfoque dicotómico absurdo y carente de todo realismo, surgen muchas experiencias que avalan la capacidad de los sistemas sociales para reaccionar y adaptarse a los desafíos que impone mejorar de manera sustentable las condiciones en que viven los habitantes urbanos.

Entre las experiencias presentadas al Foro sobre "Ciudades innovadoras del mundo entero" celebrado en octubre de 2005 en Ginebra, que demuestran cómo soluciones innovadoras pueden cambiar la calidad de vida de una ciudad, destacan las experiencias de Bogotá (Colombia) en relación a la movilidad de sus habitantes, donde existe la red más grande de ciclovías de América Latina (329 kilómetros); Rosario (Argentina), con su iniciativa de agricultura urbana, a través de la creación de más de setecientas huertas que alimentan a unas 400 mil personas, embelleciendo además la ciudad y favoreciendo el medio ambiente urbano y la integración social; Belo Horizonte (Brasil), con sus presupuestos participativos y mecanismos de interacción efectiva entre los ciudadanos y las autoridades locales.

EL CASO CHILENO ES REPRESENTATIVO DE LA URBANIDAD CRECIENTE

En el caso de Chile, el 87 por ciento de la población es urbana y si bien el ritmo de crecimiento metropolitano sigue en general las tasas del promedio demográfico nacional, en lo que se refiere al proceso de urbanización el impacto se da principalmente en los últimos años en centros intermedios como Iquique, Temuco y Calama. Sin embargo, en prácticamente todas las ciudades las patologías urbanas que más se han destacado son la forma de crecimiento segregado, los



En Chile, actualmente el 84 por ciento de la población tiene carácter urbano. Es posible estudiar las ciudades como ecosistemas considerándolas como unas enormes unidades supra-humanas que consumen y transforman grandes cantidades de materia y energía, a través de complejos sistemas de interacciones e interdependencias, donde el anonimato de los actores sociales es la norma. En la foto, imagen de Santiago tomada desde la precordillera de Peñalolén; obsérvese la densa capa de esmog que cubre la ciudad. Foto: Renato Srepel.

cinturones de pobreza con espacios públicos extremadamente precarios, equipamientos insuficientes, débil infraestructura de movilidad, ambientes sociales y físicos fuertemente degradados.

La carga sobre los ecosistemas se ha traducido en extensiones inorgánicas, como en el caso de las llamadas "parcelas de agrado", a costa de escasas buenas tierras agrícolas, modificando drástica y rápidamente los paisajes naturales; destrucción de hábitat naturales por efecto de expansiones incontroladas de usos incompatibles con el ambiente, tanto residenciales, como turísticos e industriales; contaminación del suelo, el aire y el agua por emisiones de desechos químicos, biológicos y físicos débilmente fiscalizadas, tanto al interior de los cascos urbanos como en sus periferias y en territorios a veces muy distantes, contribuyendo al calentamiento global y al efecto invernadero a escala mundial.

Asimismo, nuestras ciudades, sus comunas y vecindarios difícilmente se conforman morfológica y espacialmente, observándose una pérdida de legibilidad e identidad y expresiones urbano-arquitectónicas que no representan ni son compartidas por los habitantes.

Por otra parte, ha faltado una gestión adecuada, con unidad y coherencia funcional, capaz de coordinar los diferentes servicios públicos que intervienen en la construcción de la ciudad, de descentralizar territorialmente las decisiones, de concertar al sector público con el privado y la sociedad civil, que no han sido capaces de regular, normativa e indicativamente, el funcionamiento irrestricto de mercados que no necesariamente asignan con equidad las oportunidades urbanas.

En síntesis, una parte importante de los habitantes de las ciudades chilenas sufren un deterioro evidente de la calidad de vida y una mala calidad ambiental de los asentamientos humanos.

LA URGENCIA DE POTENCIAR LA BIODIVERSIDAD AL INTERIOR DE LA CIUDAD Y EN LOS ESPACIOS URBANIZABLES

Aunque el ser humano altere y modifique fuertemente los sistemas naturales, los ciclos de nutrientes y de la energía, interviniendo los ecosistemas e introduciendo obras que transforman el medio natural —medio que, por lo demás, se modifica constantemente por la dinámica de los propios procesos naturales—, el desafío que se nos presenta es conciliar la naturaleza con los asentamientos humanos, artefactos de instalación permanente en un territorio determinado que transforman decididamente el espacio geográfico.

Las ciudades, que son el resultado de la evolución humana y no obstante su alto desarrollo tecnológico, dependen del sustrato natural —la tierra sigue siendo la dimensión ma-



De acuerdo con la estrategia regional de desarrollo, la Región de Valparaíso espera constituirse en el portal de la zona central del cono sur de América, aprovechando las ventajas comparativas que le otorgan su localización y adecuada infraestructura de transporte. Busca, además, posicionarse como una región de vida saludable, adoptando para ello estilos de vida sanos, un medio ambiente descontaminado y privilegiando la actividad económica basada en la producción limpia. La conectividad intrarregional es prioritaria para la satisfacción de las necesidades sociales y económicas de la población regional. Foto: Guy Wenborne.

terial y terrenal de la existencia— y son muy vulnerables a su comportamiento.

La diversidad que observamos en la naturaleza —genética, de especies y ecosistemas— puede ser entendida como perfectamente conciliable con la diversidad proveniente de nuestro patrimonio cultural. Ambas pueden llegar a interactuar, adecuándose y potenciándose, conjugando el cuidado medioambiental, la utilización económica de los recursos naturales y la calidad de vida de la población, en una estrecha síntesis que puede beneficiarse mutuamente (Boff, 2002).

Es posible identificar plenamente componentes del sistema natural que, aunque fuertemente intervenidos en algunos casos, acompañan y forman parte constitutiva de los sistemas construidos, cuyo origen y sustento nace justamente de un correcto manejo de los primeros.[3]

La intervención estratégica de estas variables, gracias a un modelo de gestión acorde a las circunstancias de cada caso, podrá conducir a un mejoramiento real del ambiente urbano con efectos directos en la conservación de la biodiversidad urbana:

- Mejoramiento de la calidad del aire en función de planes de descontaminación atmosférica y de prevención en fuentes fijas y móviles.
- Disponibilidad y calidad del agua para el uso urbano, así como su tratamiento y utilización posterior para fines de regadío.
- Planificación racional y ecológica del suelo urbano y periurbano, a niveles intercomunales, comunales y vecinales, para la localización y desarrollo de actividades urbanas sustentables y la disminución de la vulnerabilidad territorial.
- Abastecimiento de fuentes energéticas limpias para el consumo urbano, maximizando su eficiencia y empleando tecnologías productivas y del transporte no contaminantes.
- Disposición de suelos para el vertido, tratamiento y reciclaje de residuos sólidos, residenciales e industriales.
- Conservación del patrimonio y del paisaje natural que conforman el entorno del espacio urbano mediante una correcta planificación y regulación.
- Ampliación y protección de las áreas verdes, parques, plazas, calles arboladas, jardines privados y en general de la flora urbana, vía intervención pública y compromiso privado.
- Intensificación del uso de especies nativas frente a las exóticas al interior de las ciudades.
- Protección y cuidado de la fauna silvestre en la ciudad, destacando la importancia del sustrato arbustivo.
- Designación de sitios de potencial natural al interior de los espacios urbanos consolidados y en proceso de urbanización, tanto actuales como futuros, con el fin de proteger la riqueza natural y generar mayor biodiversidad en la ciudad.
- Desarrollo de conciencia e identidad ciudadana en relación con los beneficios sociales de las áreas naturales de las ciudades.
- Compromiso institucional, del sector privado y la sociedad civil para la conservación, regeneración y mejoramiento de la biodiversidad urbana.

En el caso de la ciudad de Santiago, son dignos de ejemplo los siguientes casos, aunque algunos de ellos se encuentren suspendidos o están todavía en etapa de ejecución:

- Proyecto PROTEGE para la precordillera de la ciudad, desarrollado por los municipios del área oriente de la ciudad.
- Plan de Transporte Urbano (Transantiago) del Ministerio de Transportes.
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la CONAMA Metropolitana.
- Macro Parques Regionales de la Intendencia Metropolitana.
- Proyecto de Cooperación Técnica entre el London Ecology Unit y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para la aplicación en Chile del Fondo Darwin del Gobierno Británico.[4]
- Proyecto de Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS) de MIDEPLAN, herramienta de trabajo georreferenciable y de diagnóstico.
- Ciclovías instaladas por municipios, como disminución de la congestión y contaminación producida por el parque automotor.

Entre las iniciativas a nivel nacional, merecen también mencionarse:

- Zonas de Conservación de Espacios Públicos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Santuarios de la Naturaleza del Consejo de Monumentos Nacionales.
- Programa de Parques Urbanos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

3 Clasificación de hábitat encontrados en Santiago, según el Registro de Hábitats Naturales en las Comunas del Área Metropolitana de Santiago Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, London Ecology Unit, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, Darwin Initiative Fund (1998).
Bosque nativo; bosque introducido; árboles dispersos, nativos e introducidos; matorral; arbustos; laderas rocosas con vegetación; ruderal —sitios muy degradados, invadidos por especies herbáceas principalmente introducidas—; prados recreativos, usualmente muy pobres en especies, comunes en parques, plazas y campos deportivos; terrenos agrícolas no activos; fondo de quebradas; huertos familiares y parcelas de agrado; juncales, ricos en variedad de aves; pantanos, ricos en especies herbáceas; vegetación ribereña; vegetación acuática; aguas abiertas; canales y acequias; ríos y arroyos; embalses de regadío; matorral no nativo; hábitat artificiales desnudos.

4 El objetivo del Proyecto es catastrar sitios de potencial natural al interior del área consolidada y en las zonas urbanizadas de la Región Metropolitana de Santiago, designar sitios como espacios verdes de carácter natural —principalmente de propiedad pública— y modificar el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS).

- Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción —a corto y mediano plazo— de los que existe un compromiso para su formulación, coordinados por CONAMA.[5]

Los beneficios para la población de los ambientes naturales y seminaturales al interior de las ciudades son de muy variada índole, entre ellos:

- Beneficios emocionales: identificación con la naturaleza; ambiente pacífico y reparador.
- Beneficios intelectuales: observación de la naturaleza en funcionamiento; aprendizaje sobre la flora y fauna del lugar; aprendizaje sobre la historia local.
- Beneficios sociales: mayor interacción entre las personas; promoción de mayor responsabilidad ciudadana.
- Beneficios físicos: provisión de un lugar seguro para la realización de actividades deportivas y recreativas; mejoramiento de la calidad del aire (London Ecology Unit, 1998).

LA IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD NATURAL Y CULTURAL DE LA CIUDAD Y EL TERRITORIO

Una propuesta de gestión, como instrumento de acción para alcanzar un determinado fin, de carácter integrativo, abierto a una visión realista y con amplia participación ciudadana, debe estar referida a objetivos que la enmarcan y definen, a modo de elementos constitutivos de las metas que se propone lograr. Concebimos estos objetivos dirigidos a:

- Asegurar una existencia humana plena en el marco de un enfoque antropocéntrico en equilibrio y respeto con las capacidades de carga, las tasas de regeneración y las condiciones de los ecosistemas.
- Fomentar una visión holística para encarar las formulaciones conceptuales, las definiciones metodológicas y la aplicación de procedimientos relativos al ambiente en su relación con la sociedad y la economía.
- Utilizar ética y sustentablemente los recursos y el capital físico, económico y social.
- Compatibilizar una buena calidad de vida urbana con un menor impacto negativo de las ciudades en la sustentabilidad global.
- Integrar los proyectos urbano-arquitectónicos con las características y condiciones que determinan los sistemas naturales y los lugares: relieve, orografía, soleamiento, ventilación, permeabilidad, vegetación, flora, etc. (*genius loci*).
- Propiciar la continuidad ecológica de las zonas verdes urbanas, entre sí y con los espacios naturales circundantes, uniéndolos mediante corredores, cuñas y anillos verdes.
- Mantener posibilidades de desarrollo responsable y justo frente a los seres humanos de hoy y de las futuras generaciones.
- Conservar la variedad y respetar la identidad cultural y natural.

Uno de los pilares centrales de una propuesta de gestión que permite reconocer y destacar la diversidad en nuestras áreas urbanas es la elaboración y puesta en acción del concepto de gobernanza, concepto medianamente aceptado en el discurso pero lejano en su concreción.

Ese concepto implica que existe un poder tanto al interior como al exterior de las instituciones oficiales de gobierno y de la autoridad con que dichas instituciones están investidas. La gobernanza, que no es sinónimo de gobierno, involucra principalmente a tres actores: las autoridades públicas, el sector privado y la sociedad civil, poniendo el acento en los procesos decisionales. Dichos procesos son el resultado de relaciones complejas entre los agentes intervinientes, los que lógica y legítimamente tienen diversas prioridades, y en los que la conciliación de estas prioridades a través de mecanismos democráticos constituye el centro de la noción.

Nuestro objetivo como país debe ser alcanzar un desarrollo sustentable de los asentamientos humanos en un mundo en vías de profundización acelerada de los procesos asociados a la urbanización y a la globalización. Ello supone armonizar crecimiento económico con equidad y equilibrio medioambiental, lo que pasa por el reconocimiento y el respeto explícitos de las diversidades que se manifiestan en el cuerpo social, garantizado a través de mecanismos de participación política que aseguren cuotas de poder a todos los actores del acontecer urbano.

Ciudades integradas social y ambientalmente reflejan la visión y el objetivo de la gobernanza urbana. Una ciudad integrada es un espacio donde todos, cualquiera sea su condición económica, sexo, etnia o religión, tienen la posibilidad y el poder de intervenir plenamente en la vida social, económica y política que la ciudad puede ofrecer. La participación en la planificación y en la gestión, principalmente en la toma de decisiones, son los medios estratégicos para hacer efectiva esta meta.

Cada situación particular definirá la forma de gobernarse en función de su propia experiencia, sin perder principios que son profundamente interdependientes y que se refuerzan mutuamente: justicia, sustentabilidad medioambiental, delegación de poderes, eficacia, transparencia, responsabilidad, compromiso cívico y seguridad como cobijo a las personas, especialmente las más débiles, para proyectarse y participar de los beneficios del desarrollo.

Sin perjuicio de entornos políticos más estatistas o más liberales, la finalidad instrumental última será crear una redistribución del poder en los ciudadanos, haciéndolos sentirse copartícipes de las decisiones en diversas esferas, escalas

5 Como parte de dicho Plan, el MINVU debe considerar sitios de biodiversidad a través de los Planes Regionales de Desarrollo Urbano (PRDU); estructurar los contenidos de una política de paisaje urbano; proponer una política de gestión ambiental territorial; y fomentar un plan "Verde País", mediante planes regionales de áreas verdes urbanas, que priorice la biodiversidad.
Fuente: Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, London Ecology Unit, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, Darwin Initiative Fund (1998): *Registro de Hábitats Naturales en las Comunas del Área Metropolitana de Santiago: Documento preliminar de consulta*. Documento de trabajo, mayo 1998, Santiago, Chile.



La gastronomía es uno de los rasgos más típicos y valorados que otorgan identidad a las distintas zonas del país. Asociado a celebraciones comunitarias, el curanto chilote se alimenta de la presencia de los comensales que sacian su apetito con esta ancestral manera de cocinar sobre piedras calientes. Foto: Nicolás Piwonka.

y niveles territoriales de actuación, tendiente, todo ello, al reconocimiento de sus especificidades e identidades.

Varios son los mecanismos que pueden llevarse a cabo como contribución a la gestión para la conservación de la diversidad natural y cultural de la ciudad y el territorio. Entre ellos mencionaremos los siguientes:

- Integración de políticas urbanas de usos de suelo, transporte y medio ambiente, estrategia clave en la búsqueda de escenarios de sustentabilidad urbana.
- Creación de corporaciones de gestión territorial, a nivel regional, provincial y comunal, que coordinen la administración pública, el sector privado y los representantes de la sociedad civil con el fin de planificar las actividades sobre el territorio, en especial el desarrollo y resguardo de las áreas de biodiversidad existentes y futuras.
- Creación de parques naturales urbanos a niveles intercomunal, comunal y vecinal, dependiendo de su ubicación, exclusividad de especies, etc., procurando su interconexión y fomentando el desarrollo de la vida silvestre.
- Intensificar el uso de especies nativas, no sólo en las calles, plazas o parques, sino en la creación de ambientes seminaturales dentro de la ciudad, privilegiando la diversidad de especies y cuidando su adaptación al medio.[6]
- Aplicación, con una nueva visión, de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) —planes regionales de desarrollo urbano, planes intercomunales, planes reguladores comunales y planes seccionales— con el fin de formular planes de protección de la biodiversidad urbana, normando la ordenación del espacio, los usos de suelo —ahorro y reutilización— y las compensaciones territoriales.
- Programas de educación para valorar la diversidad biológica, social y cultural, creando hábitos, compromisos y comportamientos ad hoc, con miras al logro de un desarrollo sustentable.

LAS IDENTIDADES COMO REAFIRMACIÓN DE LA DIVERSIDAD NATURAL Y CULTURAL

Estamos desde hace dos décadas sometidos a una transformación profunda de nuestros sistemas productivos, organizativos, institucionales y culturales, basados en una revolución tecnológica capaz de procesar información, generar conocimiento y comunicar eficientemente, revolución que ha sido el medio indispensable de dicha transformación.

6 Se puede establecer que un sitio presenta baja riqueza de especies —nativas y exóticas— si cuenta con 1 a 9 especies diferentes, mientras que tiene alta riqueza si posee más de 70 especies diferentes, como el caso del Parque Araucano en la comuna de Las Condes.
Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, London Ecology Unit, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, Darwin Initiative Fund (1998): Registro de Hábitats Naturales en las Comunas del Área Metropolitana de Santiago: Documento preliminar de consulta.



Aunque aparentemente ya estamos acostumbrados a esta nueva realidad, las tecnologías digitales son un fenómeno nuevo, que en sentido estricto tienen la capacidad de hacer operar simultáneamente ciertas actividades como unidad de tiempo real a escala planetaria. Y todo ello en una red de flujos en que confluyen las funciones y temáticas estratégicas dominantes de todos los ámbitos del quehacer humano.

El nuevo sistema global es a la vez extremadamente incluyente y excluyente de todo lo que responde o no a los valores de rentabilidad económica, en la medida en que se ha desarrollado principalmente como instrumento de articulación de mercados.

"Las redes globales incorporan individuos, segmentos de población, países, regiones, ciudades o barrios, al tiempo que excluyen a otros tantos individuos, grupos sociales o territorios"; es decir, el llamado siniestro juego de ganadores y perdedores (Castells, 2005).

Pero junto a estos cambios, y en interacción compleja, otro fenómeno de índole cultural está transformando el mundo: el reforzamiento de las identidades como un proceso dinámico mediante el cual las personas y los diferentes actores sociales descubren y proyectan el sentido de su accionar a partir de sus valores e intereses propios, a los cuales se les da prioridad sobre otras fuentes posibles de acción.

Ello tiende a cobrar preeminencia como principio fundamental de autodefinición, encarnándose en una diversidad creciente de vivencias y expresiones, pudiendo marcar en forma decisiva la dinámica social, la configuración del territorio y la política. Como casos extremos, en sectores golpeados por los ajustes que impone la globalización, la búsqueda de principios alternativos de sentido y legitimidad se vuelve una conquista prioritaria.

La protección y mejoramiento de los espacios naturales al interior del área urbana, junto con proporcionar una serie de beneficios para el equilibrio ambiental y el enriquecimiento de la biodiversidad, contribuye eficazmente a desarrollar un fuerte sentido de identidad en las personas, aumentando su disposición a participar en actividades de desarrollo comunitario (EMERY, 1986).

La atención por la gestión local y los procesos de descentralización van de la mano con el reconocimiento de fuertes identidades sociales, étnicas, religiosas, ambientales y territoriales, entre otras, intentando compatibilizar principios democráticos con la reafirmación de expresiones culturales propias. En muchos casos, la identidad nacional ha perdido sentido, debilitándose paulatinamente, en la medida que no basta para construir el sentido de la vida colectiva, no obstante los esfuerzos históricos del Estado.

La globalización sólo será sustentable en la medida que podamos unir en una doble relación lo local con lo global, los intereses de las personas con los de los mercados, creando canales de comunicación solidaria con la pluralidad de las identidades sociales en lugar de disolverlas bajo la dominación de una cultura global.

Pareciera ser que el desafío es compartir un proyecto común de variadas identidades colectivas y heterogeneidades, afianzadas en especificidades culturales y territoriales realmente representativas de las gentes, para que la sociedad de la información y de la comunicación no aparezca sólo como "propaganda tecnocrática de modernidad" (Castells, 2005), un proyecto que concilie lo político y lo cultural con crecimiento económico, para reafirmar, en el mediano y largo plazo, identidades que refuercen desarrollo y democracia.

El Informe sobre Desarrollo Humano en Chile 2002 del PNUD señala que Chile necesita nuevamente un imaginario colectivo, un proyecto país, ya que tal como pudo nacer a la vida independiente porque se imaginó a sí mismo como autor de su propio destino, de igual modo su desafío actual es configurar una visión que lo identifique para apropiarse de las oportunidades del futuro. Ello no se contradice con que dicho proyecto sea esencialmente inclusivo, recogiendo en una feliz síntesis las varias identidades que surgen de los grupos sociales y de los ambientes naturales con sus sistemas de biodiversidad. Esta afirmación puede extrapolarse a nuestras ciudades y afirmar que necesitan, cada una de ellas, definir su proyecto de ciudad sustentable.

Sin embargo, será difícil construir esas identidades si no se comprende a cabalidad nuestras vinculaciones con el territorio nacional, nuestra historia y nuestro patrimonio natural y cultural y cuanto podamos agregarle con nuestro trabajo para desarrollar significados y valores sociales (Proyecto País, 2005).

Página izquierda: **La promoción de Isla de Pascua como un centro artístico-cultural y de investigación, proveyéndola de los recursos e infraestructura necesarios, es parte de la integración cultural de Chile con la región de América Latina y el Pacífico Sur.**
Foto: Nicolás Piwonka.

Bibliografía

Boff, L. 2002. El Cuidado Esencial. Ética de lo humano, compasión por la tierra. Editorial Trotta, Madrid, España.

Castells, M. 2005. Globalización, desarrollo y democracia: Chile en el contexto mundial. FCE, Chile.

Colegio de Ingenieros de Chile. 2005. Proyecto País. Santiago, Chile (*En prensa*).

Diario El Mercurio, Propiedades: "Tendencias Mundiales". 16 octubre de 2005.

Emery, M. 1986. Promoting Nature in Cities and Towns: a Practical Guide. Christopher Helm, London.

Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, London Ecology Unit, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, Darwin Initiative Fund. 1998. Registro de Hábitat Naturales en las Comunas del Área Metropolitana de Santiago: Documento preliminar de consulta. Documento de trabajo, mayo 1998, Santiago, Chile.

Gobierno Vasco, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. 2003. Criterios de Sostenibilidad aplicables al Planeamiento Urbano. Serie Programa Marco Ambiental n. 22, mayo 2003.

Gross, P. 2005. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, en Gestión Ambiental Local. Ediciones Surambiente, Corporación Ambiental del Sur (CAS), Editorial Mar del Plata Santiago, Chile.

Gross, P. 2002. Sustentabilidad ¿Un Desafío Imposible? Ediciones Surambiente, Corporación Ambiental del Sur (CAS), Editorial Mar del Plata. Santiago, Chile.

Gross, P. 1998. "Ordenamiento Territorial: El manejo de los espacios rurales". Revista EURE, Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, vol. 24, n. 73. Santiago, Chile.

PNUD. 2002. Informe de Desarrollo Humano. Santiago, Chile.

UN-HABITAT. 2005. "Habitat". Debate, vol. 10, n. 4. Nairobi, Kenya.

USAID (2001): Making Cities Work: USAIDs Urban Strategy. Washington D.C. USA.

CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTOS EN LA BIODIVERSIDAD: EL CASO CHILENO

Juan Pedro Searle y Jaime Rovira

El cambio climático es ampliamente reconocido como uno de los problemas ambientales globales más complejos y que mayores desafíos presenta a la sociedad. El efecto invernadero, fenómeno natural benéfico que permite la vida sobre el planeta tal cual la conocemos, está siendo afectado por las actividades antrópicas, que, a través de las emisiones de dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O), están modificando el grado de concentración de dichos gases en la atmósfera y generando, en consecuencia, efectos sobre el clima. Más aún, el Panel Mundial de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés),[1] asevera en su Cuarto Informe de Evaluación (2007), con más de un 90 por ciento de certeza, que el hombre es el causante del aumento observado de las emisiones de estos gases y que ello ha provocado un aumento de la temperatura promedio mundial de 0,74 °C (medida entre los años 1906 y 2005), lo que ha tenido una incidencia directa en los cambios observados en muchos sistemas físicos y biológicos, en particular, desde comienzos de los años setenta.

En ese informe se asevera que en el menos pesimista de los escenarios esperados, la temperatura promedio de la atmósfera aumentará hacia fin de siglo entre 2 a 2,4 °C por sobre las condiciones actuales. Y ya para ese rango, el Panel proyecta cambios en importantes componentes socioeconómicos y medioambientales, siendo uno de ellos la biodiversidad (y sus servicios ecosistémicos asociados). En efecto, en su Cuarto Informe, el IPCC plantea que la resiliencia de muchos ecosistemas será sobrepasada este siglo, por una combinación sin precedentes de cambio climático y perturbaciones asociadas (por ejemplo, inundaciones, sequías, incendios, plagas, especies invasoras dañinas y acidificación de océanos), y otros agentes de cambio global tales como cambios de uso de la tierra, contaminación, y sobreexplotación de recursos. Aproximadamente, entre un 20 a 30 por ciento de las especies de plantas y animales evaluadas hasta ahora, estarán probablemente expuestas a un alto riesgo de extinción, si la temperatura global promedio excede los 2 °C. Si ello ocurriese y frente a concentraciones concomitantes de dióxido de carbono, se proyectan cambios importantes en las funciones y estructuras ecosistémicas, en las interacciones ecológicas de las especies, y en las extensiones geográficas de éstas, con consecuencias predominantemente negativas para la biodiversidad y para los servicios y bienes ecosistémicos, tales como suministro de alimentos y agua. Por ejemplo, el informe prevé que el retroceso de los glaciares, que ha sido particularmente importante en el sur de Chile, redundará en una disminución del agua disponible para diversos usos.

Coincidente con lo anterior es lo que se plantea en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, elaborado por las Naciones Unidas, en que el cambio climático será agente predominante directo de la pérdida de biodiversidad hacia fines del presente siglo. No obstante, este fenómeno está actualmente forzando a la biodiversidad para adaptarse a los impactos, ya sea a través de cambios de hábitat, cambios de ciclos de vida o mediante el desarrollo de nuevos rasgos físicos.

En cuanto a impactos del cambio climático en los ecosistemas marinos, derivados del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el IPCC prevé mayores aumentos de la temperatura superficial del mar y, eventualmente, del nivel del mar, lo que traerá consecuencias relevantes para este tipo de ecosistemas. Por ejemplo, la efectividad de los océanos como sumideros de carbono se reducirá, debido a concentraciones más bajas de carbonatos en las capas superficiales; habrá disminución de la solubilidad del CO2, debido al aumento de la temperatura; habrá estratificación incrementada; y la productividad biológica se verá alterada. Está prevista una reducción en la eficiencia de absorción de CO2 en los océanos de 4 a 15 por ciento al año 2100. Este gas es más soluble a alta presión y baja temperatura. Esta es la razón por la cual los océanos más fríos pueden absorber más CO2 que las aguas más cálidas.[2]

1. Panel especialmente creado por Naciones Unidas en 1988 para evaluar el cambio climático.

2. Las moléculas de dióxido de carbono se intercambian permanentemente entre la atmósfera y el agua a través de un proceso llamado difusión. La difusión de dióxido de carbono en los océanos representa casi la mitad del carbono extraído de la atmósfera.

Aun cuando exista una tendencia a limitarse la capacidad del océano de absorber más CO2, por el aumento de la temperatura, de todos modos habrá suficiente ingreso como para provocar un aumento de la acidificación. Cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua, ésta se hace más ácida. La acidificación del océano comienza en la superficie y se extiende hacia abajo a medida que las aguas superficiales se mezclan con la de capas más profundas. Cuando el CO2 es absorbido en el agua de mar, las concentraciones de H+ se incrementan y las concentraciones de los carbonatos (CO32-) bajan: el pH disminuye (acidificación). El pH ha bajado desde 8,16 (era preindustrial) hasta 8,05 en la actualidad y se espera que baje entre 0,14 y 0,35 más este siglo.

Ese proceso reducirá la concentración de iones carbonato (CO32-), que son necesarios para la calcificación. En dependencia de las especies, la tasa de calcificación disminuye entre 5 y 50 por ciento con el doble de CO2 presente en el agua de mar. Se reduce el éxito de supervivencia de los corales tropicales (Isla de Pascua) y no está claro lo que ocurra con los de profundidad (en los fiordos del sur de Chile o en los montes submarinos del Archipiélago Juan Fernández) y con la calcificación de plancton. Al afectarse la población de plancton se producen impactos nocivos sobre ecosistemas y cadenas alimentarias.

El aumento de las temperaturas en el mar afectará la tasa de crecimiento y el éxito en el reclutamiento de especies marinas. Se incrementan los movimientos de las poblaciones hacia el polo sur. Ello se corrobora con un estudio chileno, que indica cambios en la distribución y abundancia de la anchoveta, con bajas importantes en la zona norte del país, y un aumento de su población, en el sector litoral de las regiones del Biobío y Región de Los Lagos. Para la sardina común, también se espera una disminución significativa de la distribución de su biomasa en el norte, especialmente en la zona de Coquimbo; mientras que en el litoral de la Región del Biobío se espera un aumento. La merluza sería la menos afectada, pues no se esperan modificaciones importantes en su distribución, excepto cambios leves en el norte.

En cuanto a evaluaciones nacionales sobre alteración de temperatura y otros parámetros debido al cambio climático en la porción terrestre del país, al año 2040 se estima que aumente la temperatura superficial en poco menos de 2° C en la zona norte (hasta la Región de Coquimbo), y aumente cerca de 3 °C en la zona central y la región austral, modificando variables cruciales para los ecosistemas, tales como heladas, horas de frío y ocurrencia de días cálidos. Este estudio consideró un aumento de temperatura promedio de 2º C en un horizonte de cien años. Al tener climas mucho más cálidos, con traslado de condiciones actuales desde la zona norte hacia las zonas central y austral, podrían verse influenciadas, de manera importante, las comunidades vegetales y la fauna asociada. Por ejemplo, los herbívoros de la zona austral podrían verse beneficiados, al generarse condiciones para un mayor crecimiento de la biomasa vegetal.

En cuanto a la precipitación anual, para el año 2040 se predicen cambios superiores al 30 por ciento en algunas áreas del país. Se estima que en la zona central disminuirá significativamente este parámetro. Por el contrario, en el altiplano se incrementarían las precipitaciones, pero disminuirían hasta un 25 por ciento desde Antofagasta a Puerto Montt, y aumentaría nuevamente desde Chiloé al sur. Como consecuencia, habría un aumento en la aridez en el norte y centro del país, llegando hasta la Región del Biobío.

Por otra parte, evaluando la situación climática probable hacia fines de siglo (período 2071-2100), y considerando dos escenarios de emisiones previstos por el IPCC —moderado y severo—, otro estudio nacional (ver figura 1), mostró aumentos de temperatura de entre 1 a 3 °C (escenario moderado), y entre 2 a 4 ºC (escenario severo), a lo largo de todo el país. Entre los resultados destacan que la mayor variación de temperatura se estima para el norte grande y norte chico, y mayormente en la zona andina; que sólo en la Región Austral, bajo el escenario moderado, hay sectores pequeños con calentamiento menor a 1 °C. Estacionalmente, el calentamiento es mayor en verano, excediendo los 5 °C en algunos sectores altos de la cordillera de los Andes. La precipitación, en términos generales, en las cumbres andinas marcará un contraste entre ambas laderas, con un aumento en la ladera oriental (Argentina) y una disminución en la ladera occidental (Chile continental y el Pacifico adyacente), particularmente en latitudes medias y en las estaciones de verano y otoño. Este contraste se manifestaría más acentuado en el escenario severo durante el verano, en que la precipitación sobre ciertos sectores de Chile centro-sur, se reducirá a la mitad e incluso, a un cuarto del valor actual, al mismo tiempo que la precipitación futura se duplicará (respecto a la actual), inmediatamente al este de la cordillera de los Andes.

CONCLUSIONES

En función de los cambios observados y proyectados para la biodiversidad, es relevante poder incorporar una evaluación de dichos cambios, en el marco del diseño e implementación de un sistema nacional de áreas protegidas, como el que se está desarrollando actualmente para Chile. En términos concretos, la evidencia científica —en particular aquella proveniente del IPCC—, permite inferir que las áreas protegidas se verán afectadas por el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad que ellas contienen. En el mismo sentido, el desplazamiento de especies y ecosistemas provocado por el cambio climático, permite prever que los sistemas de gestión diseñados para proteger la biodiversidad (por ejemplo, las áreas protegidas, los sitios prioritarios u otros instrumentos similares), debieran incorporar esta noción de desplazamientos ecosistémicos en su diseño físico. Probablemente, una estrategia de adaptación a los cambios que vienen pudiera considerar aumentar la superficie de las áreas protegidas actuales; reservar espacios protegidos en distintas latitudes y altitudes y conectarlos, para que haya posibilidades de desplazarse entre ellas. ¿Qué tipos de corredores necesitaremos para ello? Claro está que la magnitud de las tareas y la oportunidad para emprenderlas, requiere tener una mirada no dogmática acerca de estos temas. Habría que sumar todos los actores a esta

cruzada. Todo espacio sirve. Algunos podrían tener el carácter de "núcleo", más restrictivo en usos que otros. Ojala llegáramos a tener objetivos de conservación de biodiversidad en todo el territorio incluido el espacio marino, con compromisos por parte de cada usuario del mismo. Hay que empezar por un sistema que distinga sus partes del resto del territorio, por contener especies o ecosistemas objetos de conservación y compromiso de acciones por parte de quienes se relacionan con ese espacio. Habría que posibilitar una variedad de administradores (municipios, privados, comunidades indígenas, corporaciones, fundaciones, etc.), con una supervisión estatal que homogenice exigencias y transmita experiencias.

El IPCC estima que ya con el aumento de 1 °C aumentarán las especies en peligro de extinción, lo que pudiera aconsejar el refuerzo significativo de los programas de inventario de nuestras especies y de recuperación de aquellas amenazadas.

También resulta aconsejable el refuerzo de los programas contra especies invasoras dañinas de nuestros ecosistemas, que pudieran encontrar mejores condiciones para su proliferación debido al cambio climático.

Bibliografía

CONAMA. 2000. Análisis de vulnerabilidad y adaptación en agricultura, recursos hídricos y silvicultura. Efectuado por el Centro AGRIMED de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, bajo el Proyecto GEF "Capacitación de Chile para cumplir sus compromisos con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

CONAMA. 2007. Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI. Efectuado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile.

CONAMA. 2001. Análisis de vulnerabilidad y adaptación en zonas costeras y recursos pesqueros. Efectuado por el Centro EULA de la Universidad de Concepción, bajo el Proyecto GEF "Capacitación de Chile para cumplir sus compromisos con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

Naciones Unidas. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

Orr, James; Victoria Fabry; Oliver Aumont; Laurent Bopp; Scott Doney; Richard Feely et al. 2005. "Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms". Nature, 437 (7059): 681-686.

Rovira, J. 2004. "Políticas gubernamentales y avances en el conocimiento de nuestra biodiversidad". Ambiente y Desarrollo, vol. XX, 2004, pp. 116-117.

IPCC Fourth Assessment Report (AR4) . 2007. Ver en www.ipcc.ch.

Figura 1: ¿Cómo será el clima de Chile a fines del siglo XXI?

PRECIPITACIONES

- **Norte Grande**
  Sobre el altiplano aumentan las precipitaciones en primavera y verano, siendo más significativas en primavera en la I Región bajo el escenario severo, y más extendidas hacia la II Región bajo el escenario moderado.
- **Norte Chico**
  Se incrementan las precipitaciones en otoño, pero en invierno afecta sólo a la región andina, con mayor incremento en la mitad norte.
- **Zona Central**
  Bajan hasta un 40 por ciento en las tierras bajas, ganando en magnitud hacia la ladera andina durante el verano, reduciéndose en otoño e invierno bajo un escenario moderado.
- **Zona Sur**
  Durante el verano, la disminución es del orden de 40 por ciento, reduciéndose en primavera a un 25 por ciento.
- **Zona Austral**
  Presenta pérdidas estivales de un 25 por ciento, pero se normaliza hacia el invierno, y existe un leve aumento en el extremo sur que prevalece todo el año.

TEMPERATURAS

Domina el calentamiento en todas las regiones, siendo mayor para el escenario severo, donde se aprecia un aumento sobre Chile continental entre 2 y 4 °C respecto al clima actual. Se acentúa más hacia los sectores andinos y disminuye de norte a sur. Sólo en la región Austral bajo el escenario moderado, hay sectores pequeños con calentamiento menor a 1 °C. Estacionalmente, el calentamiento es mayor en verano, excediendo los 5 °C en algunos sectores altos de la cordillera de los Andes.

IMPACTO HIDROLÓGICO

Por aumento de temperatura, habrá reducción del área andina capaz de almacenar nieve. Ello provocará incrementos en las crecidas invernales de los ríos, particularmente en el sector cordillerano comprendido entre las latitudes 30 y 40°S, que corresponde a las regiones de mayor productividad desde el punto de vista silvoagropecuario y donde se ubica la generación hidroeléctrica del sistema interconectado.

NIVEL DEL MAR

Observaciones efectuadas desde 1961 muestran que la temperatura promedio del océano global ha aumentado hasta en profundidades de al menos 3.000 metros, y que el océano ha estado absorbiendo más del 80 por ciento del calor adicionado al sistema climático. Tal calentamiento hace que el agua de mar se expanda, contribuyendo al aumento del nivel del mar. Frente a la costa de Chile existe ya una disminución en el nivel del mar desde el sector norte, con algo más de 20 cm, hasta el mar circumpolar, donde las alzas bordean los 10 cm. Esto hace prever alzas entre 28 y 16 cm, bajo el escenario severo y entre 24 y 14 cm para el escenario moderado hacia fin de siglo.

Fuentes: Estudio de Variabilidad Climática para Chile en el Siglo 21, CONAMA, 2007; IPCC, Cuarto Informe de Evaluación 2007.

Un estudio prevé que hacia fines de este siglo las mayores variaciones de temperatura se presentarán en el Norte Grande y Norte Chico, donde se estima también un aumento de la aridez. Ello alteraría fenómenos como el que se produce los años más lluviosos en la Región de Atacama, entre septiembre y noviembre, conocido como el Desierto Florido. Foto: Felipe Orrego.



ÁREAS PROTEGIDAS EN CHILE

Jaime Rovira, David Ortega, Daniel Álvarez L. y Karin Molt

ESTRUCTURAS ACTUALES Y DESAFÍOS

En Chile existen áreas destinadas a proteger el patrimonio natural, desde principios del siglo XX. Si consideramos todas las formas existentes para poner un espacio de valor natural y cultural bajo protección, podemos concluir que hay muchos instrumentos legales de los cuales echar mano, en situaciones disímiles y con distinta intensidad de protección, desde la más estricta hasta aquellas áreas donde se compatibiliza protección y uso sustentable. Pero, existen importantes insuficiencias e imperfecciones, que requieren ser resueltas prontamente para resguardar adecuadamente un patrimonio de todos los chilenos.

La Política Nacional de Áreas Protegidas reconoce la posibilidad de desarrollo de tres subsistemas de Áreas Protegidas en Chile: i) el subsistema público en el ámbito terrestre (administrado por la Corporación Nacional Forestal, CONAF) y marino (administrado por el Servicio Nacional de Pesca), ii) el subsistema público-privado en el ámbito terrestre (el Ministerio de Bienes Nacionales delega y supervisa administración de terceros) y marino (Subsecretaría de Marina y CONAMA delegan y supervisan administración a terceros) y iii) el subsistema privado, tanto en propiedad como en gestión.

Los principales sistemas y marcos regulatorios vigentes para las áreas protegidas, y reconocidas actualmente como áreas con protección oficial por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son:

- Las áreas protegidas administradas por CONAF, dependiente del Ministerio de Agricultura. El principal sustento legal de esos diferentes tipos de espacios bajo protección es la Convención para la Protección de la Flora y Fauna y las Bellezas Escénicas de América, ratificada por D.S. 531 del Ministerio de Relaciones Exteriores. Las categorías existentes son: Reserva Nacional, Parque Nacional y Monumento Natural. CONAF administra esas áreas, que se reúnen orgánicamente en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).
- Reservas Forestales y Parques Nacionales de Turismo, administrados por CONAF, dependiente del Ministerio de Agricultura (Ley de Bosques de 1931).
- Inmuebles fiscales destinados por el Ministerio de Bienes Nacionales, para fines de conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos (D.L. 1939/77, artículos 1º, 19 y 56).
- Las Zonas de Conservación Histórica (D.F.L. 458/75 Ministerio de Vivienda y Urbanismo, (artículo 60).
- Áreas de Preservación Ecológica contenidas en los Instrumentos de Planificación Territorial (áreas de protección de recursos de valor natural o patrimonio cultural y similares) (D.F.L. 458/75 Ley General de Urbanismo y Construcciones y el D.S. 47/92 Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones).
- Las figuras de la Ley de Pesca, cuya creación es conducida por la Subsecretaría de Pesca y son administradas por el Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA, ambos dependientes del Ministerio de Economía: Parques Marinos, Reservas Marinas y Reservas Genéticas.
- Las Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos AMCP-MU, actualmente bajo la tuición de las Comisiones Regionales de AMCP formadas por CONAMA, SERNAPESCA, Gobierno Regional, Intendencia, SERNATUR, MBN, DIRECTEMAR, CONADI, Consejo Zonal de Pesca, ONG y Universidades (D.S. 827/95 Ministerio de Relaciones Exteriores, D.F.L. 340/60 Ministerio de Defensa, D.F.L. 2222/78 Ministerio de Defensa, D.S. 475/94 Ministerio de Defensa).
- Zonas húmedas de importancia internacional, especialmente como hábitat de especies acuáticas (sitios Ramsar) (D.S. 771/81 Ministerio de Relaciones Exteriores).
- Los acuíferos que alimentan vegas y bofedales en las regiones de Tarapacá y Antofagasta regidas por el Código de Aguas (D.F.L. 1122/81 (Código de Aguas), artículo 63).
- Las Zonas o Centros de Interés Turístico del Servicio Nacional de Turismo dependiente del Ministerio de Economía (Decreto Ley 1224/75).
- Las figuras de la Ley de Monumentos Nacionales, bajo la tutela del Consejo de Monumentos Nacionales, dependientes del Ministerio de Educación: Santuario de la Naturaleza, Monumentos Históricos, Zonas Típicas o Pintorescas.

Existen otras figuras sobre las cuales aún no hay claridad de si constituyen o no formas de protección oficial. Algunas de las más importantes son:

- Distritos de Conservación de Suelos, Bosques y Aguas. El SAG fiscalizaría aplicando la Ley 18.378/84, siempre y cuando entrara en vigencia. El Ministerio de Agricultura sería el ente encargado de declarar el área. No está claro quién administraría ese tipo de áreas.
- Áreas de Prohibición de Caza. El SAG fiscaliza la Ley de Caza 19.473/97; el Ministerio de Agricultura declara el área según el artículo 4 de la misma ley. No está claro quién administra esas áreas.
- Lugares de Interés Histórico-Científico para efectos mineros. Su afectación y desafectación le corresponde al Ministerio de Minería según artículo 176 del Código de Minería, Ley 18.248/83. No está claro quién administra esas áreas, aunque las existentes suelen coincidir con áreas administradas por CONAF.
- Áreas de Protección para la Conservación de la Riqueza Turística. Se crearían por el Ministerio de Agricultura, previo informe favorable del Servicio Nacional de Turismo, si entrara en vigencia la Ley 18.378/84 (artículo 4). El administrador sería el titular del área.
- Reservas de la Biosfera. El Gobierno solicita la incorporación de determinados espacios a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera de UNESCO (de acuerdo a Estrategia de Sevilla y Marco Estatutario de la Conferencia General de la UNESCO del año 1995). Todas las existentes en Chile, salvo dos recién creadas (Cabo de Hornos y Bosques Templados), comprenden territorios bajo la administración de CONAF.
- Concesiones Marinas para Investigación. Son áreas costeras concesionadas por parte de la Subsecretaría de Marina a centros de investigación, en base a Ley N° 340 de 1960 sobre Concesiones Marítimas.
- Zonas Marinas Especialmente Sensibles. Son áreas marinas que el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (de manera abreviada, MARPOL), dependiente de la Organización Marítima Internacional, reconoce con un grado de protección mayor, debido a su especial importancia por razones ecológicas, socioeconómicas o científicas, y porque pueden ser vulnerables a los daños causados por las actividades del transporte marítimo internacional.
- Áreas de Manejo y Explotación de recursos bentónicos. Son áreas situadas en la franja costera reservada a la pesca artesanal, que la Subsecretaría de Marina concesiona al Servicio Nacional de Pesca y que este destina a una organización de pescadores artesanales para la ejecución de un proyecto de manejo y explotación de recursos bentónicos. Su creación se basa en la Ley 18.892

Varias de las figuras mencionadas con anterioridad pueden estar en terrenos de propiedad privada. Puede ser el caso de Santuarios de la Naturaleza o partes de una Zona de Interés Turístico. La Ley 19.300/94, en su artículo 35, plantea la necesidad de fomentar áreas protegidas privadas diferentes a las ya mencionadas, supervisadas por quien administre el SNASPE. El reglamento respectivo se encuentra aprobado por el Consejo Directivo de Ministros CONAMA y entra en vigencia junto con la Ley de Bosque Nativo recientemente aprobada por el Congreso Nacional. Las categorías que comprende el Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas Privadas son: Área Privada de Preservación Estricta, Parque Natural Privado, Monumento Natural Privado y Reserva Natural Privada. Resolver esta situación estimulará la formalización de numerosas iniciativas de conservación privada hoy existentes.

Al revisar la normativa actual, podemos constatar que existen diversas figuras de protección posibles, pero también se puede observar una serie de dificultades. Entre las más importantes pueden mencionarse: las escasas regulaciones que respaldan algunas de las figuras; la inseguridad de administradores ante todas las figuras de áreas protegidas, lo que provoca o puede traducirse en "protección en el papel" y no efectiva; los diversos estándares de protección, diferencia asociada a figuras de distinta paternidad sectorial, que hace difícil comparar los diferentes tipos de áreas; la falta de figuras de protección que permitan la administración por actores locales como municipios, gobiernos regionales, comunidades rurales o indígenas. Hay que considerar también, que se constata poca protección de nuestros ecosistemas: muchos de ellos no se encuentran cabalmente representados en las áreas protegidas existentes. Por ello, la Estrategia Nacional de Biodiversidad plantea la meta de proteger a lo menos el 10 por ciento de la superficie de cada uno de nuestros ecosistemas relevantes al año 2010. Su Plan de Acción explica que entenderemos por protección efectiva aquella de carácter oficial, además de la existencia de un Plan de Manejo y un administrador que se haga cargo de su ejecución.

Las insuficiencias indicadas han dado lugar a señalamientos de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y recientemente de una Política Nacional de Áreas Protegidas. Con la finalidad de dar protección efectiva a muestras representativas de los ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas del país y garantizar la provisión de servicios ecosistémicos, la Política plantea que se deberá construir un Sistema Nacional de Áreas Protegidas a partir de la articulación de los marcos regulatorios y la optimización de la gestión de los subsistemas de áreas protegidas señalados más arriba. En dicho contexto, y en concordancia con la Convención de la Biodiversidad (CBD), las recomendaciones de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad, se promueve la existencia de diversas formas de administración o gobernabilidad de áreas protegidas, incluyendo la posibilidad de que estas sean administradas y gestionadas por privados u otros actores, en forma integral, no obstante ser propiedad del Estado. Tal es el caso de las concesiones marítimas en las Áreas Marinas y Costeras Protegidas, concedidas en virtud de las atribuciones de la Subsecretaría de Marina, y de las concesiones otorgadas para fines de turismo, ciencia o conservación en destinaciones del Ministerio de Bienes Nacionales. La política aprobada recientemente promoverá la construcción de los arreglos institucionales y alianzas intersectoriales requeridas para la participación privada, facilitando la creación y gestión de

corredores biológicos, zonas de amortiguación o áreas de uso múltiple sustentable, indispensables para generar conectividad entre las áreas protegidas existentes. La política permitirá también abordar los vacíos en la provisión de figuras de áreas protegidas para ambientes dulceacuícolas y discutir la posibilidad que las comunidades locales o indígenas y los entes administrativos estatales de nivel regional y local puedan crear y administrar áreas protegidas dentro del futuro sistema.

Aparentemente, resulta necesario establecer nuevas categorías en el marco de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, figuras ausentes en los marcos regulatorios vigentes, que aumentarían los instrumentos disponibles para poner bajo protección ecosistemas insuficientemente representados en las áreas protegidas existentes. Esto es especialmente importante en lugares donde los territorios se encuentran intensamente ocupados o donde las figuras actuales no permiten soluciones de administración de las futuras áreas, acordes con la realidad específica. Esas nuevas figuras podrían servir, por ejemplo, para conseguir la necesaria conectividad entre las áreas protegidas. Las áreas sugeridas —entre otras— son las siguientes: PUMAS (Parques de Uso Múltiple y Actividades Sustentables); Áreas Protegidas Indígenas; Parques Regionales; Parques Comunales; en el caso del ambiente dulceacuícola debe evaluarse la creación y/o aplicabilidad de figuras actuales, que permitan cubrir distintos niveles de protección de la biodiversidad.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas debe contemplar, como una de sus líneas de acción marco, la realización de un análisis de equivalencia entre las figuras de áreas protegidas de los distintos marcos regulatorios y su correspondencia con un marco de referencia aceptado mundialmente, que constituya el mínimo común denominador a la hora de hablar de áreas protegidas en Chile. A este respecto, la homologación de las figuras de áreas protegidas de Chile con las categorías de áreas protegidas de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, recomendadas por la Convención de la Diversidad Biológica, permitiría estandarizar las figuras de áreas protegidas para los diferentes marcos regulatorios vigentes, además de posibilitar un adecuado seguimiento, según criterios aceptados internacionalmente. Las áreas protegidas, de cualquier tipo, debieran crearse por procedimientos que consideren la coordinación entre las instituciones públicas.

PRINCIPALES MARCOS REGULATORIOS ACTUALES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD IN SITU

Sistema / Marco Regulatorio	Entidad Reguladora o Administradora	Definición u Objeto del Sistema o Marco Regulatorio	Tipos de Figura (o categoría de manejo)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), la Ley 18.362/84 que establece el SNASPE no ha entrado en vigencia. Sin embargo el Sistema constituye una realidad administrativa que agrupa diferentes tipos de unidades, establecidas a partir de decretos de los Ministerios de Relaciones Exteriores (Convención de Washington), de Agricultura y de Bienes Nacionales	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica del país, o lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente	**Parque Nacional** Área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse
			Monumento Natural Área destinada a la preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, y, en la medida compatible con esto, la realización de actividades de educación, investigación o recreación
			Reserva Nacional Área de conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna

Sistema / Marco Regulatorio	Entidad Reguladora o Administradora	Definición u Objeto del Sistema o Marco Regulatorio	Tipos de Figura (o categoría de manejo)
Consejo de Monumentos Nacionales, Ley 17.288/70	Ministerio de Educación a través del Consejo de Monumentos Nacionales, mantiene la custodia general de estas áreas (públicas o privadas), sin establecer administración	La ley de Monumentos Nacionales tiene por objeto brindar protección a aquellos bienes patrimoniales de la nación, del tipo natural y cultural, muebles o inmuebles. Los hay bajo diferentes categorías; Monumentos Históricos, Zonas Típicas, Santuarios de la Naturaleza, Monumentos Arqueológicos, Monumentos Paleontológicos y Monumentos Públicos	**Santuarios de la Naturaleza** Áreas terrestres o marinas que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado
Terrenos fiscales con fines de conservación, D.L. 1939/77 del Ministerio de Bienes Nacionales, que norma la administración, adquisición y disposición de bienes fiscales	Ministerio de Bienes Nacionales, quien destina la administración a un tercero	El objetivo es la destinación de un inmueble fiscal con fines de conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo	**Bienes Nacionales Protegidos** Para fines de conservación ambiental, protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo
Programa Hombre y Biosfera de UNESCO. Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, ratificada por Chile por el D.S. 259/80 del Ministerio de Relaciones Exteriores	En Chile, las reservas corresponden a unidades del SNASPE, administradas por CONAF	El objetivo de esta Convención es identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural, reconociendo que esta función le incumbe primordialmente a los Estados.	**Reservas de la Biosfera** Las reservas de la biosfera deben cumplir con tres funciones complementarias: una función de conservación para proteger los recursos genéticos, las especies, los ecosistemas y los paisajes; una función de desarrollo, a fin de promover un desarrollo económico y humano sostenible; y una función de apoyo logístico, para respaldar y alentar actividades de investigación y educación. Incluyen zonas de ecosistemas terrestres o costero/ marinos y cuentan con áreas Núcleo, Buffer y de Corredor
La Ley 18.892 General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado está en el D.S. 430/91 de la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía	Establecidas por la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía y entregadas en tuición al Servicio Nacional de Pesca	Estas áreas son declaradas para limitar el acceso a determinadas extensiones a las actividades pesqueras y otras que impliquen impactos negativos sobre el ecosistema y sus recursos. Se establecen prohibiciones y medidas de administración de recursos hidrobiológicos, tales como la veda biológica por especie, la prohibición de captura temporal o permanente, fijación de cuotas anuales de captura, declaración de áreas específicas de preservación	**Parques Marinos** Áreas marinas específicas y delimitadas destinadas a preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. Están bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca y en ellos no podrá efectuarse ningún tipo de actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio
			Reservas Marinas Área de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. Estas áreas quedarán bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca y sólo podrá efectuarse en ellas actividades extractivas por períodos transitorios previa resolución fundada de la Subsecretaría de Pesca

Sistema / Marco Regulatorio	Entidad Reguladora o Administradora	Definición u Objeto del Sistema o Marco Regulatorio	Tipos de Figura (o categoría de manejo)
Áreas Marinas Costeras Protegidas (AMCP). Establecidas combinando atribuciones legales de la Subsecretaría marina D.F.L. 340/60 de concesiones marítimas; del Ministerio de Bienes Nacionales Ley 1939/77; base de la afectación de los territorios marinos y terrestres y de la Subsecretaría de Pesca Ley 18.892	Regulación intersectorial: MINSEGPRES, MINECON, MIN. DEFENSA. Supervisión: CRAMCP formadas por Intendencia, que preside, CONAMA, SERNAPESCA, SERNATUR, MBN, DIRECTEMAR, CONADI, CZP, Universidades, ONG y Representantes de la sociedad civil (pescadores, empresarios, comunidades indígenas). Administración: Unidad de Administración público-privada sin fines de lucro con participación del Gobierno Regional y entidades sin fines de lucro; temporalmente unidades operativas del Proyecto GEF-Marino.	Ambos cuerpos legales son la base de la afectación de los territorios marinos y terrestres. El resto de las leyes invocadas en los decretos son complementarias	**Áreas Marinas y Costeras Protegidas** Preservación, conservación y uso sustentable de los recursos y espacios marinos y terrestres existentes en el espacio afectado. Cuentan con áreas núcleo, áreas de conservación y áreas de uso regulado
Sitios protegidos por la Convención Ramsar. La UNESCO sirve como depositaria de la Convención y su administración está a cargo de la Oficina Ramsar, administrada por la UICN. Fue aprobada como Ley de la República en septiembre de 1980, mediante D.S. 771 de 1981	Regulación intersectorial: Ministerio de Relaciones Exteriores – CONAF, Comité Nacional de Humedales Administración: CONAF, privados.	Entre los objetivos de esta Convención suscrita por Chile se cuenta la protección de los Humedales de relevancia internacional, si cumple con alguno de los ocho requisitos de selección descritas por la Convención. http://www.ramsar.org/key_criteria_s.htm	**Sitios Ramsar** Protección y conservación de humedales, lo que implica comprometer un Plan de Manejo de Conservación, desarrollo de actividades productivas, en un marco de uso racional y sostenible

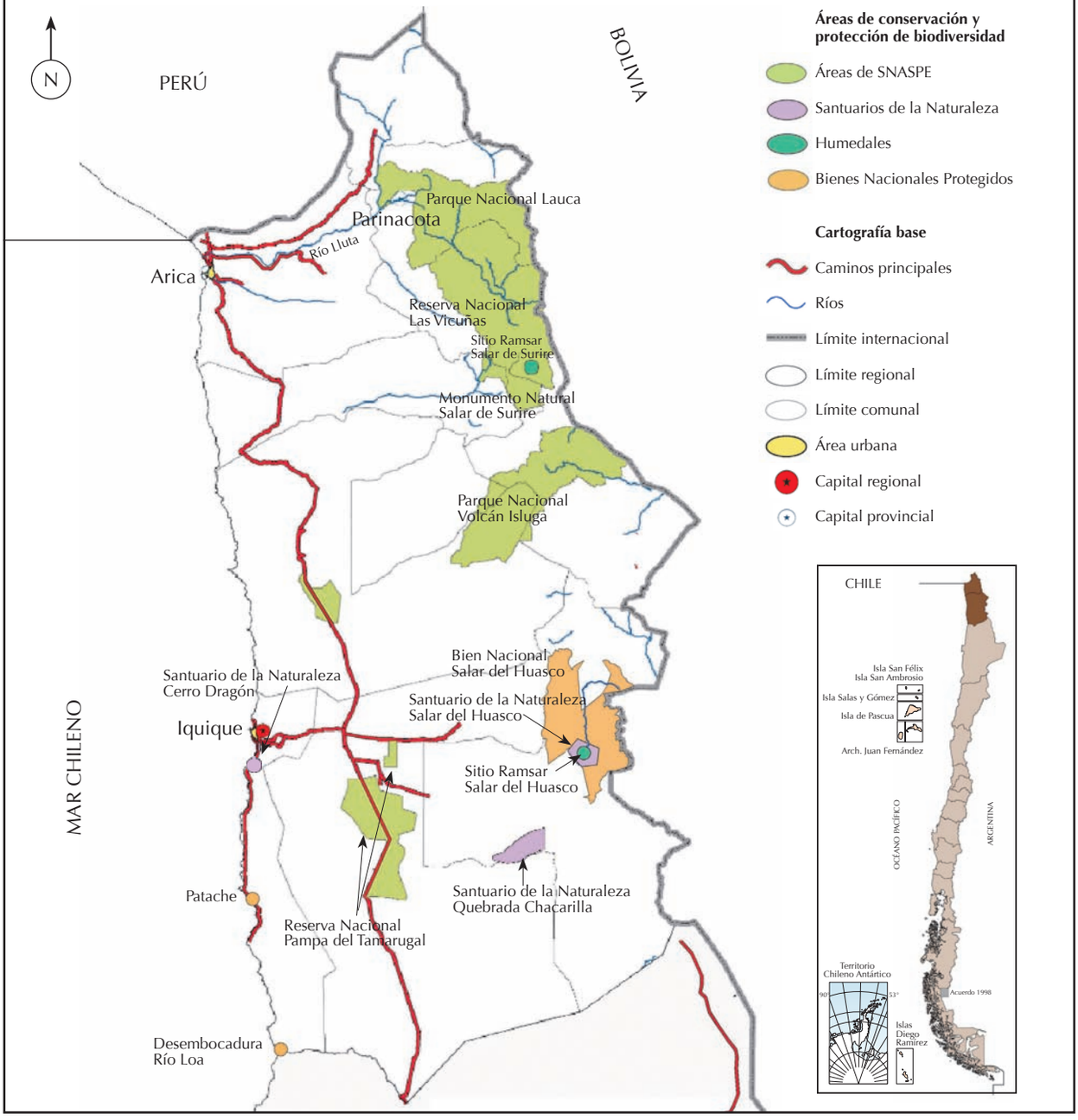
Fuentes de Información: CONAF – Patrimonio Silvestre (SNASPE), SUBPESCA y SERNAPESCA (AMCP, Reservas y otros), Consejo de Monumentos Nacionales (Santuarios), Ministerio de Bienes Nacionales, Información consolidada por CONAMA – Depto. Protección de Recursos Naturales.

A continuación se detallan por región, antecedentes de las diferentes unidades que conforman los Sistemas de Protección. Bajo el subtítulo ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS se ordenarán aquellas áreas que el Comité Técnico de Áreas Marinas Costeras Protegidas de nivel nacional, integrado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Subsecretaría de Marina, Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, Dirección del Medio Ambiente, Antártica y Asuntos Marítimos del Ministerio de Relaciones Exteriores y el Ministerio de Bienes Nacionales, haya resuelto que cumplen esa condición a mayo del 2008; el Comité es coordinado por CONAMA.

ÁREAS PROTEGIDAS EN CHILE

Superficies nacionales	
SUPERFICIE NACIONAL SNASPE	14.334.896,80 ha
SUPERFICIE NACIONAL DE AMCP	74.255 ha
SUPERFICIE NACIONAL DE RESERVAS MARINAS	4.747,71 ha
SUPERFICIE NACIONAL DE SANTUARIOS DE LA NATURALEZA	422.177,00 ha
SUPERFICIE NACIONAL SITIOS RAMSAR	159.154,00 ha
SUPERFICIE NACIONAL DE BIENES NACIONALES PROTEGIDOS	467.082 ha
SUPERFICIE NACIONAL DE PARQUES MARINOS	1.506 ha

REGIÓN DE ARICA-PARINACOTA / REGIÓN DE TARAPACÁ



REGIÓN DE ARICA-PARINACOTA

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 358.312 ha

Nombre	Reserva Nacional Las Vicuñas
Fecha de creación Decreto	12 de mayo de 1983. D.S. 29 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Putre, Provincia de Parinacota
Superficie	209.131 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Declarado lugar de interés científico para efectos mineros, además es la principal área de la unidad que fue declarada como Reserva de la Biosfera Lauca, junto con el Parque Nacional Lauca y el Monumento Natural Salar de Surire. Esta reserva comprende cinco ecosistemas de matorral bajo de altitud, siendo el de mayor extensión en el área el matorral andino de tola amarga y paja brava.

Nombre	Parque Nacional Lauca
Fecha de creación Decreto	Originalmente creada como Reserva Forestal 20 de abril de 1965 D.S. 284 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Putre, Provincia de Parinacota
Superficie	137.883 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Pertenece a la unidad que fue declara como Reserva de la Biosfera Lauca, en conjunto con el Reserva Nacional Las Vicuñas y el Monumento Natural Salar de Surire. De las especies presentes en esta unidad, las más importantes por su fragilidad son, en mamíferos, el quirquincho de la puna (*Euphractus nationi*), el chinchillón (*Chinchillula sahamae*) y el puma (*Puma concolor*). En cuanto a las aves, la especie presente es el suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*) y en peces el bagrecito del Chungará (*Trichomycterus chungarensis*), bagrecito del Lauca (*Trichomycterus laucaensis*) y el bagrecito o suche (*Trichomycterus rivulatus*).

Nombre	Monumento Natural Salar de Surire
Fecha de creación Decreto	8 de marzo de 1983, oficializada el día 12 de mayo de 1983 D.S. 29 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Putre, Provincia de Parinacota
Superficie	11.298 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Pertenece a la unidad que fue declara como Reserva de la Biosfera Lauca, en conjunto con la Reserva Nacional Las Vicuñas y el Parque Nacional Lauca. El salar congrega permanentemente tres especies de flamencos de las seis que existen en el mundo. Destacable es el hecho que el salar constituye un lugar de reproducción de flamencos, así como de hábitat de un considerable número de otras especies silvestres, como las vicuñas (*Vicugna vicugna*) y suris (*Pterocnemia pennata tarapacensis*), el quirquincho de la puna (*Euphractus nationi*), el chichillón (*Chinchillula sahamae*), el puma (*Puma concolor*) y anfibios como el sapo (*Telmatobius peruvianus*).

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 15.858 ha

Nombre	Salar de Surire
Fecha designación	2 de diciembre de 1996
Localización	Comuna de Putre, Provincia de Parinacota
Superficie	15.858 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su creación tiene como sustento conservar la fauna asociada a los cuerpos de agua. Es el único lugar de anidación de las tres especies chilenas de flamencos: flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*). Las lagunas del salar están habitadas además por otras especies de aves adaptadas a grandes altitudes, como: el suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*) y de mamíferos tales como el puma (*Puma concolor*), el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), el quirquincho (*Euphractus nationi*) y la vicuña (*Vicugna vicugna mensalis*). En las áreas circundantes al salar de Surire, hay formaciones de vegetación esteparia de camaefitos (*chamaephytes*) y nanofanerofitos (*nanophanerophytes*).

REGIÓN DE TARAPACÁ

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 275.394 ha

Nombre	Parque Nacional Volcán Isluga
Fecha de creación Decreto	7 febrero de 1967 D.S. 4 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comunas de Huara, Camiña y Colchane, Provincia de Iquique
Superficie	174.744 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Tiene como valor ecológico la preservación de especies como el gato colocolo (*Oncifelis colocoloi*) y el puma (*Puma concolor*). En las aves el suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*) y en los peces el bagrecito o suche (*Trichomycterus rivulatus*).

Nombre	Reserva Nacional Pampa del Tamarugal
Fecha de creación Decreto	18 de diciembre de 1987 D.S. 207 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Pozo Almonte, Provincia de Iquique
Superficie	100.650 ha

Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El principal atractivo de esta unidad es el hecho que pese a encontrarse en un área clasificada climáticamente como de desierto absoluto, se pueden encontrar formaciones boscosas correspondientes a especies de tamarugo (*Prosopis tamarugo*) y algarrobo (*Prosopis alba*). En cuanto a la fauna están presentes especies como el quique (*Galictus cuja*) el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), el lagarto del desierto (*Tropidurus tarapacensis*) y en aves, el comesebo de los tamarugos (*Conirostrum tamarugense*).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 26.057,23 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Quebrada de Chacarilla**
Fecha de creación Decreto	23 de agosto de 2004 D.S. 664 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Pica, Provincia de Iquique
Superficie	16.069,7 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Municipalidad de Pica
Valor ecológico y/o patrimonial	Posee un alto valor paleontológico debido a la abundancia de huellas de dinosaurios ubicados temporalmente entre el Jurásico Superior y Cretácico Inferior (150-100 millones de años) y relevante por su importancia científica, educativa y turística.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Salar del Huasco**
Fecha de creación Decreto	9 de mayo de 2005 D.S. 561 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Pica, Provincia de Iquique
Superficie	9.950 ha
Propietario	En su mayoría del Ministerio de Bienes Nacionales, puesto que hay concesiones a privados.
Administración	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor ecológico y/o patrimonial	Corresponde a un humedal altoandino, siendo uno de los más prístinos de Chile por su gran biodiversidad. Es una importante reserva de agua en un medio desértico, siendo un ambiente intermedio entre los medios seco y acuático. Constituye un hábitat fundamental de especies de flora y fauna y una zona de alimentación, nidificación y residencia temporal o permanente de aves. Además, destaca la presencia de cuatro unidades vegetacionales, pajonal, tolar, bofedal y queñoal. Se encuentran presentes, al menos, 25 especies de vertebrados. Cabe señalar que existe un sinnúmero de sitios arqueológicos asociados al salar y al sistema hidrológico general de la cuenca.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Cerro Dragón**
Fecha de creación Decreto	18 de abril de 2005 D.S. 419 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Iquique, Provincia de Iquique
Superficie	37,53 ha
Propietario	Ministerio de Bienes Nacionales, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Servicio de Vivienda y Urbanismo y Municipalidad de Iquique.
Administración	Municipalidad de Iquique
Valor ecológico y/o patrimonial	El cerro Dragón se remonta a finales del último período frío del Cuaternario (18.000 a.p.). Radica su mérito en los valores geomorfológicos y su importancia científico, cultural, natural y turística. Constituye una reliquia geomorfológica con formas heredadas de condiciones paleoclimáticas con largos procesos de evolución y constituye un registro particular del paisaje costero, por el tipo de dinámica y acción geomorfológica del viento, única en el litoral del Norte Grande de Chile.

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 6.000 ha

Nombre	**Salar del Huasco**
Fecha designación	2 de diciembre de 1996
Localización	Comuna de Pica, Provincia de Iquique
Superficie	6.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El sitio ofrece características únicas de la estepa subdesértica altoandina. De las comunidades vegetacionales predominantes en este clima, destacan las siguientes especies: llaratilla (*Pycnophyllum* molle), ñacatula (*Baccharis incarum*), lampaya (*Lampaya medicinalis*), llareta (*Azorella compacta*), queñoa (*Polylepis tarapacana*). Una gran variedad de fauna se encuentra alrededor del salar; entre los mamíferos destacan la vicuña (*Vicugna vicugna*) y en las aves la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*).

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 121.324,54 ha*

Nombre	Patache
Fecha de creación, Decreto	30 de noviembre de 2005. DEX. 632
Localización	Comuna de Iquique, Región de Tarapacá
Superficie	1.114,40 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Pontificia Universidad Católica de Chile
Valor Ecológico y/o Patrimonial	En el predio encontramos un oasis de neblina, emplazado en el desierto absoluto. Destaca su alto valor biocultural. Representa un ecosistema relictual con alta relevancia ecológica debido a la presencia de especies endémicas como coleópteros, reptiles, y flora. El predio contiene vestigios de la antigua comunidad cazadora-recolectora que habitaba la zona hace alrededor de 6.300 a.p. a 8.000 años a.p. Objetivo de la concesión es el desarrollo de ciencia básica y aplicada.

Nombre	Salar del Huasco
Fecha de creación, Decreto	30 de noviembre de 2005. DEX. 633
Localización	Comuna de Pica, Región de Tarapacá
Superficie	119.701,83 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio fiscal protegido considera la totalidad de la cuenca donde se emplaza el Salar. El humedal altoandino de seis mil hectáreas se encuentra en su interior, éste se reconoce mundialmente como sitio Ramsar. Alberga un ensamble biológico de alta relevancia. Destacan especies de flora amenazadas de extinción, endémicas y/o de valor para actividades humanas (valor utilitario) cómo Llareta (*Azorella compacta*) y Queñoa (*Polylepis tarapacana*). Por otra parte el Salar del Huasco es uno de los pocos sitios donde nidifican las tres especies de flamencos sudamericanos: flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) y flamenco James (*Phoenicoparrus jamesi*).

Nombre	Desembocadura Río Loa
Fecha de creación, Decreto	16 de diciembre de 2005. DEX. 661
Localización	Comunas de Iquique y Tocopilla, Regiones de Tarapacá y Antofagasta
Superficie	508,31 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El sector de desembocadura del río Loa constituye el hábitat de una singular biocenosis, la cual conjuga elementos provenientes del desierto interior y la costa, siendo facilitado por la presencia del río que actúa como corredor natural. Las característica de humedal, permiten la existencia de una rica avifauna donde destaca la presencia de gaviota garuma (*Larus modestus)* y especies de gran importancia en términos de conservación como la yaca (*Thylamis elegans*) cuya población se constituye como límite septentrional de la especie, encontrándose hoy en día altamente amenazada de extinción. Un elemento adicional es la presencia de evidencias arqueologías e históricas de gran importancia, las cuales han sido estudiadas por diversos investigadores.

REGIÓN DE ANTOFAGASTA

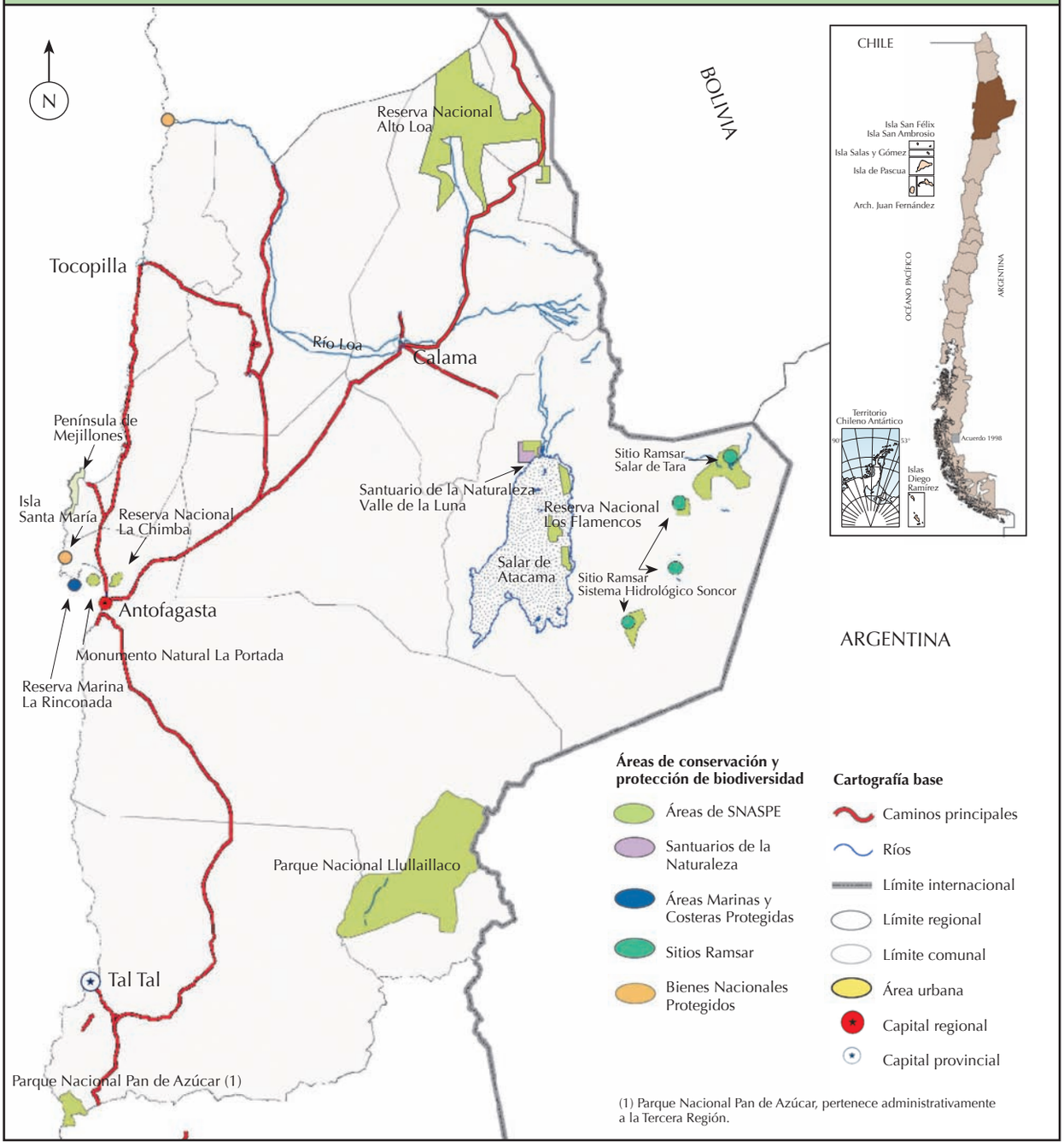
ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 345.272 ha

Nombre	Parque Nacional Llullaillaco
Fecha de creación Decreto	3 de agosto de 1995 D.S. 856 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	268.671 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En el área del Parque existen diversos paisajes y recursos con gran valor escénico, destacando por su altura el volcán Llullaillaco. Desde este punto se domina el paisaje hasta el Salar de Aguas Calientes ubicado por fuera del borde sur del Parque. Las características ecológicas de la unidad están dadas por la presencia de variadas especies de fauna como la chinchilla andina (*Chinchilla brevicaudata*), la vicuña (*Vicugna vicugna*), el guanaco (*Lama guanicoe*), el puma (*Puma concolor*), las cuales conviven con especies de aves como el suri (*Pteronecmia pennata tarapacensis*), la perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*), el parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) y el piuquén (*Chloephaga malanoptera*).

* Incluye la totalidad de la desembocadura del río Loa, que tiene parte de su superficie en la Región de Antofagasta.

REGIÓN DE ANTOFAGASTA



Nombre	Reserva Nacional Los Flamencos
Fecha de creación Decreto	17 de octubre de 1990 D.S. 50 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa
Superficie	73.987 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Está subdividida en siete sectores. Los sectores que componen esta reserva son: Salar de Tara, Salar de Aguas Calientes y Salar de Pujsa, ubicados en el Altiplano; Lagunas Miscanti, Miñiques, Valle de La Luna y Tambillo, en el sector del Salar de Atacama. Algunas especies vegetales presentes en la zona son la tola (*Senecio* sp.), la llareta (*Azorella compacta*), la paja brava (*Festuca ortophylla*). En el sector de Tambillo existe un bosque de 370 ha de tamarugos (*Prosopis tamarugo*). Las especies de fauna presentes son la vicuña (*Vicugna vicugna*), el zorro culpeo y el zorro gris (*Pseudalopex culpaeus y Pseudalopex griseus*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*); el cóndor (*Vultur gryphus*), la perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*), la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), la gaviota andina (*Larus serranus*), perdicita cordillerana (*Attagis gayi*) y el piuquén (*Chloephaga melanoptera*).

Nombre	Reserva Nacional La Chimba
Fecha de creación Decreto	12 de Mayo de 1988 D.S. 71 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	2.583 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta unidad es representativa del ecosistema del desierto costero, caracterizado por la predominancia de plantas suculentas, especialmente cactus. De las especies de flora presentes las más importantes son la rumpa de Iquique (*Eulychnia iquiquensis*), el escondido (*Neoporteria recondita*), el sandillón (*Eriosyce rodentiophila*) y la copiapoa (*Copiapoa atacamensis*). Respecto a la fauna existen las siguientes especies de mamíferos, el vampiro (*Desmodus rotundus*) y zorro chilla (*Pseudalopex griseus*). Además existen dos especies de reptiles: la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) y la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*).

Nombre	Monumento Natural La Portada
Fecha de creación Decreto	3 de abril de 1990, oficializado el 5 de octubre de 1990 D.S. 51 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	31 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Área conocida a nivel nacional e internacional, siendo un icono que identifica a la región. Se caracteriza por la presencia de un arco natural de la formación, La Portada, conformado por rocas fosilíferas tales como areniscas calcáreas, limonitas y coquinas, abundantes en fósiles de moluscos bivalvos y gastrópodos. Esta, a su vez, está asentada sobre la formación La Negra, de edad jurásica, formada por coladas de lava andesíticas, porfíricas y afaníticas, intercaladas con areniscas continentales y brechas andesíticas. Este sitio ofrece diversos hábitat para especies adaptadas a ambientes marinos. El acantilado y arco es sitio de nidificación del piquero (*Sula variegata*) y el gaviotín monja (*Larosterna inca*). Además son apostaderos del guanay (*Phalacrocórax boungainvillii*) y el pelícano (*Pelecanus thagus*). También en este sector litoral se encuentra la gaviota garuma (*Larus modestus*), gaviota peruana (*Larus belcheri*) y el playero vuelvepiedras (*arenaria interpres*). Entre los mamíferos destacan el chungungo o nutria de mar (*Lontra felina*) y el lobo de mar de dos pelos (*Otaria byroni*); además de cetáceos menores, como el delfín común (*Tursius truncatus*) y delfín listado (*Stenella coeruleoalba*).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 13.200 ha

Nombre	Santuario de La Naturaleza Valle de la Luna
Fecha de creación, Decreto	7 de enero de 1982 D.S. 37 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa
Superficie	13.200 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Las características geomorfológicas y paisajistas del área le otorgan la calidad de lugar de interés científico y turístico. En este sector el rasgo geomorfológico más importante es el bloque plegado, conocido localmente como cordillera de la Sal, que presenta una altitud media de 2.550 metros, y está constituido por rocas sedimentarias con intercalaciones de sal pertenecientes a las formaciones San Pedro y Vilama. La componente faunística del sector es reflejo de su estructura vegetacional. Por un lado, está representada por ejemplares aislados de la lagartija del norte (*Liolaemus* sp.) en contraste con el área localizada en el extremo sur oriental que presenta una alta diversidad de fauna dominada por aves como el aguilucho (*Buteo polyosoma*), el halcón perdiguero (*Falcon femoralis*), el chercán (*Troglodytes aedon*), el zorzal negro (*Turdus chiguanco*), el chincol (*Zonotrichia capensis*), la tórtola (*Zenaida auriculata*) y la codorniz (*Callypepla californica*). Con relación a su vegetación, en este sector están representadas las formaciones Desierto del Salar de Atacama y Desierto de la Cuenca Superior del Río Loa.

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 10.459 ha

Nombre	Salar de Tara
Fecha designación	2 de diciembre de 1996
Localización	Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa
Superficie	5.443 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Se caracteriza por la vegetación de vegas y bofedales asociadas a cuerpos de aguas permanentes y estacionales. Además, es el principal lugar de nidificación de la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*). Otras especies de aves características son el suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*), la perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*), el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), la tagua (*Fulica cornuta*) y la gaviota andina (*Larus serranus*). Especies de mamíferos típicas son el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), la vicuña (*Vicugna vicugna*), el tucotuco de Atacama (*Ctenomys fulvus*) y la vizcacha (*Lagidium viscacia*). Los tres principales hábitat son las lagunas altamente saladas, los pantanos con afluencias de agua dulce y las estepas secas y pastosas.

Nombre	Sistema Hidrológico de Soncor
Fecha designación	2 de diciembre de 1996
Localización	Comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa
Superficie	5.016 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su creación se vincula con cuatro cuerpos someros de agua permanente y otros estacionales. Es un importante lugar de alimentación de aves y parte de la Reserva Nacional Los Flamencos. Es hábitat de un gran número de flamencos (*Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus andinus y P. jamesi*). El sitio también es importante para otras aves, como el caití (*Recurvirostra andina*), el chorlo serrano (*Charadrius alticola*) la gaviota andina (*Larus serranus*), el suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*), y aves migratorias de América del Norte, como el pollito de mar o el pollito de la vega (*Calidris bairdii*). Las microalgas y copepodos constituyen la alimentación de flamencos y aves pequeñas. También se observan lagartijas del género *Liolaemus* y mamìfero, como el zorro culpeo y la chilla (*Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus*).

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 7.810,01 ha*

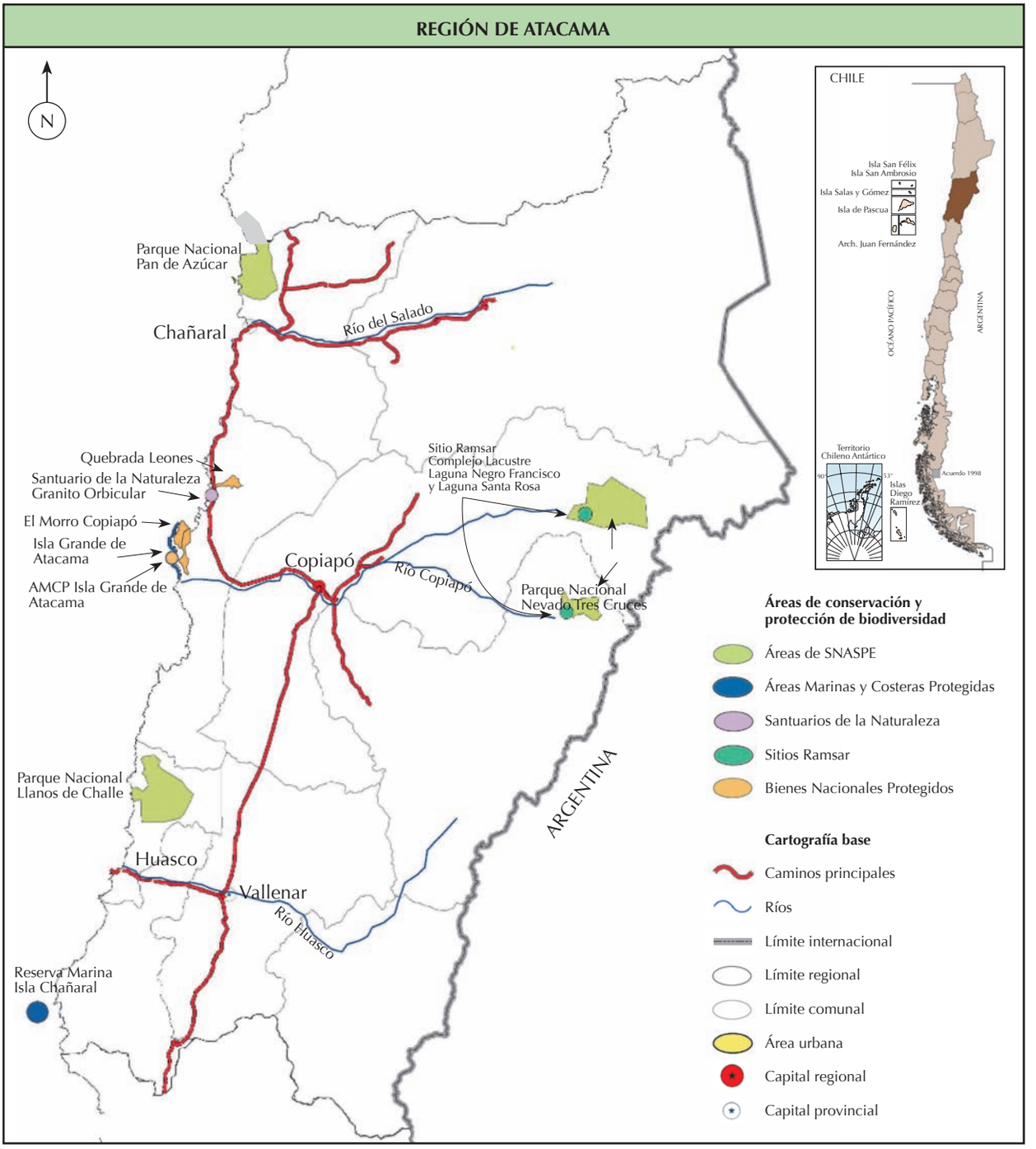
Nombre	Península de Mejillones
Fecha de creación, Decreto	28 de diciembre de 2007. DEX. 664
Localización	Comuna de Mejillones, Región de Antofagasta
Superficie	7.215,84 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio presenta una gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero. La presencia de surgencias marinas, genera una alta disponibilidad de alimento para las especies vinculadas al ecosistema marino-costero, lo que permite que este lugar contenga una gran abundancia y riquezas de especies, muchas de las cuales presentan problema de conservación destacando el gaviotín chirrío (*Sterna lorata)*, chungungo (*Lontra felina*), lobo fino austral (*Arctocephalus austrtalis*). El predio protegido ofrece para estas y otras especies hábitat de refugio, alimentación y reproducción.

Nombre	Isla Santa María
Fecha de creación, Decreto	28 de diciembre de 2007. DEX. 663
Localización	Comuna de Antofagasta, Región de Antofagasta
Superficie	85,86 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio presenta una gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero. Constituye el hábitat de una gran cantidad de especies de aves, mamíferos e invertebrados marinos. Se constituye como sitio de nidificación de varias especies de aves dentro de las que destacan la gaviota peruana (*Larus belcheri*), el gaviotín monja (*Larosterna inca*), y uno de los pocos lugares de nidificación registrados para gaviotín chirrío (*Sterna lorata*). El predio protegido ofrece para estas y otras especies hábitat de refugio y alimentación.

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
RESERVAS MARINAS Superficie total regional: 337 ha

Nombre	Reserva Marina La Rinconada
Fecha de creación Decreto	28 de febrero de 2003 D.S. 23 del Ministerio de Economía
Localización	Caleta Vieja, Comuna de Antofagasta, Provincia de Antofagasta
Superficie	331,61 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta Reserva es una de las más importantes del país, tanto en tamaño como en diversidad genética. Se pretende, a través de su protección, establecer medidas de administración que involucren la conservación integral y ecosistémica de los recursos hidrobiológicos y de su ambiente, de acuerdo con lo señalado en la Ley de Pesca, siendo el recurso objetivo de la Reserva el ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) que representa una importante fuente económica para el país, así como la presencia de bancos naturales actualmente escasos, debido a una intensa explotación de este recurso en la zona.

* No incluye desembocadura del río Loa, con parte de su superficie en esta Región pero contabilizada en la Región Arica-Parinacota.



REGIÓN DE ATACAMA

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 148.544 ha

Nombre	Parque Nacional Pan de Azúcar
Fecha de creación Decreto	6 de mayo de 1986 D.S. 527 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Chañaral, Provincia de Chañaral
Superficie	43.754 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El valor de esta zona está dado por la presencia de variadas especies vegetales como el cachiyuyo (*Atriplex deserticola*) y el allaval (*Adesmia atacamensis*), en la parte más desértica de la unidad. En el lado costero es posible apreciar grama salada (*Distichlis spicata*) y cacho de cabra (*Skytanthus acutus*). En cuanto a la fauna, existen una variedad de especies, como el guanaco (*Lama guanicoe*), la yaca (*Thylamis elegans*), el piuchén (*Desmodus rotundus*), el chungungo (*Lontra felina*). En aves destaca el piquero (Sula variegata), el águila pescadora (Pandion halieatus), la fardela blanca (*Puffinus creatopus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*)**.**

Nombre	Parque Nacional Llanos de Challe
Fecha de creación Decreto	8 de noviembre de 1994 D.S. 946 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Huasco, Provincia de Huasco
Superficie	45.708 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área se encuentra una gran variedad de flora y fauna, dentro del ámbito desértico costero. Las especies de flora más relevantes son cachiyuyo (*Atriplex coquimbana*), churco (*Oxalis gigantea*), coronilla de fraile (*Encelia tomentosa*) y rabo de zorro (*Ophryosporus triangularis*).

Nombre	Parque Nacional Nevado Tres Cruces
Fecha de creación Decreto	29 de julio de 1994 D.S. 947 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, Provincia de Copiapó
Superficie	59.082 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Debido a su configuración geográfica, esta área cuenta con vegetación muy escasa. De estas especies las más representativas son los cachiyuyos (*Atriplex deserticola*), calpiche (*Lycium minutifolium*), tola vaca (*Parestrephia lepidopylla*) y brea (*Tessaria absinthioides*). Entre las especies de fauna se encuentran las vicuñas (*Vicugna vicugna*), el zorro culpeo (Pseudalopex culpaeus), la chinchilla de cola corta (Chinchilla brevicaudata), el puma (*Puma concolor*). En las avifaunas se encuentran el pato cuchara (Anas platalea), el cóndor (Vultur gryphus), la gaviota andina (*Larus serranus*), el flamenco chileno (Phoenicopterus chilensis), la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la perdiz de la Puna (*Tinamotis pentlandii*).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 2,34 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Granito Orbicular
Fecha de creación Decreto	12 de enero de 1981 D.S. 77 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Caldera, Provincia de Copiapó
Superficie	2,34 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Municipalidad de Caldera
Valor ecológico y/o patrimonial	El valor patrimonial del área tiene su fundamento en la existencia de efloraciones geológicas constituidas por rocas de granito orbicular con estructura esferolítica. La roca orbicular es hasta ahora el único afloramiento de este tipo conocido en Chile, constituyéndose en un área geológica única en América del Sur, cuya conservación es de gran interés científico y patrimonial.

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 62.460 ha

Nombre	Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa
Fecha designación	2 de diciembre de 1996
Localización	Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, Provincia de Copiapó
Superficie	62.460 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En la Laguna del Negro Francisco y la Laguna Santa Rosa, hay 41 especies de aves y ocho de mamíferos. En las aves encontramos los tres tipos de flamencos (*Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus andinus* y *P. jamesi*), así como el pato juarjual (*Lophonetta specularoides*) y la tagua cornuda (*Fulica cornuta*). Entre los mamíferos destacan la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*). Las porciones de agua dulce de la Laguna del Negro Francisco están rodeadas por planicies amplias y casi desnudas. Existen praderas y bofedales donde los dos cuerpos de agua se unen, con presencia de praderas y plantas herbáceas, tales como queña (*Deyeuxia curvula,*) llacho (*Potamogeton strictus*) y picantillo (*Ranunculus cymbalaria*).

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 11.073,84 ha

Nombre	Morro Bahía Inglesa-Desembocadura río Copiapó
Fecha de creación, Decreto	15 de noviembre de 2006. DEX. 383
Localización	Comuna de Caldera, Región de Atacama
Superficie	8.052,27 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales

Valor Ecológico y/o Patrimonial	En este predio se distribuyen los pisos vegetacionales Matorral Desértico Mediterráneo costero de *Heliotropium floridum y Atriplex clivicola*, y Matorral Desértico Mediterráneo costero de *Oxalis gigantea y Eulychnia Breviflora,* los cuales se encuentran escasamente representados en el sistema de áreas protegidas, y presentan una baja existencia en el resto del territorio nacional. A su vez, el predio cumple la función de amortiguación para el Área Marina y Costera Protegida (AMCP) de Atacama, asegurando la conservación de los procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero.

Nombre	**Quebrada Leones**
Fecha de creación, Decreto	15 de noviembre de 2006. DEX. 382
Localización	Comuna de Caldera, Región de Atacama
Superficie	2.971,57 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio protegido constituye un oasis de biodiversidad en el desierto costero de Taltal, en el cual se encuentran especies con problemas de conservación como cactáceas del género Copiapoa y Eryocise y mamíferos como guanaco (*Lama guanicoe*). Debido a su condición de oasis, el área es utilizada por la población local de Caldera como una zona recreación.

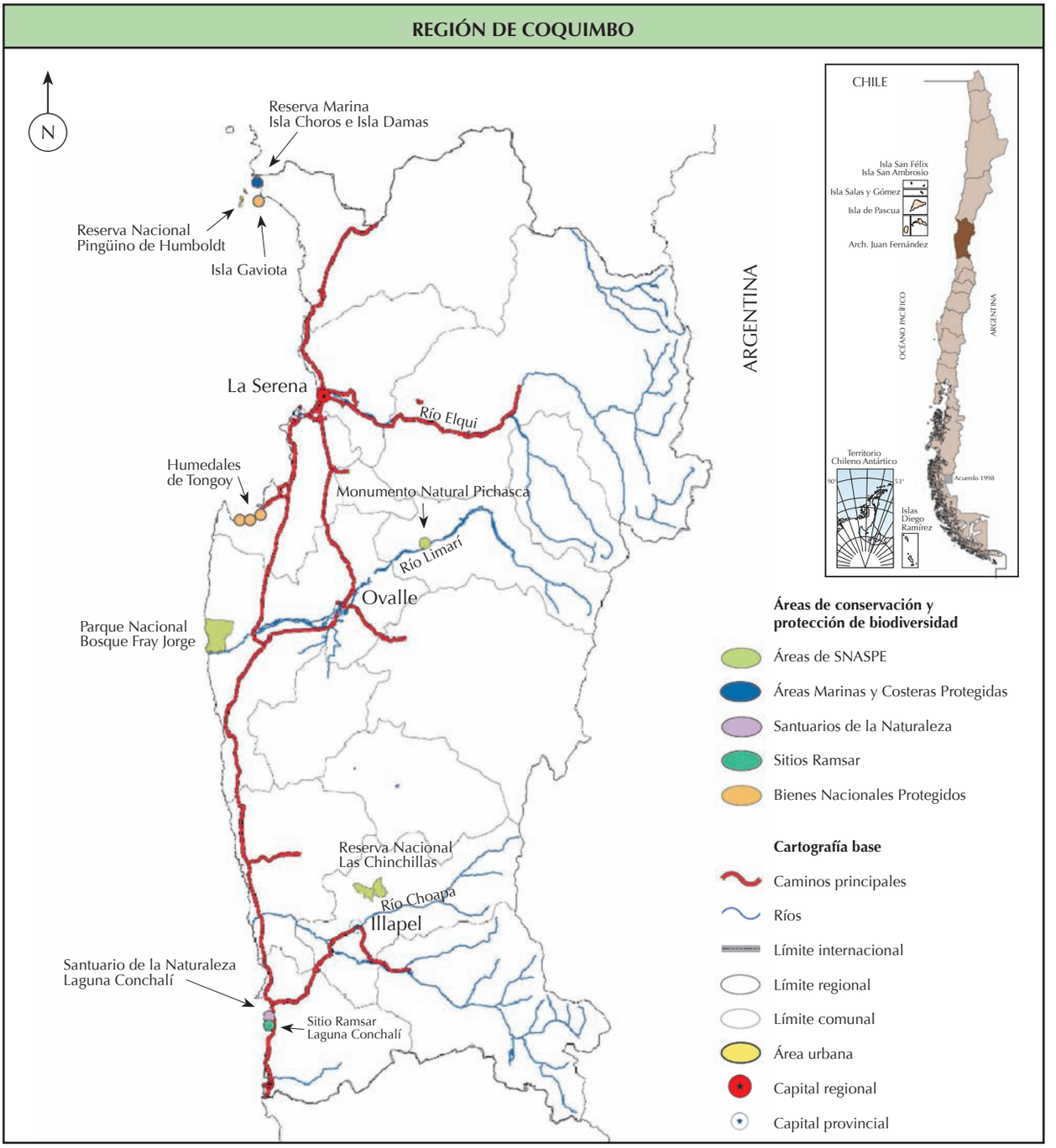
Nombre	**Isla Grande de Atacama**
Fecha de creación, Decreto	16 de noviembre de 2006. DEX. 384
Localización	Comuna de Caldera, Región de Atacama
Superficie	50 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	En este predio se distribuyen los pisos vegetacionales Matorral Desértico Mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*, y Matorral Desértico Mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia Breviflora*, los cuales se encuentran escasamente representados en el sistema de áreas protegidas, y presentan una baja existencia en el resto del territorio nacional. A su vez el predio cumple la función de amortiguación para el Área Marina y Costera Protegida (AMCP) de Atacama, asegurando la conservación de los procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero.

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
AMCP Superficie total regional: 3.839 ha

Nombre	**Área Marina y Costera Protegida Isla Grande de Atacama**
Fecha de creación Decreto	9 de diciembre de 2004 D.S. 276 del Ministerio de Defensa
Localización	Comuna de Caldera, Provincia de Copiapó
Superficie	3.839 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Subsecretaría de Marina
Valor ecológico y/o patrimonial	Es representativa de sistemas de importancia global y regional y contiene los hábitat característicos del sistema de surgencias costeras de la corriente de Humboldt y de los ambientes submareales e intermareales del norte de Chile. Comprende sistemas de islas, promontorios rocosos, humedales, salinas costeras, costas rocosas expuestas, semiexpuestas y playas de arenas que constituyen lugares de importancia para la conservación de la biota marina. Además, es lugar de residencia permanente para poblaciones de especies de fauna tales como el pato yunco (*Pelecanoides garmotii*), el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el chungungo (*Lontra felina*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el lobo marino (*Otaria flavescens*) y el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), lo que le otorga al área un gran valor para el turismo de observación de la naturaleza. El establecimiento de esta AMCP se enmarca en un proyecto GEF (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) que considera la creación, a lo largo de la costa chilena, de áreas bajo protección oficial, en las cuales conciliar objetivos de conservación del patrimonio ambiental y la preservación de la naturaleza con el desarrollo de actividades sustentables.

RESERVAS MARINAS Superficie total regional: 425,1 ha

Nombre	**Reserva Marina Isla Chañaral**
Fecha de creación Decreto	28 de abril de 2005 D.S. 150 del Ministerio de Economía
Localización	Comuna de Freirina, Provincia de Huasco
Superficie	425,1 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Desde el punto de vista de la protección de especies, es un área de anidación y protección del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y área de protección de poblaciones residentes de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Además, es un corredor biológico de ballenas y se constituye como un área de reproducción, asentamiento y exportación de larvas de moluscos de importancia económica, como los locos (*Concholepas concholepas*) y las lapas (*Fissurella* sp.). La implementación de esta AMCP constituye un punto de referencia para el monitoreo de especies en categoría de conservación y especies bentónicas de importancia comercial.



REGIÓN DE COQUIMBO

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 15.175,3 ha

Nombre	Parque Nacional Bosque Fray Jorge
Fecha de creación Decreto	Declarado el 15 abril de 1941 por D.S. 399 del Ministerio de Tierras y Colonización con una superficie de 845 ha Actualmente cuenta con 9.959 ha
Localización	Comuna de Ovalle, provincia de Limarí
Superficie	9.959 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta área fue declarada como Reserva de la Biosfera, en conjunto con la Reserva Nacional Las Chinchillas. La conservación de esta área se debe principalmente a que en ella se presenta un bosque tipo valdiviano a 1.200 kilómetros de distancia del lugar donde está actualmente localizado. Esto hace que existan especies higrófitas, tales como canelos (*Drimys winteri*), olivillos (*Proustia baccharoides*), tepas (*Laurelia philppiana*) y gran variedad de helechos (*Blechnum* sp.). Entre la fauna existente podemos citar al ratón topo de matorral (*Chelemys megalonyx*), la yaca (*Thylamys elegans*), el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) y el quique (*Galictis cuja*). En las aves se presenta el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), la garza cuca (*Ardea cocoi*) y la gaviota garuma (*Larus modestus*).

Nombre	Reserva Nacional Las Chinchillas
Fecha de creación Decreto	30 de noviembre de 1983 D.S. 153 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Illapel, Provincia de Choapa
Superficie	4.229 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta área fue declarada como Reserva de la Biosfera, junto con el Parque Nacional Bosque Fray Jorge. Debe su nombre a las comunidades de chinchilla chilena, presentes en el lugar. Esta especie endémica de Chile es un roedor que durante muchos años fue ferozmente explotado para la confección de finas pieles. Esta reserva presenta especies de flora, como colliguay (*Colliguaja odorifera*), pacul (*Krameria cistpoidea*), olivillo del norte (*Proustia baccharoides*) y chagual (*Puya bereteroniana*). En cuanto a la fauna, aparte de la ya mencionada chinchilla costina (*Chinchilla lanigera*) existen otras especies tales como el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), el degú costino (*Octodon lunatus*), el quique (*Galictis cuja*) y el puma (*Puma concolor*). Las aves presentes están representadas por el cóndor (*Vultur gryphus*), la torcaza (*Columba araucana*) y la bandurria (*Theristicus caudatus*). Dentro de los reptiles, se presentan varias especies de lagartijas (*Liolaemus lemniscatus, Liolaemus nitudus y Liolaemus fuscus*), además de la culebra de cola corta (*Phylodryas chamissonis*). También existe una especie de anfibio, el sapo (*Bufo chilensis*).

Nombre	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt
Fecha de creación, Decreto	3 de enero de 1990 D.S. 4 de los Ministerios de Agricultura, Bienes Nacionales y Minería
Localización	Comuna de Freirina y La Higuera. III y IV Región respectivamente
Superficie	859,3 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta reserva está inserta en el ambiente de matorral desértico costero, el cual está dominada por la presencia de vinagrillo (*Oxalis gigantea*) y palo negro (*Heliotropium stenophyllum*), además de cactáceas (*Trichocereus decumbens, Eulychnia castanea, Copiapoa* y *Neoporteria*), amancay (*Balbisia peduncularis*) y manzanilla (*Helenium aromaticum*). Las especies de fauna representadas en la reserva son la yaca (*Thylamys elegans*), el chungungo (*Lontra felina*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y el lobo marino (*Otaria flavescens*). En la aves está el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el pato yunco (*Pelecanoides garmoti*), la bandurria (*Theristicus caudatus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el piquero (*Sula variegata*).

Nombre	Monumento Natural Pichasca
Fecha de creación Decreto	17 de octubre de 1985 D.S. 123 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Río Hurtado, Provincia de Limarí
Superficie	128 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Este monumento representa un sitio arqueológico de bosques petrificados de araucaria (*Araucaria araucana*) y vestigios de huesos de animales prehistóricos.

SANTUARIO DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 50,90 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí
Fecha de creación Decreto	27 de enero de 2000 D.S. 41 del Ministerio de Educación
Localización	Localidad de Punta Chungo, Comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa
Superficie	50,9 ha
Propietario	Empresa Minera Los Pelambres
Administración	Empresa Minera Los Pelambres
Valor ecológico y/o patrimonial	Es un humedal costero representativo de la zona mediterránea de Chile central, de gran relevancia regional, ya que alberga flora y fauna terrestre y acuática de alta diversidad de especies. Se registran más de setenta especies de aves, entre las que destacan especialmente la tagua (*Fulica* sp.), el pato yunco (*Pelecanoides garnotii*), el pato jergón chico y grande (*Anas flavirostris y A. georgica*), el pato real (*Anas sibilatryx*), el pato cuchara (*Anas platalea*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphera*) y el cuervo de pantano (*Plegades chihi*), entre otros. Además de corresponder a un punto importante en la ruta de migración de las aves a lo largo de la costa chilena, esta laguna constituye un hábitat importante para la fauna íctica, pues es posible encontrar en ella abundantes poblaciones de peces. La unidad vegetacional existente en las riberas de la laguna Conchalí corresponde a la denominada vegetación de marisma. La flora acuática está bien desarrollada, constituyendo las especies macrófitas un hábitat propicio para la alimentación, refugio y desove de gran número de especies ícticas y de macroinvertebrados.

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 34 ha

Nombre	Laguna Conchalí
Fecha designación	2 de febrero de 2004
Localización	Comuna de Los Vilos, Provincia de Choapa

Superficie	34 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF). Primer sitio RAMSAR chileno propuesto y administrado por una entidad privada, empresa Minera Los Pelambres
Valor ecológico y/o patrimonial	Es un humedal costero representativo de la zona mediterránea de Chile Central, de gran relevancia regional, ya que alberga flora y fauna terrestre y acuática de alta diversidad de especies. Se registran más de setenta especies de aves, entre las que destacan especialmente la tagua (*Fulica* sp.), el pato jergón chico y grande (*Anas flavirostris y A. Georgica*), el pato real (*Anas sibilatryx*), el pato cuchara (*Anas platalea*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphera*) y el cuervo de pantano (*Plegades chihi*), entre otros. Además de corresponder a un punto importante en la ruta de migración de las aves a lo largo de la costa chilena, esta laguna constituye un hábitat importante para la fauna íctica, pues es posible encontrar en ella abundantes poblaciones de peces. La unidad vegetacional existente en las riberas de la laguna Conchalí corresponde a la denominada vegetación de marismas. La flora acuática está bien desarrollada, constituyendo las especies macrófitas un hábitat propicio para la alimentación, refugio y desove de gran número de especies ícticas y de macroinvertebrados.

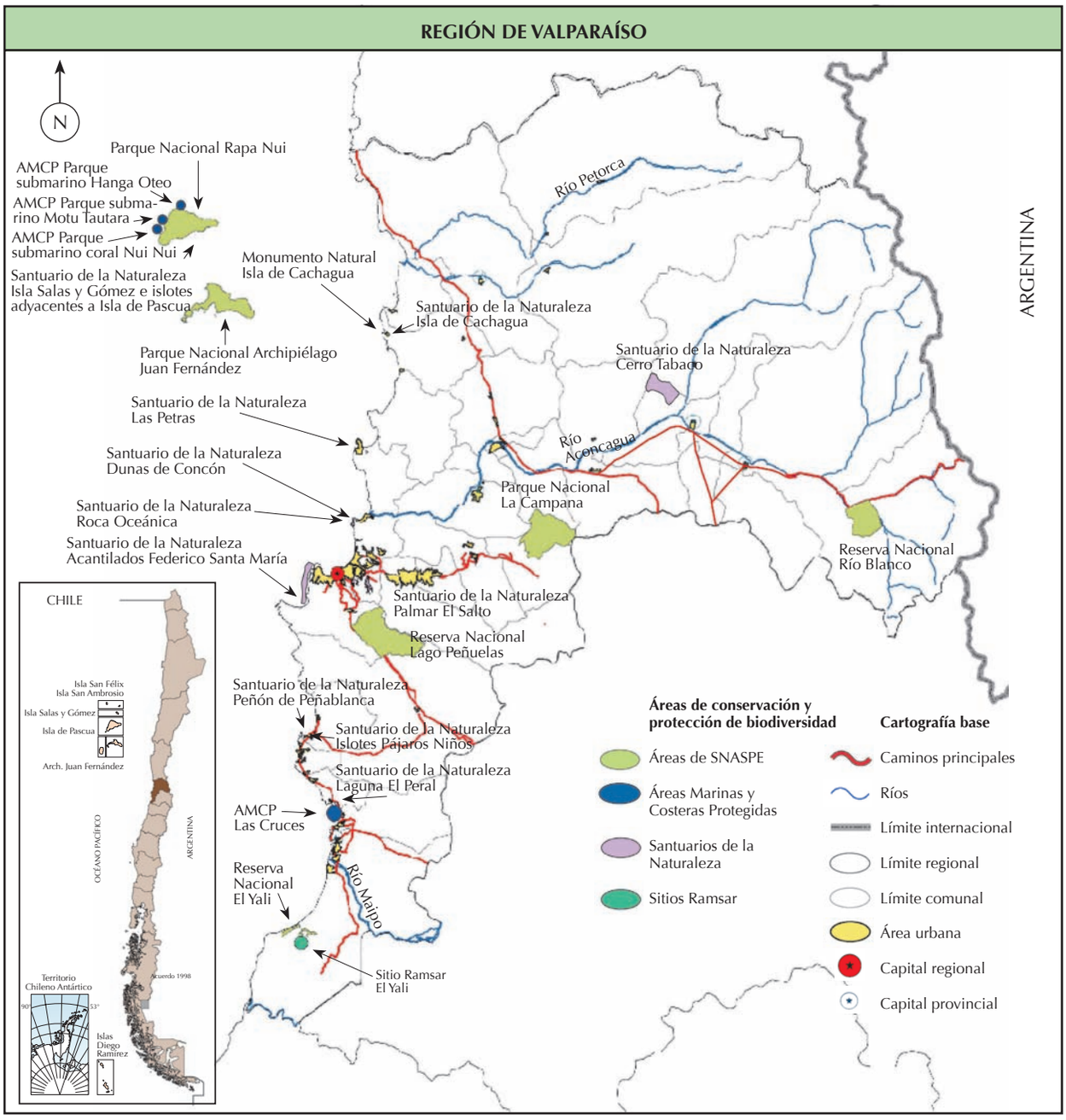
BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 287,06 ha

Nombre	**Isla Gaviota**
Fecha de creación, Decreto	30 de junio de 2006. DEX. 234
Localización	Comuna de la Higuera, Región de Coquimbo
Superficie	182 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Isla Gaviota se presenta como ecosistema insular, forma parte del complejo de Pingüino de Humboldt. Es un área con una importante diversidad de especies de flora y fauna, destacando su elevado endemismo florístico. En términos de la fauna, la isla presenta condiciones de hábitat para la presencia de especies de aves como el yunco (*Pelecanoides garnotii*) considerado en peligro crítico, pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), y mamíferos como el chungungo (*Lontra felina*).

Nombre	**Humedales de Tongoy**
Fecha de creación, Decreto	28 de septiembre de 2007. DEX. 417
Localización	Comuna de Coquimbo, Región de Coquimbo
Superficie	105,06 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio Humedales de Tongoy es el hábitat de una importante comunidad biológica compuesta por especies aves, anfibios, reptiles, mamíferos y flora, muchas de las cuales se encuentran amenazadas. Destacan entre ellas la gaviota garuma (*Larus modestus*), sapito de cuarto ojos (*Pleudorema tahul*), lagartija lenmiscata (*Liolaemus lenmiscatus*), copao (*Eulychnia breviflora*) y guaicurú (*Limonium guaicurú*). Numerosas aves migratorias lo utilizan como área de descanso y alimentación. Estos atributos le otorgan un alto valor educativo y turístico para el desarrollo de la comunidad local.

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
RESERVAS MARINAS Superficie total regional: 2.500 ha

Nombre	**Reserva Marina Isla Choros-Damas**
Fecha de creación, Decret	28 de abril de 2005 D.S. 151 del Ministerio de Economía
Localización	Comuna de La Higuera, Provincia de Elqui
Superficie	2.500 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su importancia radica en la necesidad de conservar la estructura de las comunidades marinas costeras de las Islas Choros y Damas, su valor ambiental, y las poblaciones de recursos hidrobiológicos de interés para la pesca artesanal, tales como el loco (*Concholepas concholepas*), las lapas (*Fissurella* sp.) y el erizo (*Loxechinus* sp.), con el objeto de potenciar las áreas de manejo y la explotación de los recursos bentónicos locales. Asimismo, resulta necesario conservar y restaurar, cuando proceda, las poblaciones de algas macrófitas (*Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens*), de gran importancia, dado su rol estructurador de hábitat. De igual manera, se considera la protección de los principales grupos de vertebrados acuáticos superiores residentes en el área, tales como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el chungungo (*Lontra felina*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscushumboldti*).



REGIÓN DE VALPARAÍSO

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 44.494,5 ha

Nombre	Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández
Fecha de creación Decreto	16 de enero de 1935 D.S. 103 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comuna de Juan Fernández, Provincia de Valparaíso
Superficie	9.571 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Comprende la isla Alejandro Selkirk y la mayor parte de la isla Robinson Crusoe, y el islote Santa Clara. Dentro de la variedad de especies de vegetación endémicas de la isla figuran col de Juan Fernández (*Dendroseris litoralis*), resino (*Robinsonia gayana*), resino hembra (*Robinsonia berteroi*) y tomatillo de Juan Fernández (*Solanum robinsonianum*). Entre las especies de fauna, destaca el lobo marino de dos pelos de Juan Fernández (*Arctocephalus philippi*) y la gran cantidad de especies de aves presentes como la fardela blanca de Juan Fernández (*Pterodroma externa*), la fardela blanca de Más a Tierra (*Pterodroma cooki defilippiana*) y el picaflor de Juan Fernández (*Sephanoides fernandesis*).

Nombre	Parque Nacional Rapa Nui
Fecha de creación Decreto	Creado el 16 de enero de 1935, mediante D.S. 103 del Ministerio de Tierras y Colonización En 1976 pasa a denominarse Parque Nacional Rapa Nui.
Localización	Comuna de Rapa Nui, Provincia de Isla de Pascua
Superficie	7.130 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La isla fue nominada como Sitio del Patrimonio Mundial, en categoría de Bien Cultural el 8 de diciembre de 1995, por la UNESCO. De las especies de vegetación que existen en la actualidad en la isla, muchas de ellas son gramíneas (*Axonopus paschalis, Danthonia paschalis*) y helechos: los Nehe Nehe (*Asplenium adiantoides, A. obtusatum*), Matu'a Pu'a (*Polypodium scolopendria*) y Tia pito (*Ophioglossum coriaceum, Ophioglossum reticulatum*). Debido a sus características, la isla no presenta fauna importante, sólo las aves poseen cierta magnitud. De estas últimas, las más importantes son la fardela negra de Juan Fernández (*Pterodroma neglecta*), la fardela de Pascua (*Puffinus nativitatis*), el ave del trópico de cola roja (*Peatón rubricauda*) y el ave fragata (*Fregata minor*). Por otra parte, los lagartos están representados por dos especies Moko uru uru kahu (*Lepidodactylus lugribus*) y Moko Uriuri (*Ablepharus boutoni*).

Nombre	Parque Nacional La Campana
Fecha de creación Decreto	Creado el 17 de octubre de 1967, mediante ley 16.699
Localización	Comunas de Hijuelas y Olmué, Provincia de Quillota
Superficie	8.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Este Parque fue declarado Reserva Mundial de la Biosfera por la UNESCO en 1985. El Parque se divide en tres grandes sectores: sector Ocoa, sector Granizo y sector Cajón Grande, con características ecológicas específicas. Desde el punto de la diversidad biológica esta área es una representación de la vegetación propia de la zona central antes de la intervención del hombre, perteneciendo a esta la palma chilena (*Jubaea chilensis*). Esta especie es posible verla asociada con otras especies del bosque esclerófilo como el peumo (*Cryptocarya alba*), el boldo (*Peumus boldus*), el litre (*Litera caustica*), el molle (*Schinus latifolius*), el maitén (*Maytenus boaria*), el huingan (*Schinus polygamus*), el espino (*Acacia caven*) y el quillay (*Quillaja saponaria*). Las especies de fauna que representan el área son, en los mamíferos, el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*) y la güiña (*Oncefelis guigna*); en las aves, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*); en los reptiles, la lagartija (*Liolaemus gravenhorsti*); y en los anfibios, el sapo arriero (*Alsodes nodosus*).

Nombre	Reserva Nacional El Yali
Fecha de creación Decreto	23 de mayo de 1996 D.S. 41 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Santo Domingo, Provincia de San Antonio
Superficie	520 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta Reserva fue declara como humedal de importancia internacional ya que se encuentran representadas el 25 por ciento de las especies de aves que viven en Chile. En invierno presenta una de las más altas poblaciones de chorlo chileno (*Charadrius modestus*). Otras especies de importancia son la huala (*Podiceps major*), la garza grande (*Casmerodius albus*), la garza cuca (*Ardea cocoi*), el huairavillo (*Ixobrychus involucris*), el cuervo de pantano (*Plegadis chihi*), la bandurria (*Theristicus caudatus*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el pato jergón (*Anas georgica*), el pato real (*Anas sibilatrix*), el pato gargantillo (*Anas bahamensis*), el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*), la tagua (*Fulica armillata*) y la gaviota cáhuil (*Larus maculipennis*)**.**

Nombre	Reserva Nacional Lago Peñuelas
Fecha de creación Decreto	Creada en el año 1970 como Reserva Forestal y modificada el 29 de agosto de 1989, mediante D.S. 133 del Ministerio de Agricultura Como Reserva Nacional
Localización	Comuna de Valparaíso, Provincia de Valparaíso
Superficie	9.094 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El componente más importante del sistema hidrográfico de la Reserva lo constituye el lago Peñuelas, embalse artificial creado por gestión de don Federico Errázuriz, con el objeto principal de abastecer de agua potable a los sectores altos de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar. Los bosques presentan especies de quillay (*Quillaja saponaria*), peumo (*Cryptocarya alba*) y litre (*Lithrea caustica*), entre otras, los que albergan a una gran cantidad de aves y animales entre los que destacan, los zorros chilla y culpeo (*Pseudalopex griseus, Pseudalopex culpaeus*), el coipo (*Myocastor coypus*), el cururo (*Spalacopus cyanus*), el ratón chinchilla de Bennett (*Abrocoma bennettí*), la garza (*Egretta* sp.), el pato huala (*Podiceps major*), el peuco (*Parabuteo unicinctus*), el águila pescadora (Pandion haliaetus) y, muy ocasionalmente, el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*).

Nombre	Reserva Nacional Río Blanco
Fecha de creación Decreto	10 de mayo de 1932 D.S. 2.499 del Ministerio de Tierras y Colonización. Decretada inicialmente como Reserva Forestal
Localización	Comuna de Los Andes, Provincia de Los Andes
Superficie	10.175 ha
Propietario	Estado de Chile

Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Consituye una muestra de ambientes montanos, con hermosas vistas a la cordillera de los Andes y al valle del río Aconcagua.

Nombre	**Monumento Natural Isla de Cachagua**
Fecha de creación Decreto	27 de junio de 1989 D.S. 89 del Ministerio de Agricultura. Esta área también fue declarada Santuario de la Naturaleza, mediante D.S. 02 del Ministerio de Educación, el 2 de enero de 1979
Localización	Comuna de Zapallar, Provincia de Petorca
Superficie	4,50 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Este sector es de gran importancia ecológica para la preservación de las especies de aves existentes en la isla, especialmente, el pingüino de Humboldt y magallánico (*Spheniscus Humbolti y Spheniscus magenorhynchus australis*). Es adyacente al Santuario de la Naturaleza Isla de Cachagua.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional terrestre: 428,35 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Laguna El Peral**
Fecha de creación Decreto	31 de julio de 1975 D.S. 631 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de El Tabo, Provincia de San Antonio
Superficie	46,35 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Este Santuario presenta una abundante avifauna y plantas acuáticas existentes; asimismo, presenta vegetación herbácea y arbustiva. Su límite es el cuerpo de agua, más 100 metros desde la orilla por todo su contorno.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Las Petras**
Fecha de creación, Decreto	7 de junio de 1993 D.S. 278 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Quintero, Provincia de Valparaíso
Superficie	42 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Fuerza Aérea de Chile (FACH)
Valor ecológico y/o patrimonial	Reviste relevancia por los recursos naturales que alberga y por constituirse en un bosque nativo de pantano de tipo relictual, con especies tales como: petra (*Myrceugenia exsucca*), canelo (*Grymis winteri*), boldo (*Peumus boldus*), peumo (*Cryptocarya alba*) y lun (*Escallonia* sp.), y por la presencia de unas 60 especies de aves, algunas migratorias, y la existencia de un conchal arqueológico.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Dunas de Concón**
Fecha de creación Decreto	9 de marzo de 1994 D.S. 106 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Concón, Provincia de Valparaíso
Superficie	12 ha
Propietario	Empresa RECONSA
Administración	Empresa RECONSA
Valor ecológico y/o patrimonial	Posee un alto valor educativo y científico por sus arenas relictas y sus caracteres fisiográficos, que constituyen registros de la evolución de paisajes costeros. Además, presenta un importante valor escénico y estético.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Palmar El Salto**
Fecha de creación Decreto	4 de agosto de 1998 D.S 805 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Viña del Mar, Provincia de Valparaíso
Superficie	328 ha
Propietario	Sociedad Quiscal S.A.
Administración	Sociedad Quiscal S.A.
Valor ecológico y/o patrimonial	Alberga más de 6 mil ejemplares de la especie endémica palma chilena (*Jubaea chilensis*), lo que constituye su principal atributo. Además, en el lugar se desarrolla un sotobosque constituido por especies hidrófilas, escleróficas y xerófitas, destacando en las quebradas el peumo (*Cryptocarya alba*), boldo (*Peumus boldus*), litre (*Lithrea caustica*), molle (*Schinus latifolius*) y helechos de los géneros *Blechnum y Adiantum*. Presenta una gran diversidad de fauna silvestre destacando entre los mamíferos, el cururo (*Espalacopus cyanus*), el degú costino (*Octodon lunatus*) y el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), además de una variada avifauna, algunos anfibios y especies de fauna íctica. También cuenta con una abundante red de drenaje y gran atractivo paisajístico.

SITIOS RAMSAR Superficie total regional: 520 ha

Nombre	**El Yali**
Fecha designación	2 de diciembre de 1996

Localización	Comuna de Santo Domingo, Provincia de San Antonio
Superficie	520 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Corresponde a un humedal costero de tipo albuférico, uno de los más importantes de la zona central del país. Lugar de descanso y alimentación de aves migratorias. Un total de 115 especies han sido descritas, representando el 25 por ciento de todas las aves del mundo en Chile. El sitio es importante para aves como el chorlo chileno (*Charadrius modestus*), la huala (*Podiceps mayor*), la garza grande (*Casmerodius albus*), la garza cuca (*Ardea cocoi*), el huairavillo (*Ixobrychus involucris*), el cuervo de pantano (*Plegadis chihi*), la bandurria (*Theristicus caudatus*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) la coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el pato jergón grande (*Anas georgica*), el pato real (*Anas sibilatrix*), el pato gargantillo (*Anas bahamensis*), el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*), la tagua (*Fulica armillata*) y la gaviota cáhuil (*Larus maculipennis*). La vegetación está principalmente compuesta de praderas del borde costero con pequeñas especies de arena, pajonal, arbustos espinosos de baja densidad y un pequeño remanente del bosque nativo esclerófilo. El sitio está ubicado en el área vegetacional de matorral y bosque espinoso. Los árboles del bosque nativo cercanos a la Laguna de Colejuda son el boldo (*Peumus boldus*), el corcolén o hilén (*Azara celastrina*) y el molle (*Schinus latifolius*).

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
AMCP Superficie total regional: 197,35 ha

Nombre	**Área Marina y Costera Protegida Las Cruces**
Fecha de creación, Decreto	22 de abril de 2005 D.S. 107 del Ministerio de Defensa
Localización	Comuna de El Tabo, Provincia de San Antonio
Superficie	14,5 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Entregado en concesión a la Pontificia Universidad Católica de Chile
Valor ecológico y/o patrimonial	Al interior del Área Marina y Costera Protegida existen poblaciones de invertebrados, algas, aves y micromamíferos asociados a hábitat de la costa rocosa expuesta de Chile central, que es preciso resguardar a través de acciones de protección y recuperación, como la realización de monitoreos ecológicos y de recursos marinos litorales costeros, cuyos resultados han posibilitado contar con una importante base de datos y numerosos publicaciones nacionales e internacionales, representando por ello un patrimonio científico y cultural de gran relevancia para todo el país. Esta concesión marítima entregada a la Pontificia Universidad Católica de Chile por 50 años (renovables) es con fines de investigación de los recursos marítimos y costeros, habiéndose creado la estación costera de investigaciones marítimas de la Universidad Católica, la que ha implementado planes de administración para la conservación de la biodiversidad marina.

Nombre	**Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Isla de Pascua denominadas Parques Submarinos Coral Nui Nui, Motu Tautara y Hanga Oteo**
Fecha de creación Decreto	30 de diciembre de 1999 D.S. 547 del Ministerio de Defensa
Localización	Comuna de Isla de Pascua, Provincia Isla de Pascua
Superficie	182,85 ha (incluye las tres áreas)
Propietario	Estado de Chile
Administración	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)
Valor ecológico y/o patrimonial	Las tres áreas, Coral Nui Nui, Motu Tautara y Hanga Oteo, corresponden a pequeñas zonas de mar y de costa que rodean Isla de Pascua, cuyo relieve submarino, único en el mundo, se conforma por enormes arcos, cavernas profundas, plataformas de lava, acantilados bajo el mar y singulares fondos rocosos. La temperatura de las aguas, que oscila en torno a los 21 ºC, y su aislamiento geográfico favorecen la existencia de una fauna única, consistente principalmente en corales, moluscos, crustáceos y peces, siendo el 25 por ciento de esta endémica de los mares de la Isla. La administración de dichas áreas fue regulada y facultada para promover fundamentalmente la educación ambiental, la investigación científica y la participación comunitaria como base para la administración del área.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional marino-costera: 277,03 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Isla Salas y Gómez e islotes adyacentes a Isla de Pascua**
Fecha de creación Decreto	10 de junio de 1976 D.S. 556 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Isla de Pascua, Provincia Isla de Pascua
Superficie	255,64 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La fauna del área es de gran importancia, por lo cual adquiere relevancia científica y ecológica. En el caso de los islotes adyacentes a Isla de Pascua, estos están protegidos tanto como Parque Nacional y Santuario de la Naturaleza. Sin embargo, hay una diferencia entre ambas declaratorias. Mientras el Decreto del Parque se refiere específicamente a Motu Nui, Motu Iti, Motu Kao Kao (sector de Rano Kau) y Marotiri (sector de Poike), el Decreto de Santuario se refiere genéricamente a "los islotes adyacentes a la Isla de Pascua". Los cuatro islotes suman una superficie de 5,64 ha. En el caso del Parque Nacional, la protección de los cuatro islotes mencionados se justifica debido a que constituyen sitios de nidificación de cinco especies de aves marinas, tales como kena (*Sula dactrylata*), tavake (*Phaeton rubricauda*), *makohe* (*Fregata minor*), kakapa (*Pterodroma arminjoniana*) y kuma (*Puffinus nativitatis*). *En el caso de los Motu de mayor superficie (Nui, Kao Kao y Marotiri) también es relevante la presencia de la gramínea endémica mauro toa (*Paspalum forsterianum*). *(*Extracto del Acta de la última sesión de Octubre de 2005 del Consejo de Monumentos Nacionales*).

Nombre	Santuario de la Naturaleza Islote Pájaros Niños
Fecha de creación Decreto	29 de junio de 1978 D.S. 622 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Algarrobo, Provincia de San Antonio
Superficie	4,5 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Cofradía Náutica del Pacífico
Valor ecológico y/o patrimonial	Su importancia ecológica radica en la preservación de las especies de aves existentes en la isla, especialmente, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*). Se exceptúa de la declaratoria de Santuario a la concesión de un sector de terrenos de playa y fondos de mar otorgados en concesión a la Cofradía Naútica del Pacífico Austral (D.S. 1132, 9 de octubre de 1977 del Ministerio de Defensa).

Nombre	Santuario de la Naturaleza Isla de Cachagua
Fecha de creación Decreto	2 de enero de 1979 D.S. 02 del Ministerio de Educación. Esta área también fue declarada Monumento Natural, mediante D.S. 89 del Ministerio de Agricultura de 27 de junio de 1989
Localización	Comuna de Zapallar, Provincia de Petorca
Superficie	12,4 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Este sector es de gran importancia ecológica para la preservación de las especies de aves existentes en la isla, especialmente el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y magallánico (*Spheniscus magenorhynchus australis*).

Nombre	Santuario de la Naturaleza Peñón de Peñablanca
Fecha de creación Decreto	18 de marzo de 1982 D.S. 772 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Algarrobo, Provincia de San Antonio
Superficie	3,69 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta área de protección tiene por objeto preservar los recursos escénicos de El Peñón y las formaciones rocosas de la Punta de Peñablanca en Algarrobo y las especies de aves acuáticas que nidifican en el sector.

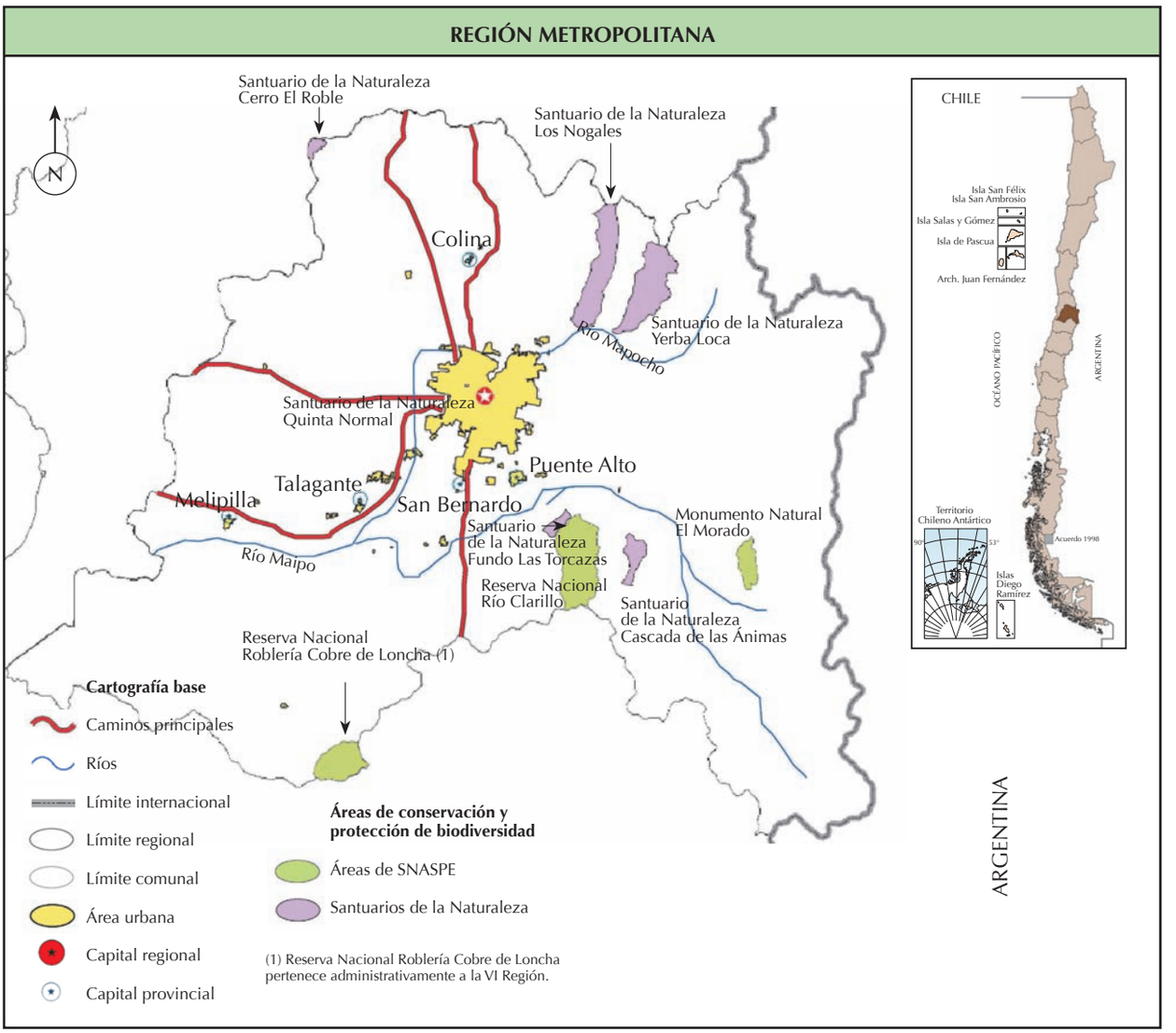
Nombre	Santuario de la Naturaleza Roca Oceánica
Fecha de creación Decreto	27 de marzo de 1990 D.S. 481 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Concón, Provincia de Valparaíso
Superficie	0,8 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Ilustre Municipalidad de Concón
Valor ecológico y/o patrimonial	Este grupo rocoso es frecuentado por diversas especies de aves y especies marinas. Se ha conservado en forma natural y libre de contaminación, ofreciendo la posibilidad de llevar a efecto estudios e investigaciones geológicas, ecológicas y biológico-marinas.

REGIÓN METROPOLITANA

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 13.194 ha

Nombre	Reserva Nacional Río Clarillo
Fecha de creación Decreto	4 de marzo de 1982 D.S. 19 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Pirque, Provincia Cordillera
Superficie	10.185 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La cuenca del río Clarillo se encuentra ubicada por completo en la formación del batolito andino granítico, conformado por rocas ígneas del tipo de las dioritas y granodioritas que, en general, presentan coloraciones claras. Desde un punto de vista litológico, la Reserva es rica en cuarzo, plagioclasas, ortoclasas y biotitas. La cuenca es de origen fluvio-glacial y se desarrolla en un sentido general de oeste a este en su parte baja y de norte a sur en su parte media y alta, con una diferencia de altura que va desde los 850 msnm en el acceso hasta los 3.057 msnm en el cerro los Cristales. Los suelos son de textura suelta, arenosa, delgada y de escaso desarrollo, con profundidades máximas de 75 cm en las partes bajas del fondo del cajón. Estos suelos, principalmente andesíticos y riolíticos, derivan de la desintegración de la roca granítica. También está inserta en la región de la estepa de altoandino y la del matorral y del bosque esclerófilo, respectivamente. Dentro de la subregión los Andes mediterráneos la unidad tiene representadas las formaciones vegetacionales denominadas matorral esclerófilo andino y estepa altoandina de la cordillera de Santiago. Por otra parte, en la subregión del bosque esclerófilo está presente la formación del bosque esclerófilo de la precordillera andina.



Nombre	Monumento Natural El Morado
Fecha de creación Decreto	19 de julio de 1974 D.S. 162 del Ministerio de Agricultura. Fue reclasificado el 16 de septiembre de 1995 como Monumento Natural, mediante D.S. 2.581 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera
Superficie	3.009 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Se pueden encontrar rocas de origen magmático (eruptivas, porfíricas y plutónicas) y rocas sedimentarias de origen oceánicas. Está dominado por cerros altos, como es el caso de los cerros Morado, San Francisco, Mirador del Morado, Rubilla, entre otros. Están inserto en su totalidad en la región de la estepa altoandina y dentro de esta en la subregión de los andes mediterráneos. Dentro de la subregión, la unidad tiene representada las formaciones vegetacionales denominadas matorral esclerófilo andino y estepa altoandina de la cordillera de Santiago, aun cuando un 79 por ciento de la unidad presenta suelos desnudos por efecto de la altura. Para la unidad se han citado 280 especies de vegetación, de las cuales 248 son nativas y 32 son introducidas.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie terrestre total regional: 428,35 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Los Nogales
Fecha de creación Decreto	15 de junio de 1973 D.S. 726 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Lo Barnechea, Provincia de Santiago
Superficie	11,025 ha
Propietario	Sociedad Santuarios de la Cordillera Ltda.
Administración	Sociedad Santuarios de la Cordillera Ltda.
Valor ecológico y/o patrimonial	Su importancia radica en la existencia de vegetación autóctona y especies de fauna casi extintas y la conveniencia de conservar la riqueza natural para el estudio y la investigación de la flora, fauna y los ecosistemas de la precordillera central.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Yerba Loca
Fecha de creación Decreto	24 de julio de 1973 D.S. 937 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de lo Barnechea, Provincia de Santiago
Superficie	39,029 ha
Propietario	Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea y privados
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la localidad de Villa Paulina
Valor ecológico y/o patrimonial	Su protección se fundamenta en la necesidad de conservar las especies arbóreas existentes, la ecología original de la precordillera y las posibilidades turísticas que ofrece el patrimonio natural de la Región.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Quinta Normal
Fecha de creación Decreto	10 de junio de 1976 D.S. 556 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Quinta Normal, Provincia de Santiago
Superficie	35,5 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Ilustre Municipalidad de Santiago
Valor ecológico y/o patrimonial	Su declaratoria obedece a méritos científicos y ecológicos**.** La Quinta Normal fue concebida originalmente como parque botánico. En su interior alberga el Museo Nacional de Historia Natural, el Museo de Trenes al Aire Libre y el Museo de Ciencia y Tecnología, entre otras atracciones. Es uno de los paseos recreacionales más importantes de la ciudad. Formó parte del gran impulso urbanístico que recibió la ciudad en torno al Centenario de la Independencia.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Cascada de Las Ánimas
Fecha de creación Decreto	16 de agosto de 1995 D.S. 480 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de San José de Maipo, Provincia Cordillera
Superficie	3.600 ha
Propietario	Privados
Administración	Privados
Valor ecológico y/o patrimonial	Su protección se fundamenta en la necesidad de conservación de su patrimonio natural, facilitar la investigación científica y contribuir a la educación y recreación ambiental. El patrimonio natural de dicha área se caracteriza por la presencia de flora y vegetación nativa de tipo esclerófila y xerófita de la precordillera andina, como también por la existencia de fauna asociada a dicho ambiente precordillerano: zorros (*Pseudalopex* sp.), pumas (*Puma concolor*), quiques (*Galictis cuja*), güiña (*Oncifelis guigna*), vizcachas (*Lagivium viscacia*), entre otros y una variada avifauna. También posee un alto valor escénico, en el cual se integran diferentes formas geomorfológicas, vegetacionales e hidrográficas.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Cerro El Roble
Fecha de creación Decreto	27 de junio de 2000 D.S. 229 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Til-Til, Provincia de Chacabuco
Superficie	998,6 ha
Propietario	Comuneros de Caleu
Administración	Comuneros de Caleu
Valor ecológico y/o patrimonial	En el cerro el Roble se encuentra la roblería más boreal de Chile de tipo relicto, es decir, establecida hace miles de años en condiciones climáticas diferentes de la especie conocida como roble blanco o roble de Santiago (*Nothophagus oblicua*). La mayor parte de las especies arbóreas y arbustivas del sector son típicas y endémicas de la zona central mediterránea, encontrándose las siguientes unidades de vegetación: bosque higrófilo, bosque caducifolio, matorral andino, matorral espinoso xerófilo y bosque esclerófilo.

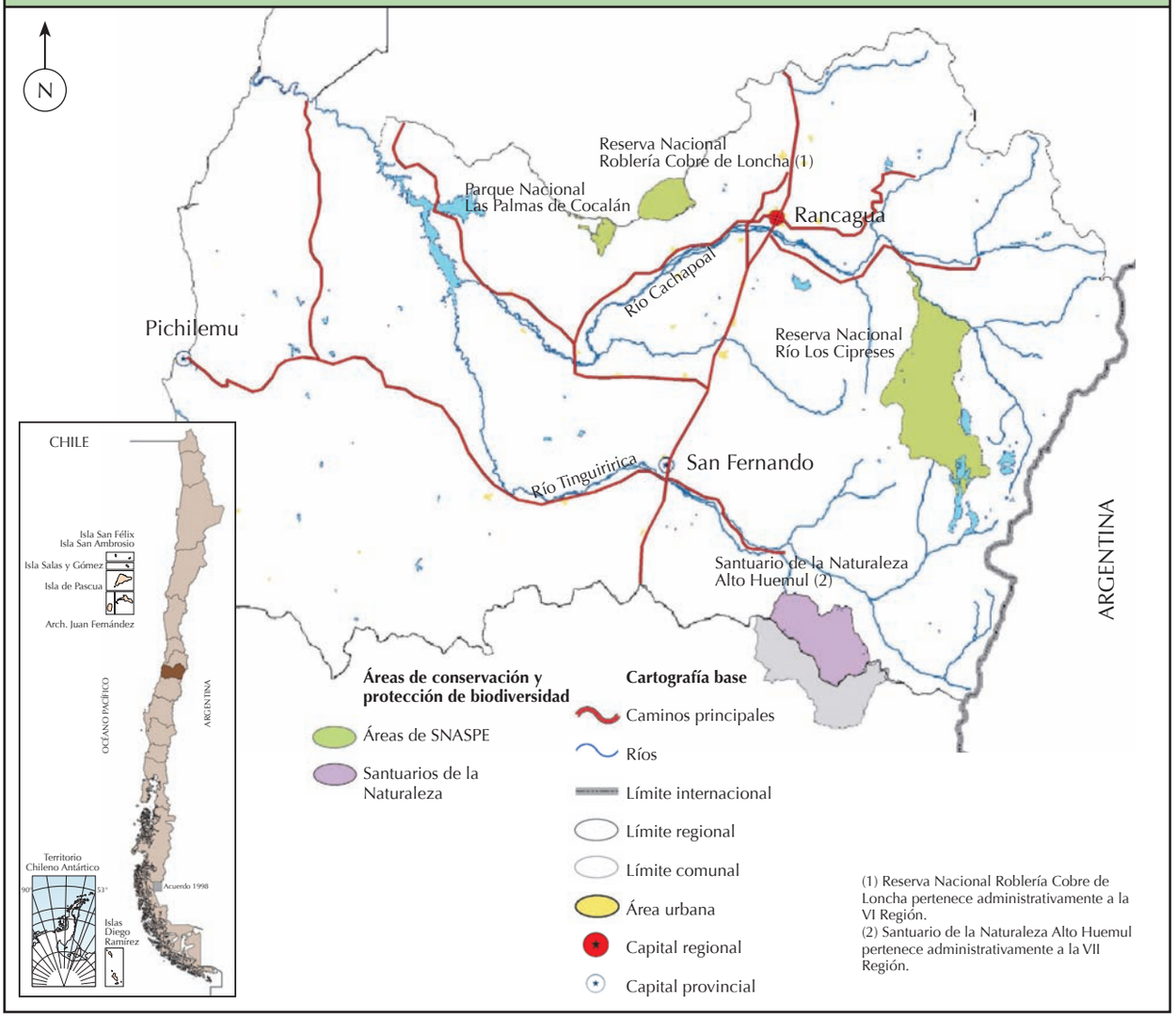
REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 48.161 ha

Nombre	Reserva Nacional Río de los Cipreses
Fecha de creación Decreto	17 de octubre de 1985 D.S. 127 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Machalí, Provincia de Cachapoal
Superficie	38.582 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su expresión de vida silvestre está dada por la presencia de bosques de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), en conjunto con bosques de olivillo (*Kageneckia angustifolia*), siendo hábitat de especies como el zorro culpeo y chilla (*Pseudalopex griseus, P. culpaeus*), además de loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*). Otro aspecto que lo destaca son los vestigios de presencia de cazadores, de 5.000 a 8.000 años de antigüedad.

REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS



Nombre	Parque Nacional Las Palmas de Cocalán
Fecha de creación Decreto	1 de agosto de 1972 Art° 53 de Ley 17.669
Localización	Comuna de Las Cabras, Provincia de Cachapoal
Superficie	3.709 ha
Propietario	Privados
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área se presenta la segunda mayor extensión de bosques de palma chilena (*Jubaea chilensis*), después de las ubicadas en el Parque Nacional La Campana. Además, presenta bellotos del norte (*Beilschmiedia miersii*), pataguas (*Crinodendron patagua*), hualos (*Nothofagus glauca*) y litre (*Lithrea caustica*).

Nombre	Reserva Nacional Roblería Cobre de Loncha
Fecha de creación Decreto	25 de julio de 1996 D.S. 62 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comunas de Alhue y Melipilla, Provincia de Melipilla
Superficie	5.870 ha
Propietario	División El Teniente de CODELCO
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Corresponde a una antigua hacienda, propiedad de la División El Teniente de CODELCO. Es un tranque de relave, el cual en los últimos 15 años ha servido de espacio de investigación acerca de las aguas que son tratadas y usadas para el riego en la zona. Además, están presentes proyectos ecoturísticos, como también de educación ambiental (granja educativa).

REGIÓN DEL MAULE

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

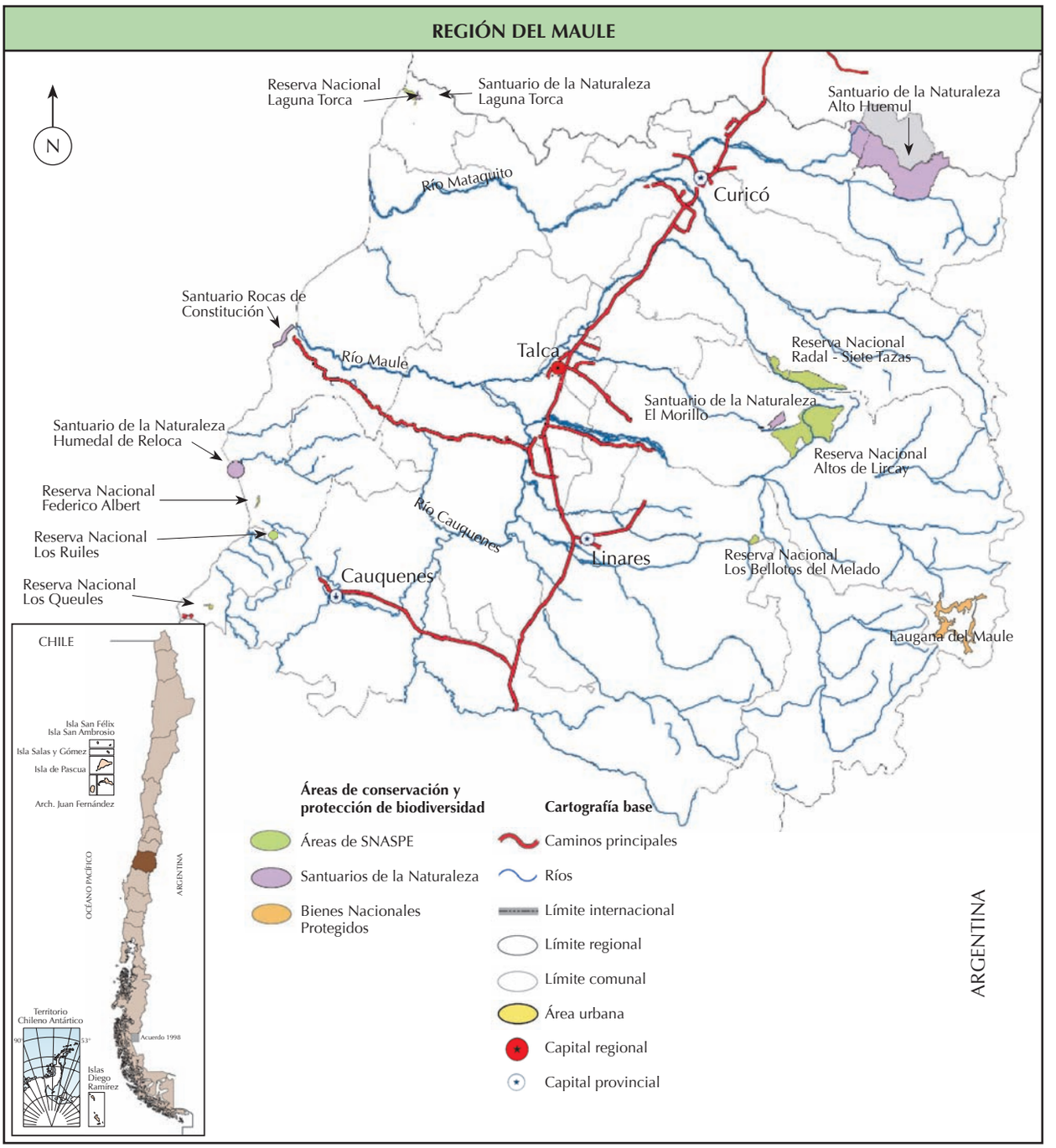
SNASPE Superficie total regional: 18.669 ha

Nombre	Reserva Nacional Altos de Lircay
Fecha de creación Decreto	11 de junio de 1996 D.S. 59 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de San Clemente, Provincia de Talca
Superficie	12.163 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta reserva está dominada por la presencia de bosques de *Nothofagus*, en su distribución más septentrional dentro de Chile, además de tener ocho especies de este género de las 11 presentes en nuestro país. Alguna de estas son: roble (*Nothofagus obliqua*), hualo (*Nothofagus glauca*), huala (*Nothofagus leonii*). Otras especies presentes son ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), lirio de campo (*Alstromeria spathulata*), añañuca (*Phycella ignea*), cardón (*Puya chilensism*), maitén de Chubut (*Maytenus chubutensis*) y hullipatagua (*Citronella mucronata*). De la fauna presente los más importantes son: el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), la huiña (*Oncifelis guigna*), el pudú (*Pudu pudu*), el puma (*Puma concolor*) el quique (*Galictis cuja*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*) el chingue (*Conepatus chinga*), el loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), la torcaza (Columba araucana), el cóndor (*Vultur gryphus*), la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*), el lagarto llorón (*Liolaemus chiliensis*), las lagartijas (*Liolaemus lemniscatus y L. Fuscus*) y el sapo de rulo (*Bufo spinicatus*).

Nombre	Reserva Nacional Radal Siete Tazas
Fecha de creación Decreto	20 de marzo de 1996 D.S. 89 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Límite de las Provincias de Curicó y Talca, abarcando parte de las comunas de Molina, Pelarco y San Clemente
Superficie	5.148 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Las especies de flora presente en este sector son: hualo (*Nothofagus glauca*), huala (*Nothofagus leonii*), roble de Santiago (*Nothofagus obliqua ver. Macrocarpa*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), ñirre (*Nothofagus antártica*) y raulí (*Nothofagus alpina*). Otras especies destacadas son el ciprés de la cordillera (*Astrocedrus chilensis*), la luma blanca (*Legrandia concinna*), el maitén del Chubut (*Maytenus chubutensis*) y la hullipatagua (*Citronella mucronata*). En cuanto a la fauna, existen especies como el cururo del Maule (*Spalacopus cyanus maulinus*), el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), la huiña (*Oncifelis guigna*), el loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*), el carpintero negro (*Camapephilus magellanicus*), la torcaza (*Columba araucana*), el cóndor (*Vultur gryphus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Nombre	Reserva Nacional Laguna Torca
Fecha de creación Decreto	5 de julio de 1985 D.S. 128 del Ministerio de Agricultura. Esta área fue adquirida mediante compra de terrenos en el año 1912. Posteriormente, en 1975, fue declarada Santuario de la Naturaleza hasta su actual denominación de Reserva Nacional
Localización	Comuna de Vichuquén, Provincia de Curicó
Superficie	604 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En la vegetación de la ribera de la laguna existen *Batro Scirpus californicus* y totora (*Typha angustifolia*), y en las especies acuáticas, la lengua de agua (*Potamogetum lucens*), el pelo de marisma (*Ruppia maritima*) y la hierba del sapo (*Myriophillum* sp.). En el sector del bosque de Llico hay una flora compuesta por especies exóticas como pino insigne (*Pinus radiata*), pino marítimo (*Pinus pinaster*), aromo australiano (*Acacia melanoxylon*) y una gran variedad de eucaliptus (*Eucalyptus globulus*), los que, junto a la vegetación herbácea y arbustiva, actualmente cumplen una importante función para detener el avance de la arena. La isla Cerrillos está cubierta, en general, por especies del bosque esclerófilo, tales como peumo y litre. En la fauna, las aves constituyen el grupo más visible, registrándose más de 90 especies, entre las que destacan principalmente el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*), el siete colores (*Tachuris rubrigasta*), el cuervo de pantano (*Plegades chihi*) y el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), la torcaza (*Columba araucana*), la garza cuca (*Ardea cocoi*), el huaraivillo (*Ixobrychus involucris*), el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*) y la gaviota garuma (*Larus modestus*). Entre los mamíferos, destaca la presencia del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), el quique (*Galictis cuja*) y el chingue (*Conepatus chinga*).

Nombre	Reserva Nacional Los Bellotos del Melado
Fecha de creación Decreto	20 de enero de 1995 D.S. 18 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Colbún, Provincia de Linares
Superficie	417 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)



Valor ecológico y/o patrimonial	En la flora destaca el belloto del sur (*Beilschmiedia berteroana*), especie que no está presente en forma natural en ninguna otra área silvestre protegida por el Estado, y que está asociada a bosques de *Nothofagus*, como roble (*Nothofagus obliqua*), hualo (*Nothofagus glauca*) y huala (*Nothofagus leonii*). Existen otras especies como el radal enano (*Oristes myrtoidea*), el maitén de Chubut (*Maytenus chubutensis*), la huillipatagua (*Citronella mucronata*) y el helecho (*Dennstaedtia glauca*). En la fauna, existen dos especies de felinos: el gato montés andino (*Oreailurus jacobita*) y la güiña (*Oncifelis guigna*). En las aves existen varias especies, siendo las más importantes el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el loro tricahue (*Cyanoliseus patagonus*) y la torcaza (*Columba araucana*). En los reptiles, existen cinco especies. Estas son la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*), la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), el lagarto llorón (*Liolaemus chiliensis*) y la lagartija (*Liolaemus lemniscatus* y *L. fuscus*).

Nombre	**Reserva Nacional Los Queules**
Fecha de creación Decreto	14 de marzo de 1995 D.S. 12 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Pelluhue, Provincia de Cauquenes
Superficie	147 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área podemos encontrar especies de vegetación representativas del bosque maulino costero como el queule (*Gomortega keule*) y el pitao (*Pitavia punctata*). También se encuentra hualo (*Nothofagus glauca*), bollén (Kageneckia oblonga), peumo (*Cryptocarya alba*), litre (*Lithrea caustica*), laurel (*Laurelia sempervirens*), huillipatagua (*Citronella mucronata*) y copihue (*Lapageria rosea*). La avifauna es considerable en representación, encontrándose especies como pitío (*Colaptes pitius*), perdiz (*nothoprocta perdicarea*), aguilucho (*Buteo polyosomae*), cernícalo (*Falco sparverius cinnamominus*), peuco (*Parabuteo unicinctus*), zorzal (*Turdus* sp.), loica (*Sturnella loyca*), chercán (*Troglodytes aedon*), tórtola (*Zenaida auriculata*), diucón (*Pyrope pyrope*) y cachudito (*Anairetes parulus*). De los mamíferos podemos hallar especies como el quique (*Galictis cuja*) y el pudú (*Pudu pudu*). Además están las dos especies de zorros culpeo y chilla (*Pseudalopex culpaeus* y *P. griseus*).

Nombre	**Reserva Nacional Federico Albert**
Fecha de creación Decreto	25 de mayo de 1981 D.S. 257 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Chanco, Provincia de Cauquenes
Superficie	145 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Superficie de bosque compuesto principalmente por eucaliptus (*Eucalyptus globulus*), pinos (*Pinus radiata*), cipreses (*Austrocedrus chilensis*) alcornoques (*Quercus suber*) y aromos (*Acacia farnesiana*). La Reserva presenta gran interés científico ya que es el resultado de las plantaciones efectuadas a fines del siglo XIX por el doctor alemán Federico Albert para detener el avance de las dunas que estaban cubriendo extensos terrenos agrícolas y amenazaban con sepultar el pueblo. En el dosel de este bosque se pueden encontrar especies nativas que han crecido ayudadas por las condiciones del suelo, como el boldo (*Peumus boldus*), el peumo (*Cryptocarya alba*), el maitén (*Maytenus boaria*) y el litre (*Lithrea caustica*). Aunque la fauna es escasa, se pueden encontrar ejemplares de quique (*Galictis cuja*) y chingue (*Conepatus chinga*). Otras especies de fauna son las de los zorros culpeo y la chilla (*Pseudalopex culpaeus culpaeus* y *P. griseus*, respectivamente). De las aves existen dos especies: la torcaza (*Columba araucana*) y la becacina (*Gallinago y gallinago*).

Nombre	**Reserva Nacional Los Ruiles**
Fecha de creación Decreto	13 de julio de 1992 D.S. 94 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comunas de Empedrado y Chanco, Provincias de Talca y Cauquenes respectivamente
Superficie	45 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La Reserva está formada por dos sectores: El Fin, con 16 ha, comuna de Empedrado, en el que se permite sólo actividades de investigación y sector Cauquenes, con 29 ha, comuna de Chanco. En esta reserva se encuentran poblaciones de ruil (*Nothofagus alessandrii*) y pitao (*Pitavia punctata*). Otras especies de flora de importancia son el hualo (*Nothofagus glauca*), la huala (*Nothofagus leonii*), el chupón (*Greigia sphacelata*), la gilliesia (*Gilliesia graminea*), la añañuca (*Phycella bicolor*), la huillipatagua (*Citronella mucronata*) y la teresa (*Scutellaria valdiviana*).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 36.680 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Laguna Torca**
Fecha de creación Decreto	25 de agosto de 1975 D.S. 680 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Vichuquén, Provincia de Curicó
Superficie	186 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Forma parte de la Reserva Nacional Laguna Torca y su protección obedece a características ecológicas y culturales, por sus recursos naturales y características geológicas y geomorfológicas. La vegetación de esta área está formada por diversas especies, de acuerdo a los diversos sectores que la conforman. En la vegetación de ribera, que constituye el ecotono de la Laguna, destaca el batro (*Scirpus californicus*) y la totora (*Typha angustifolia*) mientras que en las especies acuáticas y sumergidas figuran la lengua de agua (*Potamogetum lucens*), el pelo de marismas (*Ruppia maritima*) y la lorota o hierba de sapo (*Myriophillum* sp.). Además, posee un sector donde la vegetación herbácea y arbustiva cumple una función importante para detener el avance de la arena. Entre la vegetación herbácea se encuentran especies como el pasto barrón (*Amophila areanaria*), garra de león (*Sanicula liberta*), doca (*Carpobrotus chilensis*) y algunas gramíneas. La estrada arbustiva está conformada principalmente por lupino (*Lupinus arboreus*) y genista (*Genista hispánica*). La zona reviste especial importancia histórica y cultural por sus particulares rasgos ecológicos, geográficos y arqueológicos.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Alto Huemul**
Fecha de creación Decreto	9 de octubre de 1996 D.S. 572 del Ministerio de Educación
Localización	Comunas de San Fernando, Teno y Romeral, Provincia de Curicó
Superficie	35.000 ha
Propietario	Privados
Administración	Privados

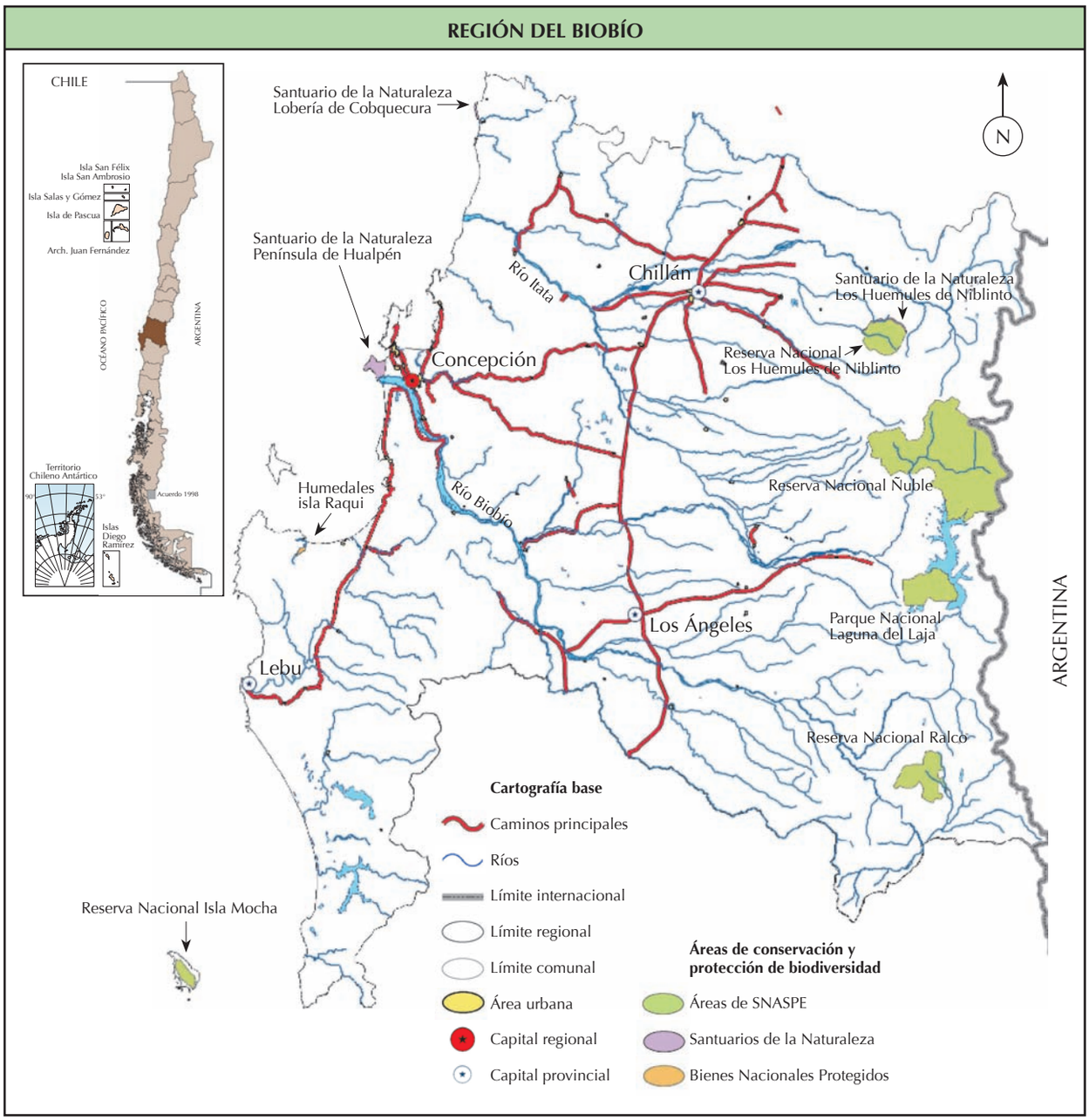
Valor ecológico y/o patrimonial	Posee un bosque catedral de robles (*Nothofagus obliqua*), el más septentrional de su especie y tiene valor ecológico, florístico y recreacional. Además cuenta con bosquecillos de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) con un alto valor por la biodiversidad de los ecosistemas de tipo mediterráneo y altoandino, los que incluyen varios cordones cordilleranos que sirven de hábitat a flora y fauna nativas.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza El Morrillo**
Fecha de creación Decreto	30 de junio de 2005 D.S. 879 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de San Clemente, Provincia de Curicó
Superficie	1.100 ha
Propietario	Privados
Administración	Privados
Valor ecológico y/o patrimonial	Posee un alto valor ambiental que se refleja en la singularidad de la biodiversidad, aporte a la conectividad (corredor biológico de las Reservas Nacionales Radal Siete Tazas, al norte, y Altos de Lircay, al sur) y un alto endemismo al nivel regional.

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Humedal de Reloca**
Fecha de creación, Decreto	28 de octubre de 2005 D.S. 1613 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Chanco, Provincia de Cauquenes
Superficie	394 ha
Propietario	Bosques de Chile S.A.
Administración	Bosques de Chile S.A.
Valor ecológico y/o patrimonial	Presenta una elevada abundancia de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias, siendo de singular interés para la conservación e investigación de especies como, por ejemplo, las gaviotas (*Larus bulleri*), pelícanos (*Pelecanus thagus*), los patos yeco (Anas bernieri) y lile (*Phalacrocorax gaimardi*), garuma (*Larus modestus*) y golondrinas (*Riparia riparia*). También se observa presencia de aves campestres, como el zorzal (*Turdus falklandii*), el tordo (*Curaeus curaeus*), la loica (*Sturnella loyca*), la tenca (*Mimus thenca*), el chercán (*Troglogytes aedon chilensis*), la diuca (*Diuca diuca diuca*) y el chirigüe (*Sicalis luteiventris*). Este humedal es relevante para especies poco comunes, tanto en la Región del Maule como en los humedales costeros de la región mediterránea, como el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), y algunas especies de gaviotines (*Sterna* sp. *y Larosterna* sp.) y chorlos (*Charadrius* sp.), además del cisne cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), gaviota garuma (*Larus modestus*) y pato cuchara (*Anas platalea*). En algunos estudios realizados en los sitios arqueológicos de la zona de Reloca, se han encontrado numerosos vestigios con presencia de conchales, elementos líticos y variada alfarería, que además de constituir un registro de presencia humana en el lugar de remotos tiempos, permite también conocer los hábitos de alimentación de los asentamientos humanos, tipos de actividades desarrolladas, la fauna y los recursos hidrobiológicos.

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 2.198,12 ha

Nombre	**Laguna del Maule**
Fecha de creación, Decreto	24 de julio de 2006. DEX. 254
Localización	Comuna de San Clemente, Región del Maule
Superficie	2.198,12 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio presenta una gran diversidad faunística debido a su condición de humedal altoandino. Destaca entre otras el tucu-tucu del Maule (*Ctenomys maulinus*), especie endémica del ecosistema de la Laguna del Maule. Constituye zona de descanso y refugio de aves que migran desde las zonas más australes del país. Su presencia limítrofe y su buena accesibilidad le otorgan un alto valor turístico y recreacional tanto para las comunidades de Chile como de Argentina, posesionándolo como un foco de desarrollo regional y local de máxima importancia en el futuro.



REGIÓN DEL BIOBÍO

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 84.359 ha

Nombre	Parque Nacional Laguna del Laja
Fecha de creación Decreto	25 de junio de 1958 D.S. 652 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Antuco, Provincia del Biobío
Superficie	11.600 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	De las especies de flora presentes en el área, las más significativas son el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y la araucaria (*Araucaria araucana*). Otras especies presentes son la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ñirre (Nothofagus antarctica), el chacay (Discaria chacaye), el maitén chico (*Maytenus disticha*), entre otras. De los mamíferos podemos mencionar el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el quique (*Galictis cuja*), el puma (*Puma concolor*)y los zorros culpeo y chilla (*Pseudalopex culpaeus y P. griseus*). En cuanto a aves están presentes especies como el cóndor (*Vultur gryphus*), la bandurria (*Theristicus caudatus*) y el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), el peuquito (*Accipiter bicolor*), la perdicita cordillerana (*Attagis gayi*) y la gaviota andina (*Larus serranus*). En los reptiles están presentes la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) y la culebra de cola larga (*Phylodrias chamissonis*). Los anfibios presentes en esta área son el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), el sapo de rayas (*Bufo variegatus*) y el sapo (*Bufo papilosus*).

Nombre	Reserva Nacional Ñuble
Fecha de creación Decreto	24 de noviembre de 1978 D.S. 384 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comunas de Pinto y Antuco, Provincias de Ñuble y Biobío
Superficie	55.948 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área se presentan bosques andinos de lenga (*Nothofagus pumilio*) y roble (*Nothofagus obliqua*); además de estos, existe presencia de raulí (*Nothofagus alpina*), colihue (*Chusquea coleu*), Chaura (*Gaultheria phyllyreaefolia*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), vautro (*Baccharis odovata*), copihue (*Lapageria rosea*), radal (*Lomatia hirsuta*) y ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*). De la fauna presente en la Reserva, existen especies tales como el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), la güiña (*Oncifelis guigna*), el huemull (*Hippocamelus bisulcus*). En aves existen el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la becacina pintada (*Nycticryphes semicollaris*) y el cuervo del pantano (*Plegadis chihi*), entre otras especies.

Nombre	Reserva Nacional Ralco
Fecha de creación Decreto	9 de septiembre de 1987 D.S. 429 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Santa Bárbara, Provincia de Biobío
Superficie	12.421 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta Reserva se presentan las siguientes especies de vegetación: lenga (*Nothofagus pumilio*), chichón (*Azara alpina*), colihue (*Chusquea coleu*), maitén chico (*Maytenus disticha*), calafate (*Berberis buxifolia*), michay (*Berberis pearcei*), pilluden (*Viola maculata*), araucaria (Araucaria araucana), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*), taique (*Desfontainia spinosa*), canelillo (*Drymis winteri var. Andina*), notro (*Embotrium coccineum*), entre otros. En la fauna de la Reserva encontramos especies de mamíferos como la güiña (*Oncefelis guigna*), el quique (*Galictis cuja*), la vizcacha (Lagidium vicacia) el puma (*Puma concolor*), el pudú (*Pudu pudu*) *y* el degú de Bridges (*Octodon bridgesi*). En la avifauna, las especies representativas son la bandurria (*Theristicus melanopis*), el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), el cóndor (*Vultur gryphus*), el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*) y el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*).

Nombre	Reserva Nacional Isla Mocha
Fecha de creación Decreto	12 de mayo de 1988 D.S. 70 del Ministerio de Agricultura
Localización	Golfo de Arauco, Comuna de Tirúa, Provincia de Arauco
Superficie	2.369 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área podemos encontrar las siguientes especies de flora: olivillo (*Aextoxicum punctatum*), arrayán (*Luma apiculata*), pitra (*Myrceugenia planipes*), laurel (*Laurelia siemprevirens*), tepa (*Laurelia philippiana*), canelo (*Drimys winteri*), entre otras. En la fauna, la especie más importante es el pudú (*Pudu pudu*). Las aves presentes en la isla son el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), el guanay (*Leucocarbo bounganvillii*), la torcaza (*Columba araucana*) y la fardela blanca (*Puffinus creatopus*).

Nombre	Reserva Nacional Los Huemules de Niblinto
Fecha de creación Decreto	23 de febrero de 1999 D.S. 32 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Coihueco, Provincia de Ñuble
Superficie	2.021 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta Reserva es adyacente a un predio de propiedad de CODEFF, el cual, en conjunto con la Reserva, son declarados Santuario de la Naturaleza Los Huemules de Niblinto. Se presentan en esta área especies como zarzaparrilla (*Ribes valdivianum*), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), quila (*Chasquea quila*), chauras (*Pernettya myrtilloides* y *P. mucronata*) y escalonia (*Escallonia rubra*). Las especies de fauna que habitan en la reserva son la güiña (*Oncefelis guigna*), el gato colocolo (*Oncifelis colocolo*), el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el puma (*Puma concolor*), el quique (*Galictis cuja*), el degú de Bridges (*Octodon bridgesi*) y el pudú (*Pudu pudu*), entre otras.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional terrestre: 10.474,60 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén
Fecha de creación Decreto	10 de junio de 1976 D.S. 556 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Talcahuano, Provincia de Concepción
Superficie	2.622,4 ha
Propietario	Privados
Administración	Privados
Valor ecológico y/o patrimonial	La vegetación de la Península de Hualpén se caracteriza por la coexistencia de comunidades de matorral costero arborescente de la zona mesomórfica y bosque de la zona hidromórfica. Otro aspecto de gran relevancia lo constituye la existencia de sitios de nidificación de aves migratorias en la zona que comprende los roqueríos y acantilados del litoral.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Los Huemules de Niblinto
Fecha de creación Decreto	26 de octubre de 1998 D.S 1014 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Coihueco, Provincia de Ñuble
Superficie	7.852,2 ha
Propietario	Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora (CODEFF)
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Se inserta en la denominada área de Los Nevados de Chillán. Posee importantes ecosistemas forestales asociados a innumerables otras especies de flora, las que determinan una formación vegetacional predominante denominada bosque caducifolio de la montaña. Otro elemento es la presencia de la especie nativa huemul (*Hippocamelus bisulcus*), ciervo heráldico de Chile. El Santuario se constituye en el hábitat más septentrional del país para esta especie.

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 349,95 ha

Nombre	Humedales isla Raqui
Fecha de creación, Decreto	12 de octubre de 2007. DEX. 454
Localización	Comuna de Arauco, Región de Biobío
Superficie	349,95 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; A.G. de pescadores artesanales, buzos, mariscadores y algueros de Tubul.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio Humedales Isla Raqui contiene un ecosistema de humedal costero tipo estuario con una alta productividad. Este atributo permite la presencia de una alta riqueza de especies de flora y fauna invertebrada y vertebrada, destacando especies amenazadas como cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y torcaza (*Columba araucana*). El predio es una importante fuente de recursos económicos para las comunidades locales quienes poseen proyectos asociados al manejo de alga gracilarias.

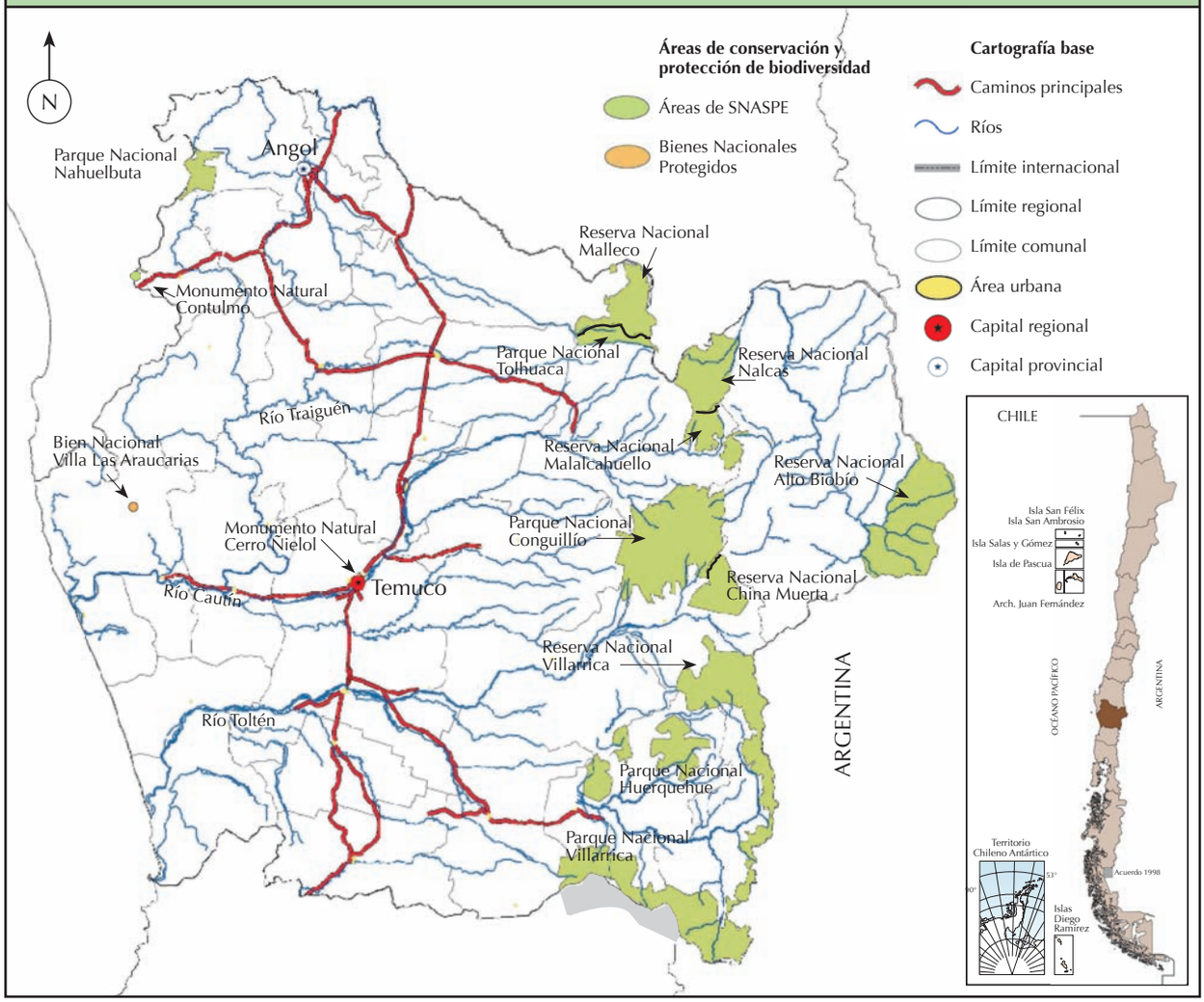
ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional marino-costera: 250 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Lobería de Cobquecura
Fecha de creación Decreto	1 de septiembre de 1992 D.S. 544 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Cobquecura, Provincia de Ñuble
Superficie	250 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)
Valor ecológico y/o patrimonial	Comprende los islotes Lobería y Lobería Iglesia de Piedra. Su protección se fundamenta en el interés mundial relativo a la mantención de la biodiversidad en pro de la conservación de los lobos marinos de un pelo (*Otaria byronia*) que habitan el área.

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA
ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES
SNASPE Superficie total regional: 296.732 ha

Nombre	Parque Nacional Conguillío
Fecha de creación, Decreto	29 de mayo de 1950 D.S. 1.117 del Ministerio de Tierras y Colonización, se crea como Reserva Nacional Conguillío
Localización	Comunas de Melipeuco y Vilcún, Provincias de Cautín y Malleco, respectivamente
Superficie	60.832 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En las zonas más altas abundan los matorrales de ñirre (*Nothofagus antarctica*) que, por debajo, dan paso a los bosques de araucaria (*Araucaria araucana*). Más abajo conviven el coigüe (*Nothofagus dombeyi*), la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el roble (*Nothofagus oblicua*). En cuanto a la fauna, podemos mencionar la presencia del puma (*Puma concolor*), el pudú (*Pudu pudu*), el monito de monte (*Dromiciops gliroides*) y el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*). En las aves se observa la presencia del chuncho (*Glaucidium nanum*), la cachaña (*Enicognathus ferrugineus*) y el concón (*Strix rufipes rufipes*). En las araucarias anidan la bandurria (*Theristicus melanopis*) y distintas aves de presa como el cernícalo (*Falco sparverius*), el aguilucho (*Buteo polyosoma*) y el tiuque (*Falconidae* sp.). En los ambientes acuáticos abundan los sapos de rulo (*Bufo chilensis*) y diversas especies de patos y gansos, así como el cormorán pescador (*Phalacroxorax atriceps*), que se alimenta de salmones, además de especies de peces como el tollo de agua dulce (*Diplimystes chilensis*).

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA



Nombre	Parque Nacional Huerquehue
Fecha de creación Decreto	9 de junio de 1967 D.S. 347 del Ministerio de Agricultura
Localización	Sector precordillerano, Comuna de Pucón, Provincia de Cautín
Superficie	12.500 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Podemos encontrar 17 lagunas, entremedio de bosques en desarrollo de coigüe (*Nothofagfus dombeyi*), mañío de hojas cortas (*Sexegothaea conspicua*), lenga (*Nothofagus pumilio*) y araucaria (*Araucaria araucana*). Entre su fauna más destacada podemos mencionar el zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), el cóndor (*Vultur gryphus*), la tagua (*Fulica* sp.), el pato anteojillo (*Anas specularis*) y el chucao (*Scelorchilus rubecula*).

Nombre	Parque Nacional Nahuelbuta
Fecha de creación Decreto	4 de enero de 1939 D.S. 15 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comuna de Angol, Provincia de Malleco
Superficie	6.832 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Fue creado con el objetivo de proteger los bosques de araucarias (*Araucaria araucana*) que se encuentran en las altiplanicies y cumbres de la cordillera de Nahuelbuta. Se pueden encontrar bosques de roble (*Nothofagus obliqua*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y ñirre (*Nothofagus antarctica*). En cuanto a la fauna, podemos mencionar la presencia del puma (*Puma concolor*), la güiña (*Oncefelis guigna*), el pudú (*Pudu pudu*), y los zorros chilla y culpeo (*Psedalopex griseus y P. culpaeus*). En las aves se observa la presencia de bandadas de choroyes (*Enicognatus leptorhynchus*) y cachañas (*Encognatus ferrugineus*) y carpinteros negros (*Campephilus magellanicus*).

Nombre	Parque Nacional Villarrica
Fecha de creación Decreto	28 de noviembre de 1940 D.S. 2.236 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	La mayor parte de la superficie se encuentra en la comunas de Pucón y Curarrehue, Provincia de Cautín, y un sector en la comuna de Panguipulli, Provincia de Valdivia
Superficie	61.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El paisaje montañoso del área está dominado por bosques de araucarias (*Araucaria araucana*) y lenga (*Nothofagus pumilio*), raulí, (*Nothofagus alpina*), y coigüe (*Nothofagus dombeyi*) en las partes más bajas. Entre la fauna podemos mencionar al monito del monte (*Dromiciops gliroides*), el coipo (*Myocastor coypus*), los zorros chilla y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*), el quique (*Galictus cuja*), Chingue (*Conepatus chingue*) el puma (*Puma concolor*) y los pudúes (*Pudu pudu*). La avifauna acuática exhibe especies como la huala (*Podiceps major*), el caiquén (*Chloephaga picta*), el pato real (*Anas sibilatrix*), el cortacorriente (*Merganetta armata*), el rinconero (*Heteronetta atricapilla*) y la tagua (*Fulica* sp.).

Nombre	Parque Nacional Tolhuaca
Fecha de creación Decreto	16 de octubre de 1935 D.S. 2.489 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comuna de Victoria, Provincia de Malleco
Superficie	6.374 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta Reserva es posible encontrar bosques puros de araucaria (*Araucaria araucana*). En las zonas más bajas, en las cercanías de la laguna de Malleco, se desarrollan especies de bosque siempreverde como tineo (*Wienmannia trichosperma*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), olivillo (*Aextoxicon punctata*) y tepa (*Laurelia philippiana*); y caducifolias como el raulí (*Nothofagus alpina*) y el roble (*Nothofagus obliqua*). Junto a las cascadas, en los alrededores de la laguna Malleco, se desarrolla una vegetación de ambiente húmedo con presencia abundante de nalcas (*Gunnera scombro*) y fucsias (*Fuschia magellanica*). Entre las especies de fauna se encuentran el pudú (*Pudu pudu*), los zorros gris y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*), quiques (*Galictis cuja*) y chingues (*Conepatus chingue*), en las zonas boscosas, y coipos (*Mycastor coypus*), en la laguna de Malleco. Además, es posible observar aves como torcazas (*Columba araucana*) y cóndores (*Vultur gryphus*).

Nombre	Reserva Nacional Alto Biobío
Fecha de creación Decreto	6 de noviembre de 1912 D.S. 1.935 del Ministerio de Interior. Originalmente creada como Reserva Forestal
Localización	Comuna de Lonquimay, Provincia de Malleco
Superficie	35.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta unidad se encuentra inserta en la cuenca alta del río Biobío, parte en la cual es predominante la estepa fría. En los sectores de mejor suelo y mayor protección existen bosques de araucaria (*Araucaria araucana*).

Nombre	Reserva Nacional China Muerta
Fecha de creación Decreto	28 de junio de 1968 D.S. 330 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Melipeuco, Provincia de Cautín
Superficie	9.887 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área se encuentran mejor preservados los bosques de araucaria (*Araucaria araucana*), en asociación con matorrales de ñirre (*Nothofagus antarctica*) y en menor medida con bosques de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), lenga (*Nothofagus pumilio*) y roble (*Nothofagus obliqua*). Especies de fauna presente son los zorros chilla y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*) y el puma (*Puma concolor*).

Nombre	Reserva Nacional Malalcahuello
Fecha de creación Decreto	31 de marzo de 1931 D.S. 1.670 del Ministerio de la Propiedad Austral. Originalmente creado como Reserva Forestal, con una superficie inicial de 29.530 ha
Localización	Comunas de Curacautín y Lonquimay, Provincia de Malleco
Superficie	13.730 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Como valor escénico en la Reserva está presente el volcán Lonquimay, el cual ocupa toda la sección norte. En la parte más baja se encuentra un bosque dominado por roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y coigüe (*Nothofagus dombeyi*), con un sotobosque compuesto por especies como radal (*Oristes myrtoidea*) y colihue (*Chusquea coleu*).

Nombre	Reserva Nacional Malleco
Fecha de creación Decreto	30 de septiembre de 1970 D.S. 1.540, del Ministerio de Industrias y Obras Públicas

Localización	Comuna de Collipulli, Provincia de Malleco
Superficie	16.625 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La superficie de la Reserva está cubierta de bosques nativos en un 80 por ciento, correspondiendo el 54 por ciento a bosques adultos y el 26 por ciento a renovales. La reserva está inserta en las regiones ecológicas del bosque caducifolio y bosque andino-patagónico. En la región del bosque andino-patagónico está presente la subregión de la cordillera de la Araucanía, donde se manifiesta la formación vegetacional del bosque caducifolio altoandino de araucaria (*Araucaria araucana*).

Nombre	**Reserva Nacional Nalcas**
Fecha de creación Decreto	6 de octubre de 1967 D.S. 604 del Ministerio de Agricultura. Originalmente creado como Reserva Forestal
Localización	Comuna de Lonquimay, Provincia de Malleco
Superficie	13.775 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta área se encuentra dominada por bosques de roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y coigüe (*Nothofagus dombeyi*).

Nombre	**Reserva Nacional Villarrica**
Fecha de creación Decreto	21 de junio de 1925 D.S. 378 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comunas de Pucón y Curarrehue, Provincia de Cautín
Superficie	60.005 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Es representativa de los bosques de araucaria (*Araucaria araucana*) y lenga (*Nothofagus pumilio*), presentes en la cordillera de los Andes.

Nombre	**Monumento Natural Contulmo**
Fecha de creación Decreto	8 de abril de 1941 D.S. 365 del Ministerio de Tierras y Colonización. Originalmente creada como Parque Nacional
Localización	Comuna de Purén, Provincia de Malleco
Superficie	82 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El Monumento de Contulmo forma parte de la cordillera de Nahuelbuta y está ubicado en una ladera de relieve abrupto, de exposición sur-sudeste, a alturas que van de los 175 a los 500 msnm. De acuerdo a la clasificación, la unidad está inserta en la región del bosque caducifolio y, dentro de ésta, en la subregión del bosque caducifolio del llano, formación vegetacional del bosque caducifolio de Concepción, con algunos componentes e influencia de la región del bosque altomontano de Nahuelbuta.

Nombre	**Monumento Natural Cerro Ñielol**
Fecha de creación Decreto	20 de marzo de 1939 D.S. 504 del Ministerio de Tierras y Colonización. Originalmente se crea como Parque Nacional con una superficie de 10,60 ha
Localización	Comuna de Temuco, Provincia de Cautín
Superficie	90 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El Monumento Natural de Ñielol forma parte de uno de los sitios más australes de la formación volcánica efusiva–extrusiva, denominada Cordón Huimpil-Ñielol, que se localiza en la depresión intermedia de la Región de La Araucanía. Sin embargo, algunos estudios sobre el tema sostienen que este es de carácter intrusivo y de edad cenozoica. La vegetación dominante corresponde a robles (*Nothofagus obliqua*), luma (*Amomyrtus luma*) y arrayán (*Luma apiculata*).

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 10,3 ha

Nombre	**Villa Las Araucarias**
Fecha de creación, Decreto	25 de octubre de 2007. DEX. 475
Localización	Comuna de Carahue, Región de La Araucanía
Superficie	10,30 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	La presencia de remanentes de bosque nativo caducifolio mezclados con individuos de araucaria (Araucaria araucana) e inmerso en un paisaje altamente modificado por la acción humana, le otorgan al predio un alto valor para la conservación y restauración que viabilice el desarrollo local a través del uso de productos forestales no maderables y proyectos de educación ambiental.

REGIÓN DE LOS RÍOS

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 19.572 ha*

Nombre	Reserva Nacional Mocho-Choshuenco
Fecha de creación Decreto	2 de marzo de 1994 D.S. 55 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comunas de Panguipulli y Frutrono, Provincia de Valdivia
Superficie	7.537 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La reserva comprende el área de los Volcanes Mocho, de 2.422 msnm, cuya última erupción fue en 1863, y el Choshuenco, de 2.415 m, que es una ruina volcánica de cumbre rocosa y fuerte pendiente que da origen a un glaciar en su ladera sur. En los faldeos se observa un bosque de tipo valdiviano que se extiende hasta aproximadamente 1.200 msnm. La flora de la Reserva está dominada por el bosque tipo selva valdiviana, bosque mixto húmedo, que cuenta con una enorme variedad de especies, destacando el coihue (*Nothofagus dombeyi*), el mañío (*Podocarpus nubigena*), el canelo (*Drimys winteri*), entre otros. Llegando al límite de la vegetación, se encuentran los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*). En la fauna destacan mamíferos como el puma (*Puma concolor*), el zorro gris y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*) y el pudú (*Pudu pudu*). La avifauna está representada por el cóndor (*Vultur gryphus*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*) y el traro (*Polyborus plancus*).

Nombre	Reserva Nacional Valdivia
Fecha de creación Decreto	28 de enero de 1983 D.S. 47 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Corral, Provincia de Valdivia
Superficie	9.727 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Existen dos unidades vegetacionales dentro del área, como el bosque laurifoliado de Valdivia y el bosque siempreverde. En el primero, podemos encontrar especies como el olivillo (*Aextoxicon punctatum*), el ulmo (*Eucryphia cordifolia*), la tepa (*Laurelia philippiana*), entre otras. En el bosque siempreverde podemos encontrar el alerce (*Fitzroya cupressoides*), el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), el mañío (*Podocarpus nubigena*) y el canelo (*Drimys winteri*). En la fauna podemos encontrar la güiña (*Oncefelis guigna*), el monito del monte (*Dromiciops gliroides*), el puma (*Puma concolor*), el pudú (*Pudu pudu*). La avifauna está representada por el carpintero negro (*campephilus magellanicus*), el peuquito (*Accipiter bicolor*) y la torcaza (*Columba araucana*).

Nombre	Monumento Natural Alerce Costero
Fecha de creación, Decreto	21 de enero de 1987 D.S. 19 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de La Unión, Provincia de Valdivia
Superficie	2.308 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La unidad está dividida en dos sectores: Chaihuín y Altos del Mirador. En los dos se presentan bosques de alerce (*Fitzroya cupressoides*), con lo cual esta categoría queda protegida. Existen especies de fauna asociadas a este bosque como el pudú (*Pudu pudu*), el monito del monte (*Dromiciops gliroides*), y avifauna como la bandurria (*Theristicus caudatus*), la torcaza (*Columba araucana*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), entre otros.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 4.877 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Carlos Andwanter
Fecha de creación Decreto	3 de junio de 1981 D.S. 2734 del Ministerio de Educación. El 27 de julio de 1981 declarado Sitio Ramsar
Localización	Comuna de Valdivia, Provincia de Valdivia
Superficie	4.877 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Es un humedal costero de tipo estuarino con influencia oceánica. Mantiene una importante colonia de cisnes de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), además de otras especies, tanto de aves, como de mamíferos. Los humedales concentran más del 1 por ciento de la población nacional de las tres especies de los géneros Áulica (*Cygnus aulica*), taguas (*Fulica cornuta*) y cisnes de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*).

SITIOS RAMSAR Superficie total: 4.877 ha

Nombre	Sitio RAMSAR Carlos Andwanter
Fecha Designación	27 de julio de 1981
Localización	Comuna de Valdivia, Provincia de Valdivia
Superficie	4.877 ha

* No considera el Parque Nacional Puyehue, incluido en el cuadro respectivo a la Región de Los Lagos.

Propietario	Ministerio de Bienes Nacionales
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Corresponde a humedal costero de tipo estuarino con influencia oceánica. Mantiene una importante colonia de aves y mamíferos. Los humedales concentran más del 1 por ciento de la población nacional de las tres especies de los géneros Áulica (*Cygnus Aulica*), taguas (*Fulica cornuta*) y cisnes de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*).

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 1.277,03 ha

Nombre	**Llancahue**
Fecha de creación, Decreto	30 de noviembre de 2005. DEX. 634
Localización	Comuna de Valdivia, Región de los Ríos
Superficie	1.277,03 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Universidad Austral
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio coincide con la cuenca del estero Llancahue. Presenta característica ecosistémicas de gran relevancia debido a la presencia de remanente de bosque siempreverde y bosque Laurifolio validiviano; presta servicios ecosistémicos para la ciudad de Valdivia a través de la captura y dotación de agua a ésta. El objetivo del proyecto de concesión es el desarrollo de investigación científica en servicios ecosistémicos y ciencias básicas, desarrollo social de la comunidad rural aledaña de escasos recursos.

Nombre	**Reserva de la Biosfera Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes***
Fecha de creación	18 de septiembre 2007
Decreto	Decisión del Consejo Internacional del Coordinación del Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la UNESCO
Localización	Región del Los Lagos y Región de los Ríos
Superficie	2.168.956 ha
Propietario	23% estatal (SNASPE) y 77% privada
Administración	A través de un Comité de Gestión, a constituir
Valor ecológico y/o patrimonial	Sección de la ecorregión valdiviana (WWF, 2006) que constituye un rico mosaico de sistemas ecológicos, con importantes gradientes latitudinales y altitudinales que se comprimen en una estrecha faja y dan origen a variadas condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas, y a una gran variabilidad de especies y procesos. De once subregiones biogeográficas identificadas para la ecorregión, esta reserva contiene cuatro de ellas: Bosques de Araucaria andina; Bosques de Nothofagus mixtos; Bosques de Alerces andinos, y Bosques del litoral de Aisén. Existen varias especies de coníferas que se encuentran en la lista de la Convención Internacional de Comercio de Especies Amenazadas (CITES) entre ellas *Fitzroya cupressoides*, *Araucaria araucana* y *Pilgerodendron uviferum*. Las dos primeras están declaradas monumento natural. La zona que comprende esta reserva fue incorporada en la lista de las 238 ecorregiones, de entre 800 en todo el mundo, donde se aloja la biodiversidad más extraordinaria y representativa del planeta (Dinerstein *et al*. 1995).

REGIÓN DE LOS LAGOS

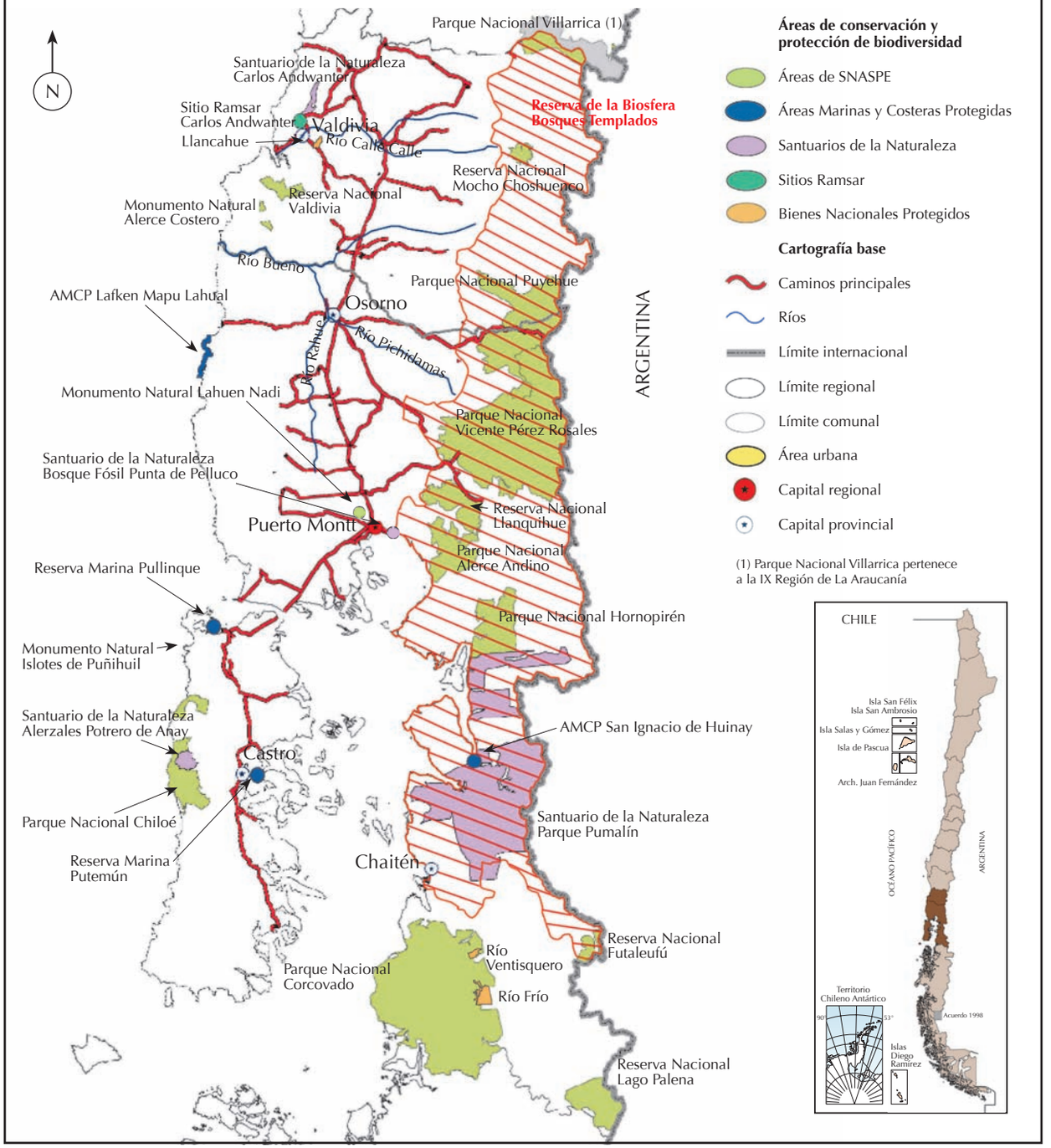
ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 796.609 ha

Nombre	**Parque Nacional Alerce Andino**
Fecha de creación Decreto	17 de noviembre de 1982 D.S. 735 del Ministerio de Bienes Nacionales. Originalmente se crea como Reserva Forestal Llanquihue
Localización	Comunas de Puerto Montt y Cochamo, Provincia de Llanquihue
Superficie	39.255 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta unidad cabe destacar la presencia de la conífera como es el caso del alerce (*Fitzroya cupressoide*), y otras especies como olivillo (*Aextoxicon punctatum*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y tepú (*Tepualia stipularis*), entre otros. Las especies de fauna más representativas son el monito del monte (*Dromiciops gliroides*), el pudú (*Pudu pudu*), la güiña (*Oncefelis guigna*) y el chinque (*Conepatus chinga*). La avifauna es abundante, siendo los más representativos los cisnes de cuello negro y coscoroba (*Cygnus melanocorypha y Coscoroba coscoroba*), el carpintero (*Campephilus magellanicus*), la cachaña (*Enicognathus ferruginosus*), el chucao (*Scelorchilus rebecula*), el huet huet (*Pteroptochos tarnii*), entre muchas otras.

* Al cierre de esta edición existen en Chile nueve reservas de la biosfera: Lauca, Fray Jorge, La Campana-Peñuelas, Juan Fernández, Araucarias, Bosques Templados, Laguna San Rafael, Torres del Paine y Cabo de Hornos. Esta última y Bosques Templados son las únicas cuyos límites exceden los de áreas protegidas administradas por CONAF y adscritas a otras figuras de protección (parques, reservas o monumentos). Por esa situación particular, en esta edición se consigna aparte la información referida a estas dos áreas.

REGIÓN DE LOS RÍOS / REGIÓN DE LOS LAGOS



Nombre	Parque Nacional Corcovado
Fecha de creación Decreto	7 de enero de 2005 D.S. 2 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Chaitén, Provincia de Palena
Superficie	209.624 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta área es donde los bosques templados lluviosos son más representativos, como son los siempreverdes de Puyuhuapi y matorrales caducifolios altomontanos. En estas zonas podemos encontrar especies de fauna como el huillín (*Lontra provocas*), la güiña (*Felis guigna*) el chungungo (*Lontra felina*) la becacina (*Gallinago paraguaiae*) y el puma (*Puma concolor*), entre otros.

Nombre	Parque Nacional Chiloé
Fecha de creación Decreto	17 de noviembre de 1982 D.S. 734 del Ministerio de Bienes Nacionales

Localización	Comuna de Castro, Provincia de Chiloé
Superficie	43.057 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta conformado por dos sectores denominados Cucao y Chepu, y por una isla ubicada frente al sector de Chepu, llamada Isla Metalqui. El Parque se ubica sobre una vertiente occidental de la cordillera de la Costa, que en la isla se denomina cordillera de Piuché, y en las planicies litorales. Las especies más representativas son el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), el mañío (*Podocarpus nubigena*), la luma (*Amomyrtus luma*), el maqui (*Aristotelia chilensis*), entre otras. En el bosque siempreverde destaca el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uvifera*), el tepú (*Tepualia stipularis*), el canelo (*Drimys winteri*), además de la presencia de alerce (*Fitzroya cupressoide*). De la fauna podemos mencionar a la güiña (*Felis guigna*), el huillín (*Lontra provocax*), el pudú (*Pudu pudu*), el zorro chilote (*Pseudalopex fulvipes*), entre otras. La avifauna es abundante, con especies como el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), la torcaza (*Columba araucana*), el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), el quetru volador (*Tachyeres patachonicus*), entre otras muchas.

Nombre	**Parque Nacional Hornopirén**
Fecha de creación Decreto	19 de octubre de 1988 D.S. 884 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comunas de Hualaihué y Cochamó, Provincias de Palena y Llanquihue, respectivamente
Superficie	48.232 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El Parque Nacional de Hornopirén está inserto en las regiones vegetacionales del bosque laurifolio, del bosque andino-patagónico y del bosque siempreverde y de las turberas. Esta unidad presenta una gran cantidad de asociaciones vegetacionales, siendo las especies más representativas el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) el mañío macho (*Podocarpus nubigena*), el ulmo (*Eucryphia cordifolia*), el tineo (*Weinmannia ticosperma*), el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el alerce (*Fitzroya cupressoides*). Entre la fauna podemos encontrar la güiña (*Oncefelis guigna*), el huillín (*Lontra provocax*), el pudú (*Pudu pudu*), el quique (*Galictis cuja*), el puma (*Puma concolor*), el chungungo (*Lontra felina*), los zorros chila y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*). La avifauna también es abundante y se observa la presencia de cisnes de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*), cóndores (*Vultur gryphus*), choroyes (*Enicognathus leptorhynchus*), carpinteros negros (*Campephilus magellanicus*), entre otros.

Nombre	**Parque Nacional Puyehue**
Fecha de creación Decreto	8 de abril de 1941 D.S. 374 del Ministerio de Tierras y Colonización. Originalmente con una superficie de 65.000 ha
Localización	Comunas de Río Bueno y Puyehue, Provincias de Valdivia y Osorno, respectivamente
Superficie	107.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El Parque Puyehue está inserto en las regiones vegetacionales del bosque laurifolio y del bosque andino-patagónico. Entre las especies más representativas se encuentran el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), el ciprés de las guaitecas (*Pilgerodrendron uvifera*), la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ulmo (*Eucryphia cordifolia*), la tepa (*Laurelia philippiana*), entre otras. De la avifauna encontramos especies como el cisne de cuello negro (*Cygnus malanocorypha*), la becasina (*Gallinago gallinago*), la torcaza (*Columba araucana*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), el pato rinconero (*Heteronetta atricapilla*), el halcón peregrino austral (*Falco peregrinus cassini*), entre otras especies.

Nombre	**Parque Nacional Vicente Pérez Rosales**
Fecha de creación Decreto	17 de agosto de 1926 D.S. 552 del Ministerio de Tierras y Colonización. Creado sobre parte de la Reserva Forestal Llanquihue preexistente
Localización	Comuna de Puerto Varas, Provincia de Llanquihue
Superficie	253.780 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En el Parque están insertos los bosques laurifolio, andino-patagónico y siempreverde y las turberas. Existen variadas especies predominates como el alerce (*Fitzroya cupressoides*), el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodrendron uvifera*). En la fauna del área podemos encontrar a la güiña (*Oncefelis guigna*), la comadrejita trompuda (*Rhyncholestes raphanurus*), el huillín (*Lontra provocax*), el quique (*Galictis cuja*), el huroncito (*Lyncodon patagonicus*), los zorros chilla y culpeo (*Pseudalopex griseus y P. culpaeus*). En las aves podemos encontrar el cisne de cuello negro (*Cygnus melancorypha*), la torcaza (*Columba araucana*), la garza cuca (*Ardea cocoi*), el huairavillo (*Ixobrychus involucris*), el aguilucho chico (*Buteo albigula*) y el pato cuchara (*Anas platalea*), entre muchas otras especies.

Nombre	**Reserva Nacional Futaleufú**
Fecha de creación Decreto	8 de septiembre de 1998 D.S. 602 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Futaleufú, Provincia de Palena
Superficie	12.065 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Fue creada para la protección de la especie forestal ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), ya que es la distribución más austral de esta especie y del huemul (*Hippocamelus bisulcus*), del que existen algunos grupos diseminados por el área.

Nombre	Reserva Nacional Lago Palena
Fecha de creación Decreto	26 de febrero de 1965 D.S. 159 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Palena, Provincia de Palena
Superficie	49.415 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Presenta especies como coihues de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), radal (*Lomatia hirsuta*), nirre (*Nothofagus antarctica*) y lenga (*Nothofagus pumilio*). Entre las especies de fauna características de esta región estan los mamíferos menores como el piche (*Euphractus pichiy*), el quirquincho patagónico (*Euphractus villosus*), el cuy chico (*Microcavia australis*) y la vizcacha del sur (*Lagidium wolffshni*), además del guanaco (*Lama guanacoe*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*). En la avifauna presente en la unidad encontramos el pitio (*Colaptes pitius*), el hued hued (*Pteroptochos tarnii*), el traro (*Poliborus plancus*) y el aguilicho (*Buteo polyosoma*).

Nombre	Reserva Nacional Llanquihue
Fecha de creación Decreto	17 de noviembre de 1982 D.S. 735 de Ministerio de Bienes Nacionales. Originalmente creada como Reserva Forestal
Localización	Comuna de Puerto Montt, Provincia de Llanquihue
Superficie	33.972 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Se extiende sobre un macizo montañoso andino, que se encuentra separado del resto de la cordillera de los Andes por el lago Chapo al sur, por el estuario Reloncaví al este y por el río Petrohué al noreste. Destaca el cono del volcán Calbuco con una altura de 2.015 msnm, el cual registra su última erupción en marzo de año 1961. La vegetación corresponde al tipo forestal siempreverde en el que destacan especies como tepas (*Laureliopsis philipiana*), mañíos (*Podocarpus nibigena*), coigües (*Nothofagus dombeyi*), tiacas (*Caldcluvia paniculata*) y lumas (*Amomyrtus luma*). En el estrato inferior predomina la quila (*Chusquea quila*). Entre los mamíferos se encuentran pumas (*Puma concolor*), güiñas (*Oncefelis guigna*), pudúes (*Pudu pudu*) y el gato montés (*Oreailirus jacobita*), entre otros. Entre las aves predominan los peucos (*Parabuteo unicinctus*), el hued hued (*Pteroptochos tarnii*) y el cóndor (*Vultur gryphus*).

Nombre	Monumento Natural Islotes de Puñihuil
Fecha de creación Decreto	28 de septiembre de 1999 D.S. 130 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Castro, Provincia de Chiloé
Superficie	9 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Lo conforman tres islotes rocosos de origen volcánico. El lugar es un verdadero paraíso silvestre con chungungos (*Lontra felina*), huillines (*Lontra provocax*), lobos marinos (*Otaria flavescens*), caiquenes (*Chloephaga picta*), carancas (*Chloephaga hybrida*), zarapitos (*Numenio* sp.), y fardelas (*Pterodroma* sp.), entre muchas otras especies. La importancia principal del Monumento Natural Islotes de Puñihuil es que durante generaciones ha sido la única parte del mundo en donde anidan dos especies de pingüinos juntas: el magallánico (*Spheniscus magallanicus*) y el de Humboldt (*Spheniscus humboldti*).

Nombre	Monumento Natural Lahuen Ñadi
Fecha de creación Decreto	10 de enero de 2000 D.S. 14 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Puerto Montt, Provincia de Llanquihue
Superficie	200 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En su interior se encuentra el predio El Rincón, zona de gran importancia por conservar una pequeña muestra de los bosques de alerce (*Fitzroya cupressoides*) del Valle Central, prácticamente extinguidos debido a la sobreexplotación. En el Monumento Nacional Lahuen Ñadi se encuentran ejemplares de alerces vivos de 1.000 años y de un diámetro que oscila entre los 30 y 60 cm y 50 m de altura.

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional: 307.545,41 ha

Nombre	Santuario de la Naturaleza Alerzales Potrero de Anay
Fecha de creación Decreto	1 de septiembre de 1976 D.S. 835 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Dalcahue, Provincia de Chiloé
Superficie	18.852,41 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su importancia está dada por sus características de flora y vegetación.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Bosque Fósil Punta de Pelluco
Fecha de creación Decreto	17 de enero de 1978 D.S. 48 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Puerto Montt, Provincia de Llanquihue
Superficie	4 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor ecológico y/o patrimonial	Su valor patrimonial destaca por ser un bosque alerzal fósil no petrificado y conservado en forma natural.

Nombre	Santuario de la Naturaleza Parque Pumalín
Fecha de creación Decreto	19 de agosto de 2005 D.S. 1137 del Ministerio de Educación
Localización	Comunas de Hualaihué, Chaitén y Cochamó, Provincias de Palena y Llanquihue
Superficie	288.689 ha
Propietario	Fundación Pumalín
Administración	Fundación Pumalín
Valor ecológico y/o patrimonial	Su importancia ecológica radica en la posibilidad de conservar ecosistemas de gran biodiversidad, permitiendo la evolución natural de los ecosistemas terrestres, lacustres y costeros. Conservación de bosques lluviosos templados latifoliados, únicos en el mundo y bajo fuerte presión por su uso y la protección de ecosistemas de fiordos. Destaca la presencia de importantes masas boscosas de alerce (*Fitzroya cupressoides*), con individuos milenarios, y la presencia del ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en su límite más austral. Cuenta con cinco de los doce tipos forestales de bosque nativo descritos para Chile. Se observa la presencia de especies de fauna como la comadrejita trompuda (*Rhyncholestes raphanurus*), el huillín (*Lontra provocax*), la güiña (*Oncefelis guigna*), el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), el puma (*Puma concolor*), el pudú (*Pudu pudu*), el quique (*Galictis cuja*), el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), la torcaza (*Patagioenas araucana*) y choroy (*Enicognatus leptorhynchus*). Cuenta con protección hídrica de al menos 12 cuencas de variados tamaños e importancia, desde sus inicios hasta sus desembocaduras.

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 7.382,41 ha

Nombre	Río Frío
Fecha de creación, Decreto	16 de diciembre de 2005. DEX. 663
Localización	Comuna de Chaitén, Región de Los Lagos
Superficie	5.961,70 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	La unidad protegida presenta formaciones boscosas Siempreverde de Puyuhuapi, Matorral Caducifolio Alto Montano y ecosistemas palustres de mallines y lagunas, lo que le otorga un alto valor paisajístico, el cual puede ser desarrollado turísticamente favoreciendo la participación de la comunidad local de Villa Santa Lucia.

Nombre	Río Ventisquero
Fecha de creación, Decreto	30 de noviembre de 2005. DEX. 635
Localización	Comuna de Chaitén, Región de Los Lagos
Superficie	1.420,71 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Constituye un área de gran valor para el turismo sustentable debido a la presencia de un cuerpo glaciar de fácil acceso considerando su emplazamiento latitudinal y altitudinal. Este cuerpo de hielo ha determinado históricamente las condiciones ambientales presenten en su entorno, posibilitando la existencia de formaciones de Matorral caducifolio Alto Montano, escasamente representado en el sistema de protección nacional.

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
AMCP Superficie total regional: 4.675,75 ha

Nombre	Área Marina y Costera Protegida San Ignacio de Huinay
Fecha de creación Decreto	8 de noviembre de 2001 D.S. 357 del Ministerio de Defensa
Localización	Comuna de Hualaihué, Provincia de Palena
Superficie	212 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Subsecretaría de Marina

Valor ecológico y/o patrimonial	La declaración de esta área corresponde a la necesidad de proteger los ecosistemas y hábitat naturales, así como lograr el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su ambiente natural para toda la zona materia de protección oficial. Esta AMCP tiene por finalidad establecer una modalidad de conservación *in situ* de la biodiversidad del sector. Se promueven sólo aquellas actividades de índole científica, ecológica, arqueológica, cultural y educativa.

Nombre	**Área Marina y Costera Protegida Lafken Mapu Lahual**
Fecha de creación Decreto	Año 2005 D.S. 517 del Ministerio de Defensa
Localización	Bahía Mansa, Comuna de Río Negro, Provincia de Osorno
Superficie	4.463,75 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Subsecretaría de Marina
Valor ecológico y/o patrimonial	El área abarca numerosos elementos que aseguran la conservación y representación adecuada de la biodiversidad marina del Pacífico templado sudoriental, constituida por áreas marinas, estuarinas y sectores terrestres prístinos de diversa geomormología. Las características físicas de la zona son variadas e incluyen diversidad de tipos de masas de agua oceánicas y costeras, surgencias y zonas de mezcla (incluidos estuarios); sustratos duros, blandos, rocosos y arenosos; ausencia de fuentes contaminates, impacto antrópico muy bajo y la presencia de bosque nativo templado y prístino, que alcanza hasta el borde del agua, todo lo cual le otorga un alto valor y significado al área de conservación propuesta. Las zonas estuarinas sirven como áreas de reproducción y crianza para numerosas especies, tales como el robalo (*Eleginops maclovinus*), el puye (*Galaxias maculatus*), la lisa (*Mugil cephalus*) y el pejerrey (*Austromenidia* sp.), y comunidades biológicas de aguas salobres como los bancos de choro zapato (*Choromytilus chorus*). En esta área propuesta se encuentra la colonia de anidacion más austral conocida del gaviotín sudamericano (*Sterna hirundinacea*) y especies protegidas por convenios internacionales como el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magenorhynchus australis*) y el lobo marino (*Otaria flavescens*). El área afectada involucra, en términos de población, a las comunidades de Maicolpué Sur, Caleta Hueylelhue y Caleta Cóndor, todas ellas comunidades indígenas de la etnia mapuche y huilliche, las cuales se verán beneficiadas por el turismo sustentable que esta área generará y que constituye un instrumento de rescate de su identidad etnocultural. Es parte del Proyecto GEF-Marino que crea la Red de Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos.

RESERVAS MARINAS Superficie total regional: 1.491 ha

Nombre	**Reserva Marina Pullinque**
Fecha de creación Decreto	31 de julio de 2003 D.S. 133 del Ministerio de Economía
Localización	Comuna de Ancud, Provincia de Chiloé
Superficie	740 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional del Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su protección se fundamenta en la necesidad de resguardar la especie nativa ostra chilena (*Tiostrea chilensis*). Debido al terremoto de 1960, el objetivo de conservación y propagación de la especie desde la ostricultura de Pullinque adquiere mayor relevancia, como resultado de la explotación ilegal y desaparición de muchos bancos naturales, siendo este uno de los últimos existentes para dicha especie.

Nombre	**Reserva Marina Putemún**
Fecha de creación Decreto	31 de julio de 2003 D.S. 134 del Ministerio de Economía
Localización	Comuna de Castro, Provincia de Chiloé
Superficie	751 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)
Valor ecológico y/o patrimonial	Su creación obedece a la necesidad de mantener, recuperar y potenciar el banco natural de la especie choro zapato (*Choromytilus chorus*) existente en la Reserva Genética ubicada en el sector de Putemún, con el objeto de preservar la citada especie, ya que como consecuencia del terremoto del año 1960, se produjeron importantes modificaciones en el sustrato de las zonas costeras e intermareales, que destruyeron los principales bancos de choro zapato de la zona. Esta también se ha visto amenazada por una intensa explotación ilegal de dicho recurso.

REGIÓN DE AISÉN

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

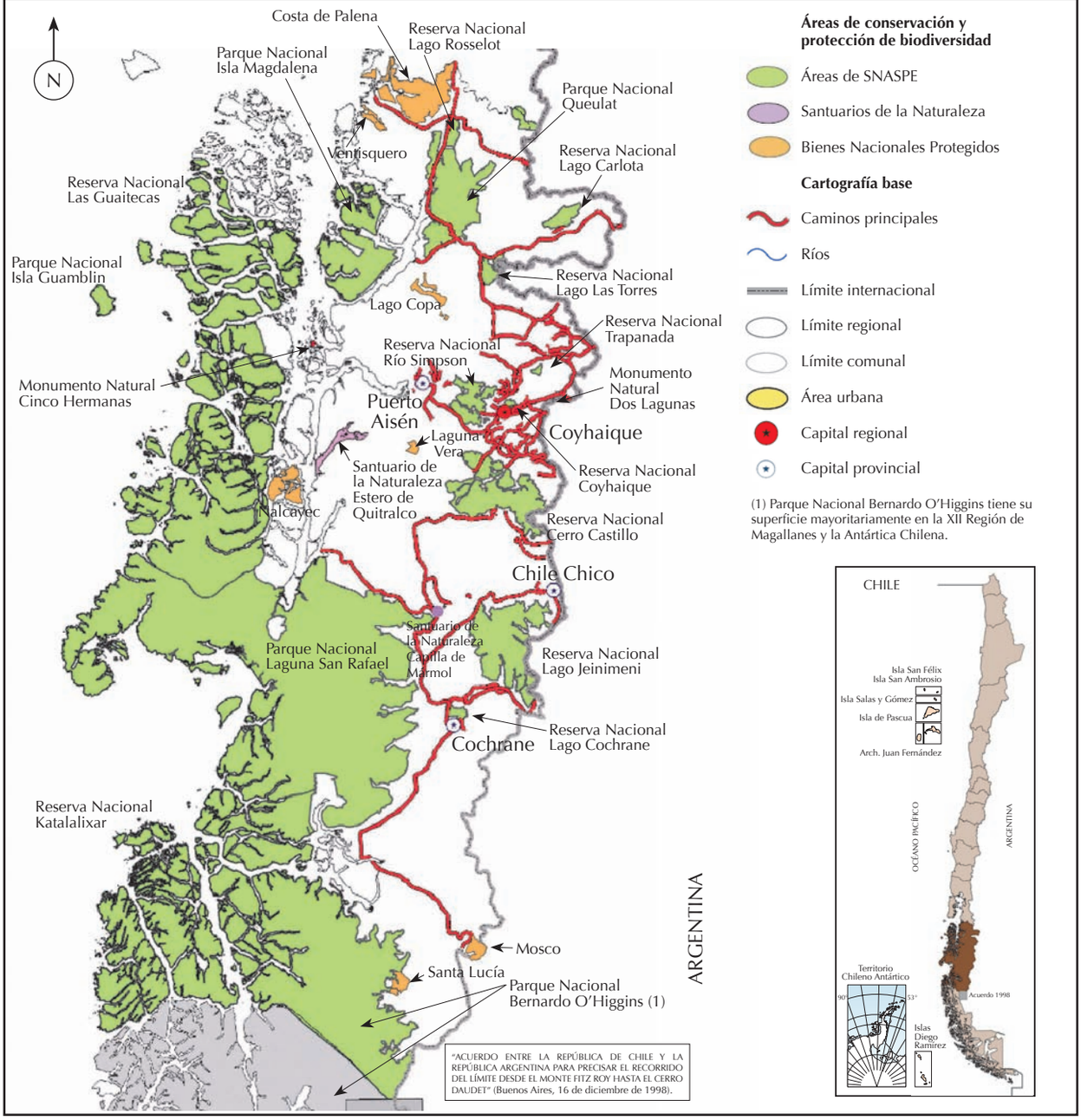
SNASPE Superficie total regional: 4.288.656 ha

Nombre	**Parque Nacional Laguna San Rafael**
Fecha de creación, Decreto	17 de junio de 1959 D.S. 475 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Aisén, Provincia de Aisén
Superficie	1.742.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Valor ecológico y/o patrimonial	Este parque es el más extenso de XI Región y el segundo más grande de Chile. Declarado Reserva Nacional de la Biosfera por la UNESCO. La gran variedad de ambientes permite la existencia de diversas especies de flora y fauna, muchas de las cuales sólo es posible observarlas en esta zona, numerosos ventisqueros como el San Rafael, San Quintín, Hueles y Steffens. Se pueden realizar actividades como montañismo, excursionismo, canotaje y camping; cuenta además con miradores para observar la fauna y flora del área.

Nombre	**Parque Nacional Isla Magdalena**
Fecha de creación Decreto	25 de mayo de 1983 D.S. 301 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Cisnes, Provincia de Aisén
Superficie	157.616 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El objetivo de esta reserva natural es proteger la avifauna del lugar como pingüinos, cormoranes (*Phalacrocorax* sp.), gaviotas (*Larus* sp.). En el lugar se encuentran una de las mayores pingüineras de Chile austral, cuya población se ha estimado en 60 mil parejas de pingüinos magallánicos (*Spheniscus magellanicus*), lo que constituye más del 95 por ciento de la biomasa avifaunística. En la isla más de 60 mil parejas de pingüinos vuelven a anidar año tras año en las mismas cuevas que construyen.

REGIÓN DE AISÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO



Nombre	Parque Nacional Isla Guamblin
Fecha de creación Decreto	1 de junio de 1967 D.S. 321 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Aisén, Provincia de Aisén
Superficie	10.625 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Las especies de vegetación características de esta unidad son el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodrendon uvifera*), el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). Algunas de las especies representantes de la fauna en esta zona son el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el hued hued (*Pteroptochos tarnii*), el huillín (*Lontra provocax*), el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), entre otras muchas.

Nombre	Parque Nacional Queulat
Fecha de creación Decreto	13 de octubre de 1983 D.S. 640 del Ministerio de Bienes Nacionales. Fue creada sobre los terrenos de las ex Reservas Forestales Río Cisne y Puyuhuapi
Localización	Comuna de Cisnes, Provincia de Aisén
Superficie	154.093 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El bosque caducifolio de Aisén es la formación dominante en esta unidad. Presenta especies como coihues de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), radal (*Lomatia hirsuta*), ñirre (*Nothofagus antarctica*) y lenga (*Nothofagus pumilio*). Entre las especies de fauna características de esta región se encuentran mamíferos menores como el piche (*Euphractus pichiy*), el quirquincho patagónico (*Euphractus villosus*), el cuy chico (*Microcavia australis*) y la vizcacha del sur (*Lagidium wolffshni*), además del guanaco (*Lama guanacoe*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*). La avifauna presente en la unidad incluye el pitío (*Colaptes pitius*), el hued hued (*Pteroptochos tarnii*), el traro (*Poliborus plancus*) y el aguilucho (*Buteo polyosoma*).

Nombre	Reserva Nacional Cerro Castillo
Fecha de creación Decreto	19 de junio de 1970 D.S. 201 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Coyhaique, Provincia de Coyhaique
Superficie	179.550 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El árbol nativo predominante de la reserva es la lenga (*Nothofagus pumilio*), que es posible encontrar formando bosques puros entre los 600 y los 1.200 msnm. Entre la fauna y avifauna que vive en ella, están los huemules (*Hippocamelus bisulcus*), los guanacos (*Lama guanacoe*), los zorros (*Pseudalopex* sp.), los pumas (*Puma concolor*), los cóndores (*Vultur gryphus*) y las cachañas (*Enicognathus ferrugineus*).

Nombre	Reserva Nacional Katalalixar
Fecha de creación Decreto	21 de diciembre de 1983 D.S. 780 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Tortel, Provincia Capitán Prat
Superficie	674.500 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta unidad podemos encontrar especies como el ciprés de las guaitecas (*Pilgerodrendon uvifera*), el coihue de Chiloé (*Nothofagus nitida*), y el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). Algunas de las especies presentes de la fauna en esta zona son el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el huillín (*Lontra provocax*), el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), entre otras muchas.

Nombre	Reserva Nacional Lago Rosselot
Fecha de creación Decreto	13 de octubre de 1983 D.S. 640 del Ministerio de Bienes Nacionales. Originalmente creado como Parque Nacional
Localización	Comuna de Cisnes, Provincia de Aisén
Superficie	12.725 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La vegetación predominante es el tipo siempreverde, donde destacan el coihue de Chiloé y magallánico (*Nothofagus nitida y N. betuloides*), el canelo (*Drimys winteri*), el notro (*Embothrium coccineum*) y el chilco (*Fuchsia magellanica*). Entre las especies de fauna, son comunes el zorro (*Pseudalpex culpaeus*), el coipo (*Myocastur coypus*), el pudú (*Pudu pudu*) y algunas especies introducidas como: la liebre (*Lepus capensis*) y el visón (*Mustela vison*). Entre las aves es posible observar el cóndor (*Vultur gryphus*), el martín pescador (*Ceryle torcuata*) y el chucao (*Scelorchilus rubecula*).

Nombre	Reserva Nacional Lago Las Torres
Fecha de creación Decreto	29 de septiembre de 1982 D.S. 632 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Lago Verde, Provincia de Coyhaique
Superficie	16.516 ha

Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La vegetacion predominante es el tipo siempreverde, donde destacan el coihue de Chiloé y magallánico (*Nothofagus nitida y N. betuloides*), y el canelo (*Drimys winteri*). Entre las especies de fauna, son comunes el zorro (*Pseudalpex culpaeus*), el coipo (*Myocastur coypus*), el pudú (*Pudu pudu*) y algunas especies introducidas como la liebre (*Lepus capensis*) y el visón (*Mustela vison*). Entre las aves es posible observar el cóndor (*Vultur gryphus*), el martín pescador (*Ceryle torcuata*) y chucao (*Scelorchilus rubecula*).

Nombre	**Reserva Nacional Lago Jeinimeni**
Fecha de creación Decreto	27 de agosto de 1998 D.S. 219 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comunas de Chile Chico y Cochrane, Provincias General Carrera y Capitán Prat, respectivamente
Superficie	161.100 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La formación dominante es la estepa patagónica de Aisén, en que las especies representativas son el vautro (*Bacharis patagonica*), el coirón (*Stipa neaei*), el coirón blanco (*Festuca pallescens*), el cadillo (*Acaena splendens*), el neneo (*Mulinum spinosum*) y la llareta (*Azorella incisa*); el bosque caducifolio de Aisén en el que predomina la lenga (*Nothofagus pumilio*), en las partes bajas y valles el ñirre (*Nothafogus antarctica*), el calafate (*Berberis buxifolia*) y el chaura (*Pernettya mucronata*); en los sectores más húmedos se encuentra el coigüe común (*Nothofagus Dombeyi*). Respecto de la fauna y avifauna, el grupo más abundante lo constituyen aves como el cóndor (*Vultur gryphus*), el águila (*Geranoaetus melanoleucus*), el cernícalo (*Falco sparverius*), el martín pescador (*Ceryle torcuata*), el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el zorzal (*Turdus falklandii*), el tordo (*Curaeus curaeus*) y la cachaña (*Enicognathus ferrugineus*). Entre los mamíferos es posible encontrar el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), el guanaco (*Lama guanicoe*), el zorro gris (*Pseudalopex griseus*), el piche (*Zaedyus pichiy*), el chingue patagónico (*Conepatus humboldti*) y el puma (*Felis concolor*), entre otros.

Nombre	**Reserva Nacional Lago Cochrane**
Fecha de creación Decreto	1 de junio de 1967 D.S. 327 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Cochrane, Provincia de Arturo Prat
Superficie	8.361 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Al interior de la reserva predomina el bosque caducifolio de Aisén, cuya especie representativa es la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ñirre (*Nothofagus antarctica*), el ciruelillo o notro (*Embotrium coccineum*) y especies arbustivas. También se encuentra el chucao (*Scelorchilus rubecula rubecula*) y grandes rapaces como el cóndor (*Vultur gryphus*). Sin embargo, lo más destacado es la existencia de dos de los mamíferos terrestres más grandes de Chile, como son el guanaco (*Lama guanicoe*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), siendo la reserva el área con mayor población conocida de este ciervo nativo. Otras especies posibles de observar son el puma (*Puma concolor*), el zorro gris (*Pseudalopex griseus*) y diversos roedores. Entre las aves es común observar el cóndor (*Vultur gryphus*) y el martín pescador (*Ceryle torcuato*).

Nombre	**Reserva Nacional Lago Carlota**
Fecha de creación Decreto	8 de junio de 1965 D.S. 391 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Lago Verde, Provincia de Coyhaique
Superficie	27.110 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La reserva está inserta en su totalidad en la región del bosque andino patagónico y, dentro de la subregión de las cordilleras patagónicas. En el contexto de la subregión, en la unidad está representada la formación vegetacional denominada bosque caducifolio de Aisén. Este tipo de bosque es muy homogéneo en su composición florística y estructura. Su dosel está ampliamente dominado por la lenga (*Nothofagus pumilio*), la que suele acompañarse de coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y en las partes más altas, de ñirre (*Nothofagus antarctica*).

Nombre	**Reserva Nacional Las Guaitecas**
Fecha de creación Decreto	28 de octubre de 1938 D.S. 2.612 de Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comuna de Cisnes, Provincia de Aisén
Superficie	1.097.975 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Las especies de vegetación características de esta unidad son el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodrendon uvifera*), el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). Algunas de las especies representantes de la fauna en esta zona son el chucao (*Scelorchilus rubecula*), el hued hued (*Pteroptochos tarnii*), el huillín (*Lontra provocax*) y el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), entre otras muchas.

Nombre	**Reserva Nacional Coyhaique**
Fecha de creación Decreto	13 mayo de 1948 D.S. 1.155 del Ministerio de Tierras y Colonizacion
Localización	Comuna de Coyhaique, Provincia de Coyhaique

Superficie	2.150 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El basamento geológico de la reserva consiste en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, propias de la Cordillera de los Andes. Existe, además, un importante aporte de cenizas volcánicas, las que, junto con el material proveniente de la intemperizacion de las rocas, han generado un suelo muy delgado en los lugares de pendientes fuertes y más gruesos en las partes bajas y fondos de valles. Gran parte de la vegetación de la Reserva consiste en plantaciones de especies exóticas como el pino contorta (*Pinus contorta*) y alerce europeo (*Larix decidua*), las que, entre otras especies forman un conjunto que corresponde a 717 ha, ubicadas de prefencia en las partes más bajas de la unidad.

Nombre	**Reserva Nacional Río Simpson**
Fecha de creación Decreto	1 de diciembre de 1999 D.S. 1.060 de Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Aisén, Provincia de Aisén
Superficie	41.621 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El bosque dominante corresponde al de la formación vegetacional siempreverde montano, cuyas especies representativas son el coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y la tepa (*Laureliopsis philipiana*). También se encuentran presentes las formaciones vegetacionales bosque caducifolio de Aisén y matorrales caducifolios altimontanos. Esta última se caracteriza por constituir el límite vegetacional arbóreo y por la forma achaparrada de las especies que lo componen, principalmente ñirre (*Nothofagus antarctica*) y lenga (*Nothofagus pumilio*). Respecto de la fauna, esta es numerosa y variada, distribuyéndose de acuerdo a los distintos hábitat. Es así como el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) se establece en el sector oriental, en zonas pedregosas y escarpadas; en cambio, el puma (*Puma concolor*) reside en lugares más protegidos por vegetación, en sectores de mediana altura, trepando a las altas cumbres en verano y bajando en invierno a las llanuras. Al interior, es frecuente el pudú (*Pudu pudu*), el zorro (*Pseudalopex culpaeus*), el coipo (*Myocastur coypus*), la güiña (*Oncefelis guigna*) y algunas especies introducidas como la liebre (*Lepus capensis*) y el visón (*Mustela vison*). Entre las aves se observa el cóndor (*Vultur gryphus*) y la cachaña (*Encognatus ferrugineus*).

Nombre	**Reserva Nacional Trapanada**
Fecha de creación Decreto	27 de agosto del 1992 D.S. 357 del Ministerio de Bienes Nacionales
Localización	Comuna de Coyhaique, Provincia de Coyhaique
Superficie	2.305 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	De acuerdo al estudio "La Vegetacion Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica", se clasifica a los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) presentes en la Reserva dentro de la region del bosque andino-patagónico, subregión de las cordilleras patagónicas y formación vegetal bosque caducifolio de Aisén. Esta formación se distribuye desde la Región de los Lagos, pero encuentra su mayor expresión en la Región de Aisén. Ha sido muy afectada por la intervención humana y sólo persiste en su condición original en sectores locales muy reducidos. Es relativamente homogénea en composición florística y en estructura.

Nombre	**Monumento Natural Cinco Hermanas**
Fecha de creación Decreto	13 de octubre de 1982 D.S. 160 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Aisén, Provincia de Aisén
Superficie	228 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Se compone de seis pequeñas islas. La vegetación característica corresponde a la de la formación vegetacional denominada bosque siempreverde de Puyuhuapi, en que las especies representativas son el canelo (*Drimys winteri*), el coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y la tepa (*Laurelia philippiana*). Respecto de la fauna, el grupo más común lo constituyen las aves, destacando las marinas como la gaviota (*Lareus dominicanus*), el cormorán (*Phalacrocorax olivaceus*) y el cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*); entre los mamíferos destaca el chungungo (*Lontra felina*) y el lobo marino común (*Otaria flavenses*).

Nombre	**Monumento Natural Dos Lagunas**
Fecha de creación Decreto	13 de octubre de 1982 D.S. 160 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Coyhaique, Provincia de Coyhaique
Superficie	181 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En el área habita una gran cantidad de aves silvestres, como el pato real (*Anas sibilatrix*) y el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*). En el sector se encuentran sitios de gran belleza escénica como son las lagunas El Toro y Escondida. La flora corresponde a aquella de un sector de transición, entre el bosque caducifolio de Aisén y la estepa patagónica; sin embargo, la formación vegetacional predominante corresponde al bosque caducifolio de Aisén, en la que las especies características son el ñirre (*Nothofagus antarctica*) y el pasto miel (*Holcus lanatus*).

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional terrestre: 50 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Capilla de Mármol**
Fecha de creación, Decreto	22 de junio de 1994 D.S. 281 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Río Ibáñez, Provincia General Carrera
Superficie	50 ha
Propietario	Ministerio de Bienes Nacionales
Administración	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)
Valor ecológico y/o patrimonial	En numerosos puntos del grupo de islas denominadas Panichini se pueden encontrar afloramientos de mármol, alcanzando su mayor valor escénico en el sector conocido como "Capilla de Mármol". Las características derivadas de las formaciones naturales y su entorno paisajístico le confieren un gran atractivo turístico de carácter nacional y único.

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 145.388,72 ha

Nombre	**Palena Costa**
Fecha de creación, Decreto	16 de noviembre de 2006. DEX. 390
Localización	Comuna de Cisnes, Región de Aisén
Superficie	80.694,52 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Fundación Trapananda
Valor Ecológico y/o Patrimonial	En la unidad protegida se encuentra inmersa una gran superficie de bosque nativo dominada por tres formaciones principales: Bosque siempreverde templado andino de *Nothofagus betuloides* y *Laureliopsis philippiana,* Bosque caducifolio templado-antiboreal andino de *Nothofagus pumilio* y *Maytenus disticha* y Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio y Ribes cucullatum*. Estas formaciones no han sido perturbadas por acción humana, lo que le otorga al predio la característica de una gran bóveda de almacenamiento de carbono, que permite la mantención de una gran cantidad de funciones y servicios ecosistémicos. En el área además habitan comunidades costeras cuyas actividades económicas están íntimamente relacionadas con los recursos marinos. El objetivo del proyecto de concesión es la evaluación del predio para la transacción de bonos de carbono, y, a partir de estos recursos generar proyectos de desarrollo comunal.

Nombre	**Bahía Mala**
Fecha de creación, Decreto	16 de noviembre de 2006. DEX. 387
Localización	Comuna de Cisnes, Región de Aisén
Superficie	7.307,19 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; Dugo Aventura S.A.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El área protegida presenta un alto valor para el desarrollo de actividades de turismo sustentable relacionadas con la observación de fauna marina, destacando la observación de tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*), ballena azul (*Balaenoptera musculus*), actividades de trekking hacia el volcán Melimoyú, y en menor medida, actividades de conservación asociadas al uso sustentable del bosque.

Nombre	**Lago Copa**
Fecha de creación, Decreto	Marzo 2008
Localización	Comuna de Cisnes, Región de Aisén
Superficie	11.583 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Fundación Wilderness
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio presenta formaciones de Bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio* y *Ribes cucullatum* altamente conservado, que permiten la protección de la cuenca y el aporte de nutrientes a los cuerpos de agua adyacentes. El objetivo del proyecto de concesión es la conservación de las áreas de bosque que permiten la protección y el flujo de materia orgánica al interfaz terrestre acuático de la cuenca y la creación de un área protegida que preste servicios de recreación y turismo en beneficio de la comunidad local y comunal.

Nombre	**La Ramona – Santa Lucía**
Fecha de creación, Decreto	16 de noviembre de 2006. DEX. 389
Localización	Comuna Villa O'Higgins, Región de Aisén
Superficie	9.324,36 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; Dugo Aventura S.A.

Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio destaca por su innumerable diversidad de paisajes y ecosistemas asociados al bosque y los glaciares Santa Lucía y Bravo. Estos poseen una enorme belleza escénica, debido a la complejidad de geoformas. Se destaca la presencia de formaciones de bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio* y *Berberis ilicifolia* y matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica* y *Empetrum rubrum*. El objetivo del proyecto de concesión es la conservación y el desarrollo de actividades turística de bajo impacto ligadas al trekking, montañismo y avistamiento de fauna.

Nombre	**Laguna Vera**
Fecha de creación, Decreto	16 de noviembre de 2006. DEX. 388
Localización	Comuna de Puerto Aisén
Superficie	3.228,67 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Fundación Nido de Cóndores
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio conserva formaciones de bosque siempreverde templado andino de Nothofagus betuloides y Chusquea macrostachya el cual se encuentra con baja representación en el sistema de áreas protegidas. En el predio se encuentran poblaciones de huemules (*Hippocamelus bisulccus*) y pumas (*Puma concolor*) los cuales están altamente amenazados debido a la destrucción de su hábitat y a la caza furtiva. El objetivo de la concesión es la conservación y el desarrollo de actividades de turismo de bajo impacto y educación ambiental.

Nombre	**Río Mosco**
Fecha de creación, Decreto	18 de agosto de 2006. DEX. 285
Localización	Comuna de Villa O'Higgins, Región de Aisén
Superficie	10.316,52 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El área protegida presenta un alto potencial turístico, debido la cercanía del glaciar Mosco, en el cual se pueden desarrollar actividades de trekking y moyntañismo. Presenta formaciones dominadas por bosque siempreverde templado costero de Nothofagus betuloides y Drimys winteri, y formaciones de pradera dominadas por juncáceas, ambas formaciones constituyen el hábitat de invierno y verano de una importante población de huemul (*Hippocamelus bisulccus*) existente en la cuenca.

Nombre	**Isla Simpson y Huemules**
Fecha de creación, Decreto	1 de marzo de 2007. DEX. 116
Localización	Comuna Puerto Aisén, Región de Aisén
Superficie	22.934,46 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Nalcayec S.A.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio contiene una de las mayores poblaciones de ciprés de las guaitecas (*Pligeroderon uvifera*). Presenta condiciones naturales para el desarrollo de múltiples actividades de turismo relacionadas con la navegación, observación de fauna entre otras. El objetivo de la concesión es la conservación y el desarrollo de actividades de turismo sustentable.

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS

SANTUARIOS DE LA NATURALEZA Superficie total regional marino-costera: 17.600 ha

Nombre	**Santuario de la Naturaleza Estero Quitralco**
Fecha de creación Decreto	7 de noviembre de 1996 D.S. 600 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Aisén, Provincia de Aisén
Superficie	17.600 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Sin información disponible
Valor ecológico y/o patrimonial	La relevancia de su protección la constituyen las especies de fauna y avifauna y el valor paisajístico, que se traduce en un importante atractivo turístico de la zona. Existen una serie de especies de fauna y avifauna, como la garza cuca (*Ardea cocoi*), el gallo huillín (*Campephilus magellanicos*), el pato lile (*Phalacrocorax gaimardi*), el pato vapor (*Tachyeres pteneres*) y, ocasionalmente, toninas (*Cephalorhynchus commersoni*) y cetáceos, para quienes es vital la conservación de su ecosistema. De igual forma, la preservación del paisaje del estero, islas y borde costero, junto a la flora y fauna de varios afloramientos termales, constituyen atractivos turísticos de proyección para la investigación básica y aplicada e impulso de actividades de producción de recursos hidrobiológicos en el marco de la normativa ambiental vigente y conservación del ecosistema.

REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA

ÁREAS PROTEGIDAS TERRESTRES

SNASPE Superficie total regional: 7.581.753 ha

Nombre	Parque Nacional Alberto de Agostini
Fecha de creación Decreto	22 de enero de 1965 D.S. 80 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Navarino, Provincia de Antártica Chilena
Superficie	1.460.000 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Es el tercer parque más grande del país. Tiene un gran número de glaciares y ventisqueros que se descuelgan por las laderas de sus montañas hacia los distintos fiordos, senos y canales. Se encuentran en la zona diversas especies, como lobos marinos (*Otaria flovescens*) y nutrias de mar o chungungo (*Lontra felina*). Llama la atención su exuberante vegetación, compuesta esencialmente de coigües (*Nothofagus dombeyi*), canelos (*Drimys winteri*) y escarpados fiordos. Al interior de la cordillera de Darwin podemos encontrar una colonia de elefantes marinos (*Mirounga leonina*). Además, se encuentra el glaciar de Angostini, que está protegido en sus costados por altas barreras de montañas y donde se puede desembarcar sobre los hielos y la pampa Guanaco, donde frecuentemente se encuentran manadas de esta especie (*Lama guanicoe*).

Nombre	Parque Nacional Bernardo O'Higgins
Fecha de creación Decreto	22 de julio de 1969 D.S. 264 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza y comunas de Tortel y O'Higgins, Provincia de Capitán Prat, XI Región
Superficie	3.525.901 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Está rodeado por los Parques Nacionales Laguna San Rafael, Los Glaciares (Argentina) y Torres del Paine, y las Reservas Nacionales Alacalufes y Katalalixar. Es el Parque Nacional más grande del país. Sin duda, una de sus principales atracciones es el glaciar Pío XI, del que se desprenden bloques de hielo de aproximadamente 30 pisos. El murallón que forma es de aproximadamente 75 metros de altura y al caer forma olas de más de diez metros de altura.

Nombre	Parque Nacional Cabo de Hornos
Fecha de creación Decreto	26 de abril de 1945 D.S. 995 del Ministerio de Tierras y Colonización
Localización	Comuna de Navarino, Provincia de Magallanes y Antártica Chilena
Superficie	63.093 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Comprende el grupo de las islas Wollaston y el grupo de islas Hermite, en el extremo sur del continente americano, con una altitud que no sobrepasa los 220 metros, excepto el cerro Pirámide, ubicado en el Cabo de Hornos (406 metros). En cuanto a su vegetación, esta se caracteriza por ser de tipo bajo y denso, con predominio de turbales. Además el bosque se caracteriza por la presencia de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y canelo (*Drimys winteri*), con pequeños sectores donde se encuentra leña dura (Maytenus magellanica) y ñirre (*Nothofagus antarctica*). Por otra parte, el Parque es hábitat de un importante número de mamíferos marinos y aves marinas.

Nombre	Parque Nacional Pali Aike
Fecha de creación Decreto	23 de octubre de 1970 D.S. 378 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de San Gregorio, Provincia de Magallanes
Superficie	5.030 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Los terrenos del Parque corresponden a un extenso campo volcánico, activo desde el Plioceno hasta nuestros días. En el Parque se pueden diferenciar tres eventos volcánicos posteriores a la última glaciacion, el primero de los cuales generó lahares, en tanto que los dos eventos más recientes generaron conos, lavas y extensos escoriales. Al parecer, el último episodio volcánico, ocurrido hace menos de 15.000 años, dio origen al Cerro Diablo, ubicado en el límite del Parque con la República Argentina. El Parque está inserto en su totalidad en el matorral y la estepa patagónica y, dentro de ésta, en la formación vegetacional de la estepa patagónica de Magallanes, caracterizada por precipitaciones inferiores a los 500 mm anuales, lo que determina un paisaje vegetal de arbustos, hierbas cespitosas y gramineas en champas, donde predominan variadas especies de coirones.

Nombre	Parque Nacional Torres del Paine
Fecha de creación Decreto	13 de mayo de 1959 D.S. 383 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Torres del Paine, Provincia de Última Esperanza
Superficie	181.229 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Valor ecológico y/o patrimonial	El área del parque está cubierto por un complejo sedimentario de elementos como pizarra oscura, arenisca, arenisca calcárea, caliza y margas, que se alternan comúnmente en capas delgadas. Las rocas más antiguas de la unidad están expuestas en la zona del Cerro Zapata y el Lago Pingo y corresponden al período del Jurásico superior, mientras las rocas sedimentarias, más jóvenes, corresponden al período del Cretácico superior, que se remonta a aproximadamnte 60 millones de años. También están presentes tres regiones ecológicas: la del bosque andino patagónico, con la formación vegetacional del bosque caducifolio de Magallanes, la del bosque siempreverde y de las turberas, con la formación vegetacional del matorral periglaciar, y la del matorral y de la estepa patagónica, con la formación vegetacional de la estepa patagónica de Magallanes.

Nombre	**Reserva Nacional Alacalufes**
Fecha de creación Decreto	22 de julio de 1969 D.S. 263 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Puerto Natales, Provincias de Última Esperanza
Superficie	2.313.875 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La vegetación está compuesta por herbazales costeros, matorrales costeros, formaciones de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y turbales (*Fitzroya cupressoides*). Los principales exponentes son la lenga (*Nothofagus pumilio*), el ñirre (*Nothofagus antarctica*), el canelo (*Drimys winteri*) y el ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uvifera*), mientras que la fauna la compone una gran variedad de aves y mamíferos, destacando la fauna marina, compuesta por el delfín austral (*Lagenorhynchus cruciger*), los lobos de mar (*Otaria byronia*) y las ballenas.

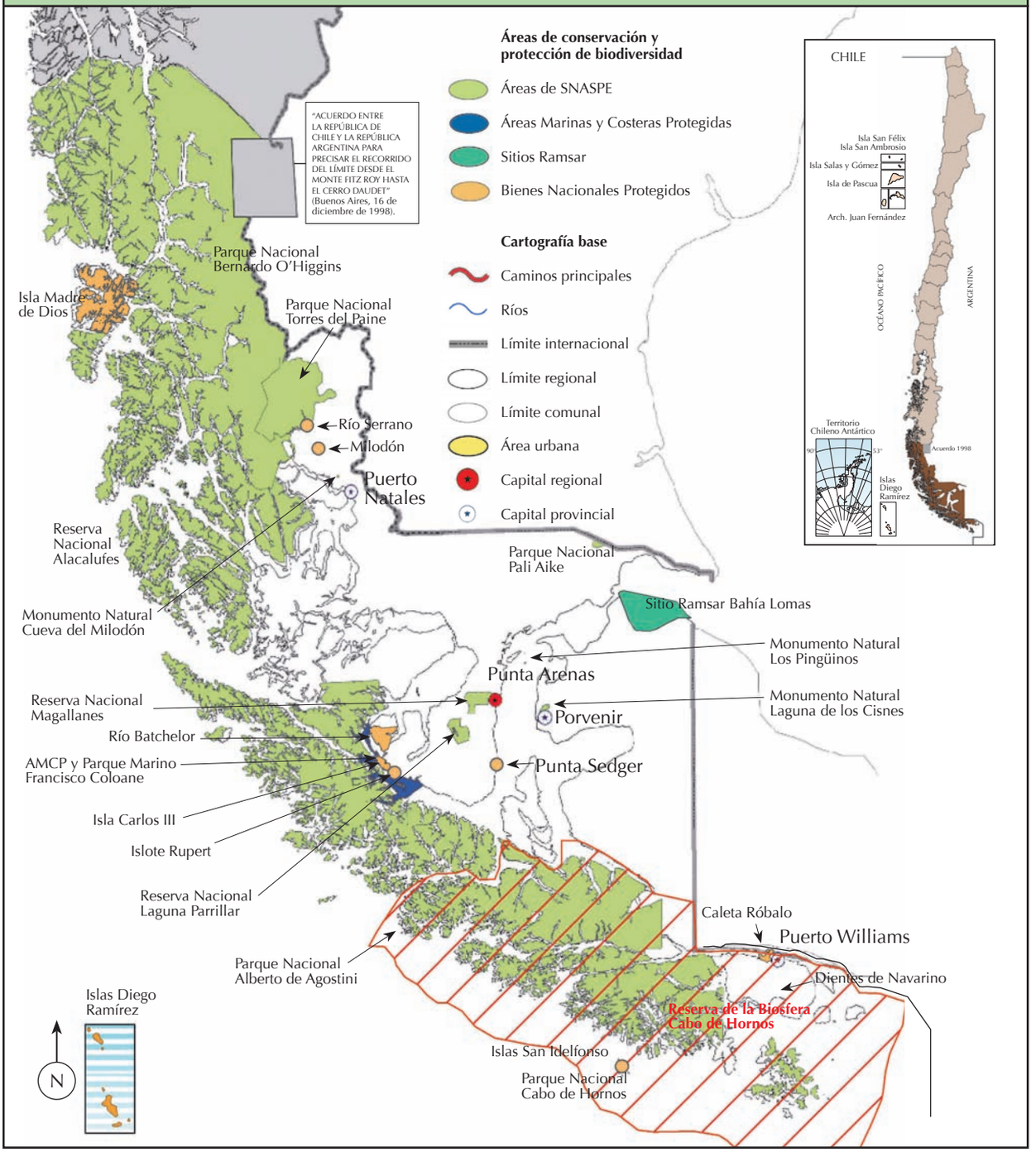
Nombre	**Reserva Nacional Laguna Parrillar**
Fecha de creación Decreto	19 de abril de 1971 D.S. 148 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Punta Arenas, Provincia de Magallanes
Superficie	18.814 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La reserva se ubica en el sector oeste del geosinclinal de Magallanes con predominio de formaciones sedimentarias del Cretácico superior, y algunos fósiles marinos de dicho período. Sobre estas formaciones sedimentarias, se sobreponen complejos arcillosos. Existen abundantes mantos de carbón que han sido explotados desde mediados del siglo XIX. De acuerdo a las condiciones microclimáticas, de exposición y de suelos, en la reserva podemos encontrar comunidades vegetacionales como la lenga (*Nothofagus pumilio*).

Nombre	**Reserva Nacional Magallanes**
Fecha de creación Decreto	13 de febrero de 1932 D.S. 1.093 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Punta Arenas, Provincia de Magallanes
Superficie	13.500 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	La reserva se ubica en el sector suroeste de la cuenca sedimentaria de Magallanes, con predominio de formaciones del Cretácico superior. Esta cuenca se asienta sobre rocas metamórficas, probablemente precámbricas. Sobre estas formaciones sedimentarias se sobreponen complejos arcillosos, según las condiciones microclimáticas de exposicion y de suelo. En la Reserva se pueden encontrar tres comunidades vegetacionales: el bosque magallánico caducifolio, el bosque magallánico mixto y los turbales.

Nombre	**Monumento Natural Cueva del Milodón**
Fecha de creación Decreto	2 de enero de 1968 D.S. 138 del Ministerio de Educación
Localización	Comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza
Superficie	189 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	En esta unidad podemos encontrar el bosque magallanico deciduo, el cual está dominado por lenga (*Nothofagus pumilio*), ñirre (*Nothofagus antarctica*) y coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), además de los matorrales característicos de la pampa patagónica. Existen especies de mamíferos como el puma (*Puma concolor*) y los zorros culpeo y chilla (*Pseudalopex culpaeus y P. griseus*). Existe evidencia paleontológica sobre la existencia de varias especies extintas que vivieron en esa zona de país, como el milodón (*Milodon darwini*) y el jaguar (*Panthera onca mesembrina*).

Nombre	**Monumento Natural Laguna de Los Cisnes**
Fecha de creación, Decreto	13 de octubre de 1982 D.S. 160 de Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Porvenir, Provincia de Tierra del Fuego
Superficie	25 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	Existen colonias de flamencos (*Phoenicopteridae* sp.) y otras aves como cisnes de cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*) y cisnes coscoroba (*Coscoroba coscoroba*).

REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA



Nombre	Monumento Natural Los Pingüinos
Fecha de creación, Decreto	22 de agosto de 1966 D.S. 160 del Ministerio de Agricultura
Localización	Comuna de Punta Arenas, Provincia de Magallanes
Superficie	97 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El monumento está conformado por dos islas: Magdalena y Marta, las que se encuentran ubicadas en el estrecho de Magallanes. Las condiciones de aislamiento, la falta de mamíferos depredadores, y la abundancia de alimentación que provee el mar circundante, han hecho de estas islas, lugares de preferencia para el establecimiento de colonias de nidificación de siete especies de aves: el pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*); tres especies de cormoranes, el de las Malvinas (*Phalacrocorax albiventer*), el de las Rocas (*P. magellanicus*) y el Imperial (*P. atriceps*); dos especies de gaviotas, la común o dominicana (*Larus dominicanus*) y la austral (*L. scoresbii*). Existen además, en Isla Marta, colonias de reproducción de lobos de mar, tanto de lobo marino de un pelo (*Otaria byronia*) como de lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), los que también llegan a Isla Magdalena, pero sólo como zona de descanso.

BIENES NACIONALES PROTEGIDOS Superficie total regional: 169.980,23 ha

Nombre	**Islote Ruppert**
Fecha de creación, Decreto	4 de agosto de 2006 DEX. 275
Localización	Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes
Superficie	46,93 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio contiene formaciones de bosque que constituyen el hábitat de nidificación de pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y Skúa (*Catharacta lonnbergi*), y ofrece hábitat para un importante ensamble de especies de aves y mamíferos marinos asociados. Estos atributos le otorgan al predio la condición de laboratorio natural. El área forma parte de un ecosistema mayor en el cual se desarrollan innumerables procesos biológicos de ocurrencia en la interfaz costera. Este predio cumple una funcionalidad de gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero.

Nombre	**Río Batchelor**
Fecha de creación, Decreto	4 de agosto de 2006. DEX. 272
Localización	Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes
Superficie	24.124,43 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El predio conserva formaciones vegetacionales que incluye maitén enano (*Maytenus disticha*) los que proveen hábitat para una diversa comunidad de especies de fauna, dentro de las que destacan poblaciones de huemules, puma, huillin y chungungo. Destaca además la compleja matriz de elementos geográficos y climáticos los que favorecen la existencia de lagos, lagunas y numerosos ríos favoreciendo actividades de ecoturismo en el futuro. Este predio cumple una funcionalidad de gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero.

Nombre	**Isla Carlos III**
Fecha de creación, Decreto	16 de diciembre de 2005. DEX. 662
Localización	Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes
Superficie	6.482,19 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; WhaleSound S.A.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio presenta una gran relevancia para la conservación de procesos ecosistémicos que se dan en el interfaz marino-costero. La presencia de surgencias marinas genera una alta disponibilidad de alimento para las especies vinculadas al ecosistema marino-costero, lo que permite que este lugar contenga una gran abundancia y riquezas de especies, destacando lobo marino común (*Otaria flavescens*) y lobo fino (*Arctocephalus australis*); sitios de nidificación y descanso de colonias de cormorán de las rocas (*Phalacrocorax magellanicus*), cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*), cormorán de las Malvinas (*Phalacrocorax albiventer*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). El predio protegido ofrece para algunas de estas especies hábitat de refugio, alimentación y reproducción. El objetivo de la concesión es el desarrollo de ciencia básica asociada al ecosistema terrestre marino, y actividad de turismo científico.

Nombre	**Caleta Róbalo**
Fecha de creación, Decreto	6 de diciembre de 2005. DEX. 644
Localización	Comuna de Navarino
Superficie	405,91 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Fundación Omora
Valor Ecológico y/o Patrimonial	El área protegida contiene formaciones vegetacionales de Bosque Siempreverde Templado Costero y Matorral templado Antiboreal Andino; esta última formación se encuentra bajamente representada en el sistema de áreas protegidas. Presenta un alto valor biocultural debido a la existencia de comunidades indígenas y a un entorno natural de alta riqueza, como el bosque de brióphytas, hepáticas y anthoceros, lo que ha concitado un gran interés por parte de la comunidad científica tanto nacional como internacional. El objetivo de la concesión es el desarrollo de actividad científica, conservación y educación ambiental.

Nombre	**Milodón**
Fecha de creación, Decreto	31 de enero de 2007. DEX. 064
Localización	Comunas de Puerto Natales y Torres del Paine, Región de Magallanes
Superficie	74 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; próxima licitación para su administración mediante concesión.

Valor Ecológico y/o Patrimonial	La unidad presenta una rica diversidad de paisajes que incluyen formaciones de estepas, bosques magallánicos, montañas, ríos y lagunas formadas por los deshielos de los glaciares. De gran interés la existencia de Bosque Caducifolio Antiboreal Andino de *Nothofagus pumilio* y *Chiliotrichum diffudum* formación vegetacional que se encuentra escasamente protegida en el sistema de área protegías. El objetivo de la futura concesión es la conservación y desarrollo de turismo ligado a la actividad de trekking.

Nombre	**Dientes de Navarino**
Fecha de creación, Decreto	29 de diciembre de 2006. DEX. 468
Localización	Comuna de Cabo de Hornos, Región de Magallanes
Superficie	5.196,24 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; próxima licitación para su administración mediante concesión.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Esta unidad destaca por su enorme valor turístico y paisajístico. En ella se encuentran formaciones de granito reconocidas mundialmente, y en cuyas laderas se observan lagos y lagunas escondidas. El área protegida, contiene formaciones de Matorral Templado Antiboreal Andino de *Bolax gumífera* y *Azorella selago* y del Desierto Antiboreal Andino de *Nassauvia pygmaea* y *Nassauvia lagascae* que constituyen el hábitat de una rica avifauna. El objetivo de la futura concesión es la conservación y desarrollo de turismo ligado a la actividad de trekking.

Nombre	**Punta Sedger**
Fecha de creación, Decreto	5 diciembre de 2006. DEX. 423
Localización	Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes
Superficie	14,52 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Unión de Ornitólogos de Chile
Valor Ecológico y/o Patrimonial	En el predio se ha registrado la presencia canquén colorado (*Chloëphaga rubidiceps*), considerándose como zona de anidamiento de esta especie,, incluida en el Apéndice I de la Convención de Especies Migratorias (CMS) debido a la condición de especie migratoria y a la alta amenaza en que se encuentran sus poblaciones. El objetivo del proyecto de concesión es la conservación.

Nombre	**Cabo Froward**
Fecha de creación, Decreto	29 de diciembre de 2006 DEX. 467
Localización	Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes
Superficie	9.888,54 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales; Sociedad Marítima Cabo Froward Ltda.
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Este predio fiscal tiene un alto interés turístico debido a que es el punto más austral de la masa continental de América del Sur, y área de recreación de la comunidad de Punta Arenas. Desde el punto de vista de la conservación, esta unidad contiene las poblaciones más australes de huemules y pumas, especies fuertemente amenazadas en la región. A su vez el área se ha descrito como punto de arribo al continente del castor (*Castor canadensis*), especie altamente dañina para los ecosistemas nativos, registrándose su presencia al interior de la unidad. El objetivo de la concesión es la conservación y el desarrollo de turismo de avistamiento de fauna, trekking y navegación.

Nombre	**Isla Madre de Dios**
Fecha de creación, Decreto	26 de noviembre de 2007. DEX. 480
Localización	Comuna de Puerto Natales, Región de Magallanes
Superficie	123.668,30 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Esta unidad de conservación posee suelos constituidos por un manto calcáreo, que ha sido eternamente modelado por las aguas y la fuerza del viento, produciendo un sinnúmero de cuevas de gran profundidad, entre la que se encuentra la mayor sima de Chile de 376 metros bajo el nivel del mar. En las profundidades abisales se encuentran ecosistemas constituidos entre otras especies por invertebrados acuáticos, microorganismos e insectos de reciente descubrimiento por la ciencia. El área posee evidencias arqueologías de las comunidades Kawésqar, que son de gran importancia puesto que las cavernas fueron utilizadas como refugios, sepulturas y pinturas rupestres, estas últimas son las primeras halladas bajo tierra en Chile.

Nombre	**Islas Diego Ramírez**
Fecha de creación, Decreto	28 de diciembre de 2007. DEX. 665
Localización	Comuna de Cabo de Hornos, Región de Magallanes
Superficie	79,17 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales

Valor Ecológico y/o Patrimonial	Lugar de nidificación de aves antárticas y subantárticas, como el albatros de ceja negra, (*Talassarche Melanopris*) albatros de cabeza gris (*Talassarche chrysostoma*) y pingüino macaroni (*Eudyptes chrysolophus*).

Nombre	**Islas San Idelfonso**
Fecha de creación, Decreto	28 de diciembre de 20007. DEX. 666
Localización	Comuna de Cabo de Hornos, Región de Magallanes
Superficie	37,55 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración/ Concesión	Ministerio de Bienes Nacionales
Valor Ecológico y/o Patrimonial	Esta unidad tiene un alto valor para la conservación de aves antárticas y subantárticas, siendo el área de nidificación de aves como el pingüino macaroni (*Eudyptes chrysolophus*).

ÁREAS PROTEGIDAS MARINO-COSTERAS
AMCP Superficie total regional: 67.197 ha

Nombre	**Área Marina y Costera Protegida y Parque Marino Francisco Coloane**
Fecha de creación, Decreto	5 de agosto de 2003 D.S. 276 del Ministerio de Defensa
Localización	Comuna de Punta Arenas, Provincia de Magallanes
Superficie	65.691 ha, en tanto figura de AMCP y 1.503 ha de Parque Marino
Propietario	Estado de Chile
Administración	Subsecretaría de Marina y Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
Valor ecológico y/o patrimonial	Esta AMCP es representativa de sistemas ecológicos de importancia global y regional, existiendo una variada diversidad biológica de vertebrados acuáticos. Es el único sitio de alimentación de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) que se localiza fuera de las aguas antárticas. Asimismo, tanto su hábitat marino como terrestre destaca por sus interesantes atributos paisajísticos y culturales, que, junto con la existencia de múltiples ecosistemas, una gran variedad biológica, la localización de sitios de reproducción y de alimentación de vertebrados acuáticos, le otorgan un alto valor científico y turístico. En esta misma área, se ubica una colonia reproductiva de pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*), siendo el islote Rupert un sector que puede constituirse como una futura Reserva Genética para las poblaciones residentes de esta especie en la zona austral de Chile y, a su vez, ser utilizada como sitio de monitoreo de cambios poblacionales de las mismas. También se ubica en este sector una importante colonia de lobo marino común (*Otaria flavescens*) residente habitual de la Región, que, por su bajo nivel poblacional y reproductivo, requiere ser objeto de protección. Esta AMCP se enmarca en el Proyecto GEF-Marino y formará parte de la creación a lo largo de la costa chilena de áreas bajo protección oficial.

SITIOS RAMSAR Superficie total: 58.946. ha

Nombre	**Sitio Ramsar Bahía Lomas**
Fecha Designación	6 de diciembre de 2004. Corresponde al segundo sitio Ramsar más austral del mundo
Localización	Comuna de Primavera, Provincia de Tierra del Fuego
Superficie	58.946 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Valor ecológico y/o patrimonial	El sitio es el único ejemplo de un humedal costero en la región biogeográfica. En el sitio se describe avifauna como el chorlo de Magallanes (*Pluvianellus socialis*), el cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*). Bahía Lomas juega un importante rol como sitio de alimentación de aves migratorias. Respecto al valor ecológico, la flora del sitio comprende estepa típica, como coirón blanco (*Festuca pallescens*), coirón (*F. gracillima*), mata verde (*Lepidophyllum cupressiforme*), entre *otras*. En la bahía también hospedan 13 especies de mamíferos, 108 especies de aves y una especie de reptil. Se describen las siguientes especies: conejo común o europeo (*Oryctolagus cuniculus*), visón (*Mustela vison*), zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), rata almizclera (*Ondatra zibethica*) y castor canadiense (*Castor canadensis*). Los cetáceos superiores frecuentemente tienen varamientos en la planicie, con un récord de 21 especies, entre ellas, el calderón común o la ballena piloto (*Globicephala melaeana*), la orca negra (*Pseudorca crassidens*) y un espécimen de delfín del Antártico (*Lagenorhynchus cruciger*).

Nombre	**Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos***
Fecha de creación	29 de junio del 2005 Resolución de la Red Mundial de Reservas de Biosferas del Programa "El Hombre y la Biosfera" (MAB) de la UNESCO, a solicitud del Ministerio de Relaciones Exteriores y Ministerio de Educación Chilenos.
Superficie	2.967.036 ha
Propietario	Estado de Chile
Administración	Por definir
Valor ecológico y/o patrimonial	Es una zona marina muy amplia con diversas especies de mamíferos marinos, además de vestigios de la cultura Yámana.

* Al cierre de esta edición existen en Chile nueve reservas de la biosfera: Lauca, Fray Jorge, La Campana-Peñuelas, Juan Fernández, Araucarias, Bosques Templados, Laguna San Rafael, Torres del Paine y Cabo de Hornos. Esta última y Bosques Templados son las únicas cuyos límites exceden los de áreas protegidas administradas por CONAF y adscritas a otras figuras de protección (parques, reservas o monumentos). Por esa situación particular, en esta edición se consigna aparte la información referida a estas dos áreas.



Bibliografía

Compendio Decretos Supremos Relativos a Áreas Silvestres Protegidas del Estado, 1993, Gerencia Técnica CONAF.

Colección de Fichas Técnicas Antecedentes sobre Áreas Silvestres Protegidas Regionales -CONAF 2001 – 2005. CONAF.

Compendio Conocer Chile Región por Región. Autor Iván Benoit Contesse, 2001, Diario La Tercera.

Reglamento Ley de Caza D.S. 05/01/98

Cubierta Cartográfica SNASPE 2005 – CONAF.

Sitio Web CONAF www.conaf.cl, www.sinia.cl

Decretos Santuarios de la Naturaleza MINEDUC – Consejo de Monumentos Nacionales.

Sitio Web: www.monumentos.cl

Decretos Supremos de AMCP

Decretos y Fichas Técnicas Reservas Marinas: SERNAPESCA.

Sitio Web: http://www.ramsar.org/

Conhttp://www.wetlands.org/RSDB/default.htm

Listado Sitios Ramsar Consolidado por CONAMA – Departamento de Protección de Recursos Naturales.

Información consolidada y editada por el Departamento de Protección de Recursos Naturales – CONAMA.

Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en inmersión exhibiendo su aleta caudal. Dentro del turismo de naturaleza, Chile se puede transformar en un destino a nivel internacional en avistamiento de ballenas, como lo es hoy día en materia de pájaros. Efectivamente, con la moratoria en la caza de las ballenas, las apariciones son más frecuentes; nuestra costa es pasadizo de migraciones de distintas especies de ballenas que vienen desde las zonas cálidas hasta los canales del estrecho de Magallanes y la Antártica, donde concurren en verano para alimentarse. Después retornan en marzo a las zonas cálidas, donde se reproducen.

Foto: Jordi Plana.

CONSERVACIÓN EX SITU

INTRODUCCIÓN

Reinaldo Avilés

Existen dos modalidades para mantener la riqueza de la flora y la fauna propias de las distintas áreas: se conocen como conservación *in situ* y conservación *ex situ*.

La conservación *in situ* se refiere al cuidado de la biodiversidad en su entorno natural, esto es, la protección de los ecosistemas naturales en su ubicación, con un foco en conservar poblaciones de especies silvestres, además de preservar condiciones mínimas para el mantenimiento de su variedad genética actual. Esta manera permitiría conservar la diversidad en varios niveles: ecosistémico, específico, intraespecífico, los servicios críticos para las funciones y la salud del ecosistema, y, eventualmente, los procesos de evolución y adaptación.

Por su parte, la conservación *ex situ* se refiere al cuidado de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitat naturales; por lo tanto, implica tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio. Esta manera de conservación apoya la supervivencia de especies o sus variedades e incluso sus genes para ser reintroducidos en sus hábitat naturales; un complemento para la conservación de especies y recursos genéticos *in situ*, principalmente cuando se trata de especies críticamente amenazadas.

La modalidad *ex situ* de conservación permitiría preservar la variedad genética de especies que pueden desaparecer a nivel local, aun cuando puedan seguir existiendo a nivel mundial. Esta extinción local de subpoblaciones —tal vez con adaptaciones únicas— representa una pérdida irreparable de variedad de genes, estructuras y procesos que podrían haber sido útiles para la raza humana o significar ventajas poblacionales de las mismas especies al enfrentar cambios futuros.

Por lo tanto, en aquellos casos en que subpoblaciones se encuentren con serias amenazas o fundadas sospechas de desaparecer y que, además, pudiesen representar características únicas de la especie —por ejemplo, estar ubicados en extremos de su distribución geográfica, microclimas únicos, ecosistemas relictos—, se hace imprescindible implementar mecanismos de conservación *ex situ* para preservar al menos la variedad genética que, de otra manera, se perdería para siempre.

Para la tarea anterior existen diferentes formas de conservación *ex situ*. Aquí se revisarán las principales iniciativas presentes en Chile: jardines botánicos, centros de rehabilitación y reproducción de fauna nativa y bancos de germoplasma vegetal.



El pudú es el más pequeño de los ciervos de América. Habita en bosques y matorrales muy densos, desde Curicó a Aisén, y también en Chiloé donde es más abundante. El tamaño de este rumiante, de dieta comúnmente herbívora, es de unos 40 centímetros y su peso aproximado de 10 kilos. La hembra da a luz una única cría de color rojizo pardo con rayas blanquecinas en el lomo y los muslos, las que desaparecen a los tres meses de vida. Este animal se caracteriza por ser muy tímido y medroso, saliendo sólo de noche en busca de alimento. Su caza indiscriminada lo ha convertido en una especie con serio riesgo de extinción. Foto: Renato Srepel.

JARDINES BOTÁNICOS

Sebastián Teillier

LA CONSERVACIÓN EX SITU DE LAS PLANTAS CHILENAS

La conservación *ex situ* se define como "la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitat naturales" (Convenio Internacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica (CBD) aprobado en la Conferencia de Río, celebrada en 1992).

El objetivo primario de la conservación *ex situ* es apoyar a la conservación de un taxón amenazado, de su diversidad genética y de su hábitat. Para el caso específico de las plantas, el objetivo es conservar la diversidad de especies y, además, su variabilidad genética.sLas formas de materializar este tipo de conservación son principalmente los bancos de semillas, los jardines botánicos y las colecciones de germoplasma bajo cultivo; además, existen otras técnicas como el cultivo *in vitro*.

La conservación *ex situ* se debe considerar como una situación transitoria, de apoyo para lograr la recuperación del número de individuos en vida silvestre y la diversidad genética de las poblaciones.

En nuestro país, las actividades de conservación *ex situ* para las plantas se realizan principalmente en los jardines botánicos y en los centros de conservación de semillas. Un factor nuevo, comúnmente no considerado entre las formas tradicionales de este tipo de conservación, es la creciente introducción de especies de flora nativa en parques y jardines públicos y privados del país.

JARDINES BOTÁNICOS

Los jardines botánicos nacieron como lugares de exposición y cultivo de especies de plantas. Más tarde jugaron un papel clave en la aclimatación de las especies que se iban descubriendo en el Nuevo Mundo, y adquirieron un rol importante desde el punto de vista económico. A partir del siglo XXI cumplen un papel muy importante en el campo de la conservación de las especies.

Los jardines botánicos son colecciones de plantas vivas que difieren de otros jardines y parques porque están destinados a generar conocimiento sobre las plantas con el fin de apoyar su conservación y utilización en la agricultura, la horticultura y la floricultura.

El primer jardín botánico en Chile lo creó Rodulfo Amando Philippi en la Quinta Normal de Santiago. La idea de establecer en Santiago un jardín de estas características data de 1853, cuando Philippi fue nombrado profesor de botánica y de zoología de la Universidad de Chile y se le dio también





Jardín Botánico del Desierto. Fotos: Archivo fotográfico JBD.



Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile. Foto: Archivo fotográfico Relaciones Públicas, UACh.

el encargo de formar y de dirigir un jardín botánico. Un decreto del gobierno, de enero de 1876, ordenaba a la Sociedad Nacional de Agricultura que entregara a Philippi, en su calidad de director del Museo Nacional de Historia Natural, un terreno suficientemente grande en la Quinta Normal para el establecimiento de un jardín botánico. En mayo de 1883, Philippi entregó la dirección del jardín botánico a su hijo, Federico. Hasta entonces se mantenían en cultivo 1.437 especies; un año más tarde, la colección se había incrementado a 2.196 especies. Muchas plantas raras e interesantes se cultivaban en los conservatorios del jardín botánico: helechos, cactáceas y orquídeas y, en 1887, incluso plantas de té.

El jardín servía de exposición permanente, apoyaba la docencia de la Universidad de Chile e intercambiaba semillas con otras entidades similares del mundo. En febrero de 1896 renunció Federico Philippi y se nombró como sucesor a Juan Soehrens, que había ingresado el 9 de noviembre de 1886, como primer jardinero. Con el retiro de este, en 1922, comienza el principio del fin del jardín botánico.

Jardines botánicos en actividad

En nuestro país existen los siguientes jardines botánicos activos: el Jardín Botánico Nacional, en Viña del Mar; el de la Universidad Austral, en Valdivia; el Skottsberg, en Punta Arenas; y el de Hualpén, en Concepción.

El Jardín Botánico Nacional

Este jardín fue establecido en 1951, teniendo como base el parque El Salitre, creado por Pascual Baburizza y empezado a construir en 1918. En 1951 fue traspasado al Fisco y denominado Jardín Botánico Nacional.

Desde 1951, el Jardín Botánico Nacional (JBN) se ha ocupado principalmente de la conservación de las especies vegetales de la zona centro-sur del país y del archipiélago Juan Fernández.

Los objetivos del JBN son mantener colecciones de plantas bien documentadas; realizar investigación científica, con énfasis en la biología de la conservación y técnicas de propagación de plantas; jugar un papel preponderante en la

conservación de especies; llevar a cabo programas de educación; y fomentar la educación no formal sobre el mundo vegetal.

El Jardín Botánico Nacional es un parque de 22 ha, donde crecen más de 280 especies de árboles; además, posee una colección de 670 cactáceas pertenecientes a unas 60 especies y una colección de plantas del archipiélago Juan Fernández, con 578 individuos de 53 especies endémicas del archipiélago. También existen colecciones de cactus centroamericanos, plantas suculentas, plantas medicinales y especies del género *Fuchsia*. En total se cultivan 779 especies, de las que cerca de un 40 por ciento son nativas, casi todas amenazadas. Cabe destacar que el JBN posee una de las pocas colecciones mundiales documentadas de *Sophora toromiro*, el toromiro, un arbusto extinto de la Isla de Pascua.

En el ámbito de la educación ambiental, el JBN tiene un programa en el que se imparten cursos al aire libre para niños de educación básica. También se realizan visitas guiadas.

El Jardín Botánico de la Universidad Austral

Está ubicado en Valdivia, en el campus Isla Teja de la Universidad Austral. Fue creado en 1957 y tiene unas 11 ha. Posee varias secciones: la sección sistemática, con sistemática de Angiospermas y Gimnospermas; una sección de plantas medicinales y tóxicas; una sección de cultivos agrícolas anuales, con huertos demostrativos; un jardín de plantas en peligro de extinción; y una sección ecológica, cuyo objetivo era representar los ecosistemas característicos de la región: bosque temperado, bosque pantanoso, plantas andinas y turberas. El jardín posee un herbario con unos 15 mil ejemplares y publica cada dos años un catálogo de semillas.

De acuerdo con los antecedentes disponibles (Ramírez, 2003), este jardín atraviesa por momentos en que la mantención se ha hecho difícil, lo que compromete la existencia de varios jardines temáticos, especialmente aquellos de los bosques pantanosos y de las turberas. Ante la falta de recursos materiales, el jardín es manejado actualmente por la universidad con criterio de parque.

Jardines botánicos en proyecto

Hay, al menos, tres proyectos de creación de jardines botánicos: Chagual, en Santiago; el del Desierto, en Antofagasta, y el recientemente inaugurado de la Universidad de Talca.

Jardín botánico Chagual

La creación de este jardín botánico está a cargo de la Corporación Chagual, integrada por el ministro de Vivienda y Urbanismo, el alcalde de la Municipalidad de Vitacura y los directores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), del Parque Metropolitano de Santiago, de la Fundación Chile y de la Corporación del Patrimonio Cultural.

Se funda con el objetivo de crear un jardín botánico y un centro cultural dedicados a la exhibición, conservación, estudio e investigación de la flora de la zona de clima mediterráneo de Chile, para contribuir al desarrollo de una cultura con capacidad para valorar la naturaleza y las comunidades de vegetación de ese territorio.

El Jardín Botánico Chagual estará ubicado en el Parque Metropolitano y dispone de 33,9 hectáreas. Aspira a ser un proyecto ecológicamente sustentable, tanto en su diseño arquitectónico y paisajístico como en la gestión de sus recursos.

El plan maestro incluye, entre otras, las siguientes colecciones vivas: un espacio destinado a recrear la vegetación de Chile mediterráneo entre las cuencas de los ríos Choapa y Biobío; un área de representación de la vegetación de tipo mediterráneo de otras partes del mundo como la cuenca del mar Mediterráneo, Australia, Sudáfrica y California; un jardín filogenético de plantas vasculares; un jardín de plantas nativas amenazadas de extinción; un jardín de plantas endémicas de Chile mediterráneo; y uno destinado a homenajear a los botánicos que exploraron y describieron las plantas de la zona.

Se ha finalizado la fase de diseñar el plan maestro del proyecto; actualmente comienzan las actividades para gestionar el financiamiento. La construcción se realizará por etapas.

Recientemente el Gobierno del Chile le confirió el Sello Bicentenario.

Jardín Botánico del Desierto

Su objetivo es proporcionar beneficio cultural y estético a la comunidad regional de Antofagasta y estimular el estudio, la educación, protección y conservación de estos recursos genéticos nacionales. El proyecto fue elaborado por la dirección del Instituto del Desierto (INDES, de la Universidad de Antofagasta), unidad académica creada para contribuir al estudio de los recursos naturales renovables del desierto de Atacama. El sitio seleccionado se encuentra en el borde oriental del campus Coloso de la universidad, en un sector de aproximadamente 4.600 m^2.

El proyecto dispone en exhibición, o en etapa de adaptación en vivero, a representantes de cerca de 35 géneros de la flora regional.

BANCOS DE SEMILLAS

Existen varias iniciativas para la formación y mantención de bancos de semilla en el país. Estas se encuentran bajo la tutela de instituciones como el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad de Chile y la Universidad de Concepción. Entre las iniciativas, destacamos dos de ellas.

Proyecto Intihuasi

Como una forma de contribuir a los esfuerzos de conservación de la flora de Chile, el INIA junto al Royal Botanic Garden Keiw del Reino Unido (RBG Kew), desarrolla desde fines de 2001 un programa de largo plazo para colectar y conservar en bancos de semillas la diversidad genética de las plantas nativas de Chile, particularmente de las especies endémicas y las que están en riesgo de extinción en las zonas desértica y mediterránea de Chile, entre los 18 y 38 grados sur. Este proyecto es parte de un esfuerzo mundial denominado *Millennium Seed Bank Project* del RBG Kew e institucio-





Jardín Botánico Nacional. Foto: Archivo fotográfico JBN.

nes de otros países cuyo fin es conservar, en un plazo de diez años, el 10 por ciento de la flora mundial, especialmente la de las zonas áridas.

El proyecto está centrado en las áreas de colecta y conservación de semillas, en la investigación en la biología de las semillas, en la creación de bases de datos con información sobre las especies colectadas y en la capacitación. En un período de cinco años, se pretende colectar semillas de unas 150 especies por año. Además de colectar muestras representativas de especies raras, vulnerables y en peligro de extinción, también se están colectando semillas de las especies endémicas y de las nativas con potencial uso forrajero, ornamental o alimentario. Las muestras de semillas están siendo depositadas, para su conservación a largo plazo, en el banco base de Vicuña (Región de Coquimbo) y un duplicado en el banco de semillas del RBG Kew (Reino Unido).

CESAF

El Centro de Semillas y Árboles Forestales de la Universidad de Chile (CESAF) se encuentra en la Facultad de Ciencias Forestales, en el campus Antumapu (Santiago). Se dedica a la colección, mantención y venta de semillas de árboles forestales nativos y exóticos. Publica las "Notas del CESAF" como una labor de difusión de sus actividades.

LA INTRODUCCIÓN DE LA FLORA NATIVA AL PAISAJISMO

La introducción de flora nativa de Chile al paisajismo en nuestro país representa, aunque no esté reconocida oficialmente como tal, una forma de conservación *ex situ*.

El reconocimiento del valor ornamental de la flora de Chile data de muy antiguo; muchas expediciones, especialmente de botánicos ingleses, tenían por objeto buscar plantas con valor ornamental para llevarlas a Gran Bretaña e intentar su cultivo.

De este modo, en las enciclopedias de plantas ornamentales europeas y norteamericanas se pueden encontrar hasta 120 plantas nativas de Chile y países vecinos. Muchas de ellas se han cultivado en nuestro país sin saber que eran nativas.

En los últimos quince años, sin embargo, se busca introducir flora nativa al paisajismo, en el diseño de espacios verdes privados y públicos. La tendencia es hacer jardines y parques más sustentables y cada vez más acordes con las condiciones climáticas correspondientes a los sitios donde se establezcan. Esta tendencia a usar plantas nativas en nuestro país ha tenido un doble beneficio. Por un lado, dar valor a la flora nativa como fuente de plantas ornamentales, lo que ha llevado a iniciar proyectos de "domesticación" de especies "promisorias" como por ejemplo los "huillis" del género *Leucocoryne* (alliáceas); y por otro, ampliar el área de conservación fuera de la naturaleza (*ex situ*) de muchas especies. Algunas plantas extintas en la naturaleza, como *Sophora toromiro* (fabáceas), o muy amenazadas, como *Berberidopsis corallina* (berberidopsidáceas), se han salvado de su extinción biológica por ser cultivadas como ornamentales. Se espera que mediante la introducción al paisajismo otras especies amenazadas como *Gomortega keule* (gomortegáceas), *Myrcianthes coquimbensis* (mirtáceas) o *Nothofagus alessandrii* (nothofagáceas) tengan la misma oportunidad.

Bibliografía

Ramírez, C. 2003. "La visión de un jardín botánico en el siglo XXI: la experiencia del jardín botánico de Valdivia". Chagual 1: 16-19.

Página derecha: **Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile.** Foto: Archivo fotográfico Relaciones Públicas, UACh.



CENTROS DE REHABILITACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE FAUNA NATIVA

MIGUEL STUTZIN

La conservación de las especies amenazadas y muy especialmente aquellas en riesgo crítico de extinción es un reto central para evitar la pérdida de diversidad biológica en el planeta. En particular, la conservación de las especies de animales silvestres requiere la protección de individuos y de sus poblaciones, conjuntamente con la adecuada conservación de los ecosistemas de los cuales forman parte.

La conservación del hábitat se ha transformado en las últimas décadas en el factor crítico para la conservación *in situ*, de las especies es decir, en su ambiente natural.

Junto con las acciones desarrolladas para la conservación de las especies en su medio silvestre y la restauración de los ecosistemas alterados y aquellas destinadas a evitar la degradación y pérdida de nuevos hábitat, la conservación *ex situ* surge como una herramienta cada vez más importante como complemento a los esfuerzos de conservación *in situ*. La conservación *ex situ* se define como la mantención de individuos de una especie silvestre fuera de su ambiente natural con el fin último de su reintroducción al medio silvestre. A su vez, la Convención de Biodiversidad la define como "la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitat naturales".

La conservación *ex situ* juega un rol importante como fuente de conocimiento e investigación científica y como reservorio genético para especies cuyas poblaciones en libertad han disminuido peligrosamente. A su vez, permite la ejecución de programas de educación y capacitación que apoyan la creación de conciencia ciudadana respecto de las especies amenazadas. No obstante, por sí sola, la conservación *ex situ* no asegura la conservación de las especies en riesgo de extinción.

Existen variadas formas de tenencia de animales silvestres en cautividad con el objeto de criar y mantener individuos de especies amenazadas. En Chile, los zoológicos, centros de reproducción, criaderos, centros de rehabilitación o rescate son las entidades que se dedican a la tenencia de fauna nativa de nuestro país. Los criaderos tienen como propósito primario la crianza de especies silvestres con fines comerciales, mientras que los centros de reproducción y de rehabilitación o rescate no poseen fines comerciales, siendo su fin primordial la liberación de los animales en el medio silvestre o su entrega a centros de reproducción.

Las principales características de estos establecimientos, de acuerdo a la legislación vigente, se describen a continuación.

Zoológicos o centros de exhibición. Los planteles que mantienen ejemplares de la fauna silvestre en cautiverio con fines de educación y divulgación, tengan estos o no fines científicos.

Centros de reproducción. Aquellos planteles sin fines de lucro destinados a la crianza de especies protegidas para su preservación, conservación o repoblamiento.

Centros de rehabilitación o rescate. Los planteles destinados a la mantención y recuperación de especímenes de la fauna silvestre afectados por actividades antrópicas, tales como caza o captura ilícitas, contaminación o factores ambientales. Estos planteles se considerarán como lugares de tránsito a centros de reproducción, áreas silvestres protegidas del Estado o para su liberación en un medio silvestre.

Criaderos. Los planteles de reproducción, con fines comerciales no cinegéticos (de caza), de animales de especies de la fauna silvestre.

Todos estos establecimientos de tenencia de fauna nativa silvestre chilena están regulados en Chile por la Ley de Caza (Ley 19.473, 1996) y su Reglamento (Decreto Supremo 5, Ministerio de Agricultura, 1998).

Para su funcionamiento requieren cumplir con diversos requisitos contemplados en la legislación; la institución res-



Gato colocolo (*Lynchailurus colocolo*) en el Centro de Rehabilitación de CODEFF. Foto: Miguel Stutzin.

ponsable de la fiscalización de la normativa legal es el Servicio Agrícola y Ganadero.

A la fecha de publicación de este libro existen a nivel nacional aproximadamente 502 establecimientos con fauna silvestre registrados en el SAG. La gran mayoría corresponde a criaderos y en menor número a centros de reproducción. Casi todos obedecen a iniciativas de privados (particulares, organismos no gubernamentales, universidades y empresas) y sólo algunos zoológicos y criaderos son del Estado o municipales. La creación y mantención de estos establecimientos por personas u organizaciones privadas y no gubernamentales ha constituido un valioso aporte y complemento a la labor del Estado. Su mayor rol y contribución ha sido, sin lugar a duda, la generación de conocimiento científico y técnico en el campo del manejo, la reproducción, la etiología, la alimentación y las enfermedades en especies poco conocidas de la fauna nativa chilena.

Son diversas las especies de nuestra fauna silvestre que se mantienen o bien han sido criadas en cautiverio en los diferentes tipos de planteles. Sin embargo, el objetivo último de criar animales de especies chilenas con problemas de conservación para poder liberarlos o reinsertarlos en el medio silvestre no se ha logrado, debido principalmente a la falta de planes y proyectos integrales de conservación que contemplen la crianza *ex situ*. Hay que destacar que este tipo de proyectos son de mediano y largo plazo, de gran costo y requieren de un riguroso método de manejo que posibilite una futura reintroducción al medio silvestre. Un aspecto relevante que debe ser evaluado para decidir la liberación en el medio silvestre es el aspecto sanitario y genético.

Los esfuerzos aislados de cría en cautividad que se han llevado a cabo en el país han incluido a especies tales como: pudú (*Pudu pudu*), flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), flamenco de James (*Phoenicoparrus jamesi*), ñandú (*Rhea pennata*), perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), loro tricahue (*Cyanoliseus patagonicus*), cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorypha*, chinchilla (*Chinchilla lanigera*), vicuña (*Vicugna vicugna*), guanaco (*Lama guanicoe*), rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) y huemul (*Hippocamelus bisulcus*). Algunas especies nativas chilenas han sido criadas en forma exitosa en el extranjero, como es el caso del sapito de Darwin (*Rhinoderma darwinii*).

Por otra parte, han sido liberados o reinsertados en su ambiente natural ejemplares no nacidos en cautividad y que, provenientes del medio silvestre, fueron ingresados por diversos motivos a los centros de rehabilitación o rescate. Estas liberaciones no forman parte de programas específicos de conservación sino que corresponden a reinserciones que se realizan de acuerdo a las necesidades de los centros de rehabilitación. Entre las especies liberadas por estos centros se pueden mencionar: zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), loro choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), loro cachaña (*Enicognathus ferrugineus*), gato güiña (*Oncifelis guigna*) y gato colocolo (*Lynchailurus colocolo*), quique (*Galictis cuja*), chingue (*Conepatus chinga*), pudú (*Pudu pudu*), cóndor (*Vultur gryphus*), águila (*Geranoaetus melanoleucus*).

Existe un desafío mayor en la integración de la conservación *in situ* con la cría en cautividad en el desarrollo y ejecución de planes y programas de conservación de las especies más amenazadas. Lo anterior requiere del fortalecimiento de la investigación científica, incluidos los aspectos sanitarios y de manejo, del adecuado conocimiento del estado poblacional de las especies amenazadas conjuntamente con la conservación de los hábitat naturales que necesariamente requieren estas especies para su supervivencia en el largo plazo.

Distribución de planteles con fauna silvestre inscritos en el SAG

Región	Criaderos	Centro de reproducción	Centros de Exhibición	Centros de Rehabilitación	Criaderos/ Exhibición
I	4				2
II	3			1	
III	3		1		1
IV	11		1	1	5
V	32	1	3		2
VI	29	1			1
VII	26		1	3	1
VIII	69	2	3	5	
IX	54	1		2	
X	69	3	1	2	
XI	4	1			
XII	20		3		
RM	116	3	3	3	5
Total	440	12	16	17	17

Fuente: Registros del Servicio Agrícola y Ganadero. Según la regionalización vigente a la fecha de la primera edición de este libro.

Páginas siguientes: **Flamenco andino (*Phoenicopterus chilensis*). En general su plumaje es blanco con rosado suave. Tienen el pico grande, ancho, encorvado hacia abajo. De alas rosadas, las primarias y secundarias con puntas negras, más notorias durante el vuelo. Tarsos color hueso azulado con rodilla y patas rojas. Vuelan con el cuello estirado hacia adelante y las patas hacia atrás.** Foto: Renato Srepel.





BANCOS DE GERMOPLASMA NATIVO

IVETTE SEGUEL

¿QUÉ SON LOS RECURSOS GENÉTICOS?

Los recursos genéticos son parte de la Diversidad Biológica que el ser humano ha utilizado desde los comienzos de la civilización con el fin de satisfacer sus necesidades de alimentación, abrigo y salud. La Convención sobre Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) los define como todo material genético de uso actual y potencial de origen vegetal, animal, microbiano u otro que contenga unidades funcionales de la herencia. En otras palabras, recurso genético es el uso que el ser humano da o podría darle a la información genética con el propósito de mejorar o generar nuevos productos requeridos para satisfacer sus necesidades. Por lo anterior, hoy los recursos genéticos ya no son sólo reconocidos como base del desarrollo agrícola, sino como una fuente importante para generar valor y riqueza en un ámbito que se extiende más allá de este sector.

En general, el valor de la diversidad biológica y de sus componentes, entre estos los recursos genéticos, está definido por un valor ecológico, genético, social, económico, científico, cultural, recreativo y ornamental. Según Marcio de Miranda (2001), este análisis holístico es fundamental en el proceso de toma de decisiones respecto a las diversas acciones en torno al manejo de la diversidad biológica presente en una determinada región. Se trata particularmente, de determinar el valor económico de la diversidad biológica o de sus componentes y estimar su valor monetario en relación a otros bienes y servicios disponibles en la economía de un país.

¿POR QUÉ CHILE TIENE QUE CONSERVAR EL PATRIMONIO FITOGENÉTICO?

Hay varias razones para conservar los recursos fitogenéticos de un país. Ya se mencionó que básicamente se atribuyen a un valor económico, pero que también tienen un valor social y cultural.

Específicamente, en el caso de Chile existen alrededor de 6.200 especies de plantas (Marticorena, 1990), número limitado si se compara con otros países como Brasil que posee 60 mil aproximadamente. Sin embargo, a la flora chilena se le reconocen varios atributos adicionales a los ya mencionados por los cuales ameritan su conservación.

Alto grado de endemismo. De las 6.200 especies vasculares reportadas para Chile, el 80 por ciento son nativas y de ellas, el 50 por ciento son endémicas, es decir, su origen está en territorio chileno y constituye el patrimonio fitogenético más importante del país. El alto grado de endemismo de la flora chilena hoy cobra especial relevancia. El país requiere en el más breve plazo contar con elementos de innovación. En este sentido los recursos fitogenéticos endémicos son la base para la obtención de nuevos cultivos, variedades y productos que le dan al país la posibilidad de contar con nuevas alternativas productivas y llegar a nuevos mercados con productos exóticos, altamente competitivos. Lamentablemente, esto no se ha entendido así, y nuestra agricultura busca incansablemente alternativas productivas mediante la introducción de germoplasma foráneo, muchos de ellos de difícil adaptación y existentes ya en los mercados de destino. Prueba de ello es que nuestra agricultura se basa en materiales introducidos. Por otra parte, no menos importante es el hecho que varias de nuestras especies nativas sí han sido base para el desarrollo de cultivos de importancia económica en otros países; es el caso de la frutilla chilena, la papa, la alstroemeria, el bromo, entre otros. Lo mismo ha ocurrido con las bioprospecciones que han permitido a países desarrollados obtener interesantes productos hoy utilizados en la industria farmacéutica o insecticida, por nombrar algunos.

Sin embargo, pareciera ser que en los últimos años se ha revertido en parte esta situación. Buenos ejemplos de aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos endémicos en el país son los desarrollos obtenidos recientemente en *Leucocoryne*, flor de corte conocida comúnmente como huilli, en *Ugni molinae,* conocida como murta o murtilla y en avellano chileno, *Genuina avellana*. Estas especies, mediante investigación y desarrollo, están logrando posicionarse muy bien como productos nuevos en mercados nacionales e internacionales.

Amplia diversidad genética. Chile es un país longitudinalmente extenso, de 4.000 kilómetros desde el norte hasta el extremo austral. La cordillera de los Andes, con alturas cercanas a los 7.000 msnm, el desierto de Atacama, el Océano Pacífico, son elementos naturales que facilitan la existen-

cia de numerosos ambientes ecológicos que conllevan a una amplia variabilidad genética entre y dentro de las especies. La variabilidad genética es producto de la adaptación que las especies han tenido que desarrollar en función de las distintas condiciones ambientales que caracterizan al país. Por otra parte, la condición de isla dada por la presencia de la cordillera de los Andes, el Océano Pacífico, el desierto de Atacama en el norte y el Territorio Antártico favorecen una óptima condición fitosanitaria presente en la gran mayoría de las especies que existen en el país depositarias de genes de resistencia muchas veces no disponibles para el mejoramiento de los cultivos. Un ejemplo de ello es el caso de especies silvestres del norte de Chile, emparentadas al tomate cultivado *Lycopersicon chilense, Solanum sitiens* y *Solanum lycopersicoides* para los cuales se ha reportado tolerancia a la sequía, bajas temperaturas y a enfermedades que normalmente afectan al tomate cultivado.

Valor actual o potencial de los recursos fitogenéticos. El valor actual o potencial de los recursos genéticos vegetales o recursos fitogenéticos radica en que son la base y fuente de genes para el desarrollo silvoagropecuario y la seguridad alimentaria. Son los genes útiles para el desarrollo de nuevos cultivos, mejoramiento y generación de nuevas variedades y desarrollo de la bioindustria. Los recursos fitogenéticos lo constituyen los genes contenidos en las especies silvestres, las variedades locales (también conocidas como landraces), las especies silvestres emparentadas a las plantas cultivadas, los cultivares antiguos u obsoletos y las variedades mejoradas. Todos en conjunto constituyen el patrimonio fitogenético de un país.

Estimar el valor de los recursos fitogenéticos es establecer las bases para una negociación justa y equitativa de los beneficios obtenidos a partir de su desarrollo comercial. Es así como el valor de los recursos fitogenéticos puede ser definido por su uso directo, indirecto y de existencia. El uso directo se asocia generalmente a uso alimentario, medicinal, de vestuario, entre otros. Como uso indirecto se puede mencionar la protección de manantiales de agua, el control de la erosión del suelo y la preservación de la biodiversidad genética. El valor de existencia, en cambio, se refiere a lo cultural, religioso e histórico atribuido a una determinada especie vegetal.

El 13,5 por ciento de las especies fanerógamas nativas chilenas tienen registrado a lo menos un uso, como plantas alimenticias, ornamentales, edulcorantes, forrajeras, medicinales, tintóreas, productos de fibra, insecticida, fungicidas, entre otros, en muchos casos no aprovechados como una alternativa productiva ni bioindustrial.

Evaluar el uso potencial de los recursos genéticos no es tarea fácil; sin embargo, cada vez nos vemos enfrentados a nuevas dificultades ligadas a la producción agrícola, tales como el estrés salino. Se estima que entre 10 y 35 por ciento de la superficie mundial se encuentra afectada por este problema, porcentaje que incrementaría si se considera el efecto que puede tener el cambio climático, que, al aumentar la temperatura, acelera la tasa de evapotranspiración, con la consiguiente acumulación de sales en el suelo (León, 2005). Una alternativa a este problema es identificar especies con genes tolerantes al estrés salino, que, dada las condiciones de Chile, es posible colectar en el norte del país y a lo largo del territorio.



Las actividades desarrolladas en el área de recolección, conservación ex situ, fisiología y tecnología de semillas en el INIA, tienen por objeto incrementar el número de especies mantenidas en bancos de semillas que, ya sea por su utilidad o estado de conservación, requieren ser conservadas ex situ, además de proporcionar el conocimiento necesario que garantice el adecuado resguardo la diversidad genética, disminuya la probabilidad de extinción de especies únicas de Chile y facilite su investigación y utilización. Foto: INIA.

Otro grave problema, que afecta a la agricultura es la alta concentración de boro en el suelo, sobre 1 ppm, que provoca toxicidad. Trabajos realizados en el INIA han demostrado que existen especies en Chile que se desarrollan en condiciones de boro con más de 3 ppm (Sadzawka et al. 1997). Lo importante es identificar dentro de las especies nativas y las cultivadas cuáles son las que poseen esta característica genética que les permite sobrevivir en tales condiciones.

CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EX SITU

Los objetivos ligados a la conservación de germoplasma están dirigidos principalmente a preservar el potencial de caracteres de importancia económica actual, preservar la adaptabilidad genética existente en las poblaciones y la variabilidad genética potencial asociada al germoplasma vegetal. Mediante la conservación de los recursos fitogenéticos se tiende a asegurar la permanencia en el tiempo de la riqueza genética contenida en las especies vegetales (Seguel, 2001).

La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural, conservando las especies amenazadas y los recursos genéticos en bancos de semi-

llas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos. Los sistemas de conservación *ex situ* surgen como una medida complementaria a los mecanismos de conservación *in situ,* orientados principalmente a resguardar el material genético de las especies de importancia para el mejoramiento genético, la industria alimentaria, farmacéutica, maderera, además de preservar especies vulnerables con riesgos de pérdida o erosión genética.

En el artículo 9 del Convenio de Diversidad Biológica, en el cual Chile participa, se establece la necesidad de que los países adopten medidas para la conservación *ex situ* de los componentes de la diversidad biológica, estableciendo y manteniendo las instalaciones adecuadas para su conservación, así como la investigación requerida para su correcto desarrollo y el suministro de apoyo financiero o de otra naturaleza que la misma requiera (Naciones Unidas, 1992).

En su segundo capítulo, el Plan de Acción Global establece la conveniencia de conceder la máxima prioridad a la salvaguardia de la mayor cantidad posible de la valiosa diversidad de características únicas existentes en las colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos, fomentando y consolidando la cooperación entre los programas nacionales y las instituciones internacionales para el mantenimiento de dichas colecciones, reconociendo que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus propios recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 1996).

Las estrategias de conservación de germoplasma dependen principalmente de las características biológicas de cada especie, estado de conservación y sistema de reproducción, así como de los recursos humanos e infraestructura disponibles. Existen dos estrategias generales de conservación de germoplasma: *in situ* (reservas genéticas) y *ex situ* (bancos de germoplasma).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN EX SITU

Existen variadas estrategias de conservación de recursos fitogenéticos, las que dependerán básicamente del tipo de germoplasma y los objetivos de la conservación. La conservación en sí no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento), sino que requiere asegurar su existencia en el tiempo en condiciones viables y conservando sus características genéticas originales (Jaramillo y Baena, 2000).

Antes de definir el método de conservación, es importante recordar que existe una gran cantidad de especies vegetales y, por lo mismo, distintos sistemas de reproducción que de alguna forma estarían indicando cuál sería el método más eficiente de conservación. Con respecto a los sistemas de conservación, es posible mantener el germoplasma en forma de semillas, en campo o *in vitro*. Al respecto, Harrington (1972) señala que en el caso de las especies que se reproducen por semillas es posible predecir un aumento de la longevidad de los materiales conservados, disminuyendo la temperatura y humedad relativa en el almacenaje. Las semillas que responden adecuadamente a este tratamiento, Robert (1973) las denominó "ortodoxas", identificadas en cereales, leguminosas, oleaginosas, forrajeras, entre otras. En cambio, aquellas semillas que no toleran estas condiciones, las denominó "recalcitrantes"; es el caso de las especies chilenas belloto del sur (*Beilschmiedia miersii*), belloto del norte (*Beilschmiedia berteroana*), araucaria (*Araucaria araucana*), pitao (*Pitavia punctata*) avellano chileno (*Gevuina avellana*), entre otras.

Las semillas ortodoxas, por sus características, son las que ofrecen una mayor facilidad de conservación. Se pueden mantener en bancos de germoplasma durante períodos breves y prolongados. La conservación a largo plazo es posible si las condiciones de mantención en las cámaras aseguran una temperatura entre –10 ºC y –20 ºC, un contenido de humedad en la semilla de entre 3 y 7 por ciento y un porcentaje de germinación no inferior a 85 por ciento. Con las condiciones señaladas, es posible asegurar una adecuada mantención de los materiales por un período que puede fluctuar entre 70 y 100 años (Banco Base). Chile cuenta con un Banco Base ubicado en INIA Vicuña, en la IV Región, el cual permitiría la conservación de germoplasma para futuras generaciones por un período de 100 años.

Si el objetivo de conservación es de mediano plazo (10 a 20 años), los requerimientos de temperatura de las cámaras fluctúan entre 0 y 15 ºC, los contenidos de humedad de semilla varían entre 3 y 7 por ciento, y el porcentaje de germinación requerido no debe ser inferior a 65 por ciento (Banco Activo) (Cromarty y otros, 1985; Towill y Roos 1989; Engle, 1992).

Existe un número no menos importante de plantas que se caracterizan por no producir semilla botánica, teniendo como alternativa de reproducción órganos vegetativos, como tubérculos, rizomas, bulbos, etc. A este grupo pertenecen la papa, los ajos, las cebollas, algunos bulbos de especies ornamentales, entre otras, todas de propagación agámica. Para estas especies, la alternativa de conservación en bancos de germoplasma de semillas antes descrita se torna inviable, y por lo tanto son conservadas como colecciones de campo, o por medio de otras técnicas.

La conservación en campo, si bien ofrece como ventaja la facilidad de acceso al germoplasma por parte de los fitomejoradores, presenta varias desventajas, como, por ejemplo, requerimiento de espacio, necesidad constante de mano de obra, riesgo de infestación con plagas y enfermedades, daño provocado por catástrofes naturales y pérdida de la integridad genética de los materiales conservados (Whithers, 1995). Los sistemas de mantención de campo dificultan además el intercambio de germoplasma e incrementan la necesidad de

Página derecha: **Semillas de pera. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, es la institución de gobierno que por mandato del Ministerio de Agricultura está encargada de la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Chile. Para cumplir con este objetivo desarrolla el Programa de Recursos Genéticos cuyo propósito es coordinar y ejecutar acciones tendientes a la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos del país, con el fin de contribuir a la protección del patrimonio fitogenético nacional, al desarrollo sustentable de la agricultura, el desarrollo biotecnológico y la seguridad alimentaria de la nación.** Foto: Nicolás Piwonka.



procedimientos cuarentenarios. Sin embargo, para especies perennes, arbóreas, frutales y forestales, heterocigotas y para aquellas de reproducción vegetativa, sigue siendo la conservación en campo una buena alternativa, principalmente, por la facilidad de acceso a los materiales.

La dificultad de conservación de semillas recalcitrantes y los problemas derivados de las colecciones de campo han llevado al desarrollo de metodología de conservación *in vitro* mediante las cuales un explante, es decir, una parte de la planta (órgano, tejido, célula o protoplasto) se cultiva asépticamente en un medio nutritivo bajo condiciones de luz y temperatura controlada. Entre las ventajas que presenta la mantención *in vitro* destacan la conservación de un gran número de plantas en espacios reducidos, mayor control sobre el estado fitosanitario de las colecciones, reducción de los tiempos de multiplicación, facilidad de intercambio de material genético e incremento de la tasa de multiplicación clonal de germoplasma valioso. La desventaja de esta técnica es que requiere de subcultivos periódicos ("repiques"), actividad que dificulta en muchos casos, su aplicación (Engelmann, 1997; FAO/IPGRI, 1997). Al respecto se han desarrollado alternativas para prolongar el período de conservación *in vitro*, aumentando de esta forma los tiempos requeridos entre los sucesivos "repiques". Entre estas técnicas se maneja la conservación a bajas temperaturas (aproximadamente 5 ºC), el uso de inhibidores de crecimiento, la reducción de tensión de oxígeno, la defoliación de brotes y manipulación de la presión osmótica de los medios de cultivo, entre otros (Lundergan y Janick, 1979; Oka y Niino, 1997).

Otro aspecto importante de considerar relativo al uso del cultivo *in vitro* como técnica de conservación es la posibilidad de generar variación somaclonal, es decir, alteraciones genéticas de los materiales conservados *in vitro* respecto a la planta madre, situación no deseada desde el punto de vista de la conservación de germoplasma. Algunas de estas variaciones son heredables mientras que otras son epigenéticas, del tipo reversible y no hereditario. La variación somaclonal puede ser atribuida a diversos factores, tales como medios de cultivo, reguladores de crecimiento, tipo de explante y número de "repiques" requeridos entre subcultivos. Por lo tanto, es importante manejar los factores que inducen variación somaclonal y evaluar posibles alteraciones, utilizando análisis citológicos y/o moleculares en los materiales conservados *in vitro* (Pierik, 1987; Ashmore, 1997).

Protocolos que permiten la efectiva conservación de germoplasma *in vitro* han sido desarrollados para aproximadamente 37.600 muestras conservadas en el mundo (Ashmore, 1997). Si bien el cultivo *in vitro* elimina los problemas asociados con la conservación en campo, su éxito es función de la eficiencia de la micropropagación y de la mantención de la integridad genética de las colecciones, evitando la variación somaclonal (Godwin y colaboradores, 1997).

Actualmente y debido a los inconvenientes, tanto técnicos como económicos, de los métodos antes descritos, se han derivado crecientes recursos a la búsqueda de otros métodos de conservación, como por ejemplo la criopreservación (Niino y colaboradores, 2000). En este sentido, se han intensificado los esfuerzos para definir protocolos de criopreservación de germoplasma para diversas especies. Las técnicas de criopreservación se basan en la reducción y subsecuente detención de las funciones metabólicas de los materiales biológicos a temperatura del nitrógeno líquido, es decir, a –196 ºC, manteniendo, por períodos indefinidos, la viabilidad de los materiales conservados. Los métodos a utilizar dependerán de la capacidad tecnológica, de la infraestructura disponible, de los objetivos de conservación y de la naturaleza de las especies a conservar (Bajaj, 1995). Según Niino (1993), los tejidos más apropiados para criopreservar son granos de polen, semillas, yemas invernales, meristemas, embriones y callos. La criopreservación ha sido utilizada hasta ahora en aproximadamente cien especies en el ámbito mundial, lo que permite suponer que en un futuro cercano se convertirá en la metodología de conservación más eficaz, segura y de bajo costo (Bajaj, 1995).

Finalmente y como objetivo último de la conservación de recursos fitogenéticos, corresponde la preservación de genes a través de segmentos de ADN que codifican la síntesis de una determinada proteína y sus secuencias regulatorias o promotoras. Mediante ADN recombinante es posible conservar directamente el material genético, es decir**,** secuencias de ADN de interés ya sea como ADN genómico o como fragmentos discretos de ADN clonados y almacenados en *E. Coli*, en lugar de semillas, propágulos vegetativos o material *in vitro* (Adams y Adams, 1992). De este modo se pretende facilitar el uso directo de los genes y las secuencias regulatorias existentes en los recursos genéticos, acelerar la identificación y clonación de genes valiosos existentes y a la vez hacer más directa su transferencia a especies cultivadas mediante transgénesis. Es importante señalar, sin embargo, que esta iniciativa aún se encuentra a nivel experimental debido a los costos implicados. Además, considerando que la amplia mayoría de los procesos y características de interés para el mejoramiento vegetal se regulan por una gran cantidad de genes actuando en forma compleja entre sí, su utilidad se limita a genes de herencia simple, entre los cuales destacan genes de resistencia a enfermedades, genes regulando enzimas involucradas del metabolismo secundario y proteínas de importancia nutricional (Campos y Seguel, 2000).

ESTADO DE LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS EN CHILE

En Chile no existe un programa nacional de conservación de los recursos fitogenéticos. Sin embargo, alrededor de veinte instituciones, —públicas y privadas— están haciendo esfuerzos individuales para conservar los recursos que son de su interés. Información proporcionada por Salazar (2005), señala i) que en Chile, veinte instituciones reportan conservar *ex situ* especies cultivadas y silvestres; ii) que a la fecha existen conservados un total de 324 géneros, 633 especies, representadas en 53.661 entradas; iii) que la conservación se realiza principalmente en bancos de germoplasma de semilla (banco base, bancos activos y cámaras de trabajo) y en centros de tenencia de flora silvestre (jardines botánicos y viveros).

Instituciones chilenas que conservan recursos fitogenéticos *ex situ*

Institución	Nº géneros	Nº especies	Nº entradas	Especies conservadas *ex situ*
Universidad Arturo Prat	11	13	79	Cereales, Forrajeras, Frutales y vides, Especies silvestres
Universidad de Antofagasta	36	38	si	Forrajeras, Frutales y vides, Frutales menores Ornamentales, Especies silvestres
Universidad Adventista de Chile	1	1	26	Ornamentales
Universidad de Tarapacá	4	5	28	Cereales, Frutales y vides, Frutales menores, Oleaginosas
Universidad de Talca	6	13	4.044	Especies silvestres
Universidad Católica del Maule	1	1	20	Especies silvestres
Instituto Forestal	2	5	550	Forestales
Universidad de Magallanes	21	26	43	Forestales, Ornamentales Especies silvestres
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	3	10	282	Especies silvestres
Pontificia Universidad Católica de Chile	7	7	1.277	Ornamentales y Especies silvestres
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	185	312	41.105	Cereales, Forrajeras, Frutales y vides Frutales menores, Hortalizas, Leguminosas, Medicinales, Oleaginosas, Especies silvestres
Universidad de Concepción	32	33	147	Frutales y vides, Frutales menores, Medicinales, Oleaginosas.
Fundación Chile	2	3	198	Aromáticas
Forestal Mininco	3	5	13	Especies forestales
Universidad Austral de Chile	48	75	4.834	Forestales, Frutales y vides, Frutales menores, Hortalizas, Medicinales, Tubérculos y raíces, Especies silvestres
Universidad de Chile	40	99	566	Aromáticas, Forestales, Forrajeras, Frutales y vides Frutales menores, Leguminosas, Medicinales, Especies silvestres
Universidad de La Serena	1	11	si	Especies silvestres
Corporación Nacional Forestal	36	57	183	Forestales, ornamentales
Semillas Baer	1	1	85	Pseudocereales
Compañía Agrícola y Forestal El Álamo Ltda.	1	si	180	Forestales

Fuente: Salazar, 2005. Unidad de Recursos Genéticos INIA La Platina (com. pers.)

Respecto a las capacidades institucionales de conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos chilenos, cabe señalar que entre las instituciones públicas, el INIA cuenta, desde el año 1989, con una red de bancos de germoplasma a lo largo del país, un banco base ubicado en Vicuña, IV Región, y tres bancos activos ubicados en Santiago, Chillán y Temuco, en los centros regionales de investigación de Intihuasi, La Platina, Quilamapu y Carillanca, respectivamente.

La infraestructura disponible permite preservar recursos fitogenéticos en forma de semilla por períodos estimados de 100 años (en el banco base) y 12 años (en los bancos activos). Según el Informe Mundial sobre Recursos Genéticos de la FAO (1996), el banco base de Chile es uno de los tres más fiables, en términos de conservación, en América Latina y el Caribe. El edificio consta de una cámara fría con capacidad para 50 mil muestras que son mantenidas a –18 ºC y una

humedad relativa de 30 por ciento. El complejo fue diseñado tomando medidas de seguridad antisísmicas y de operación.

Los bancos activos del INIA tienen como objetivo recolectar, evaluar, regenerar y multiplicar los recursos fitogenéticos. Cada edificio está compuesto por ocho cámaras, siete de trabajo y una cámara fría, cada una con capacidad para 30 mil muestras conservadas en forma de semillas por períodos superiores a 10 años. Además en todos los casos se dispone de un laboratorio de semillas, una sala de secado y un sector de procesamiento de materiales.

Por otra parte, INIA cuenta con laboratorios de cultivo *in vitro* en tres de los Centros Regionales de Investigación donde operan los bancos de germoplasma. Esta infraestructura permite la conservación de materiales con requerimientos distintos a los de las semillas. Es el caso de especies de reproducción vegetativa o con semillas recalcitrantes.

En el INIA se conservan 41.105 entradas (accesiones), que corresponden principalmente a materiales útiles para el mejoramiento genético de cultivos como trigo, avena, cebada, leguminosas, forrajeras, hortalizas, frutales y especies nativas con uso actual o potencial.

Paralelamente, la información disponible da cuenta que además del INIA, la Universidad Austral, la Universidad de Magallanes y Forestal Mininco mantienen en sus dependencias bancos genéticos activos.

Bibliografía

Adams, R. & J. Adams. 1992. Conservation of plant genes: DNA banking and *in vitro* biotechnology. Academic Press, New York (USA), 345 pp.

Ashmore, E. 1997. Status report: Development and applications of *in vitro* techniques for the conservation and use of plant genetic resources. International Plant Genetic Resources Institute. 67 pp.

Bajaj, Y. 1995. "Cryopreservation of plant cell, tissue, and organ culture for the conservation of germplasm and biodiversity". In: Biotechnology in Agriculture and Forestry, 32 (Y. Bajaj, ed.). Springer – Verlag. New York. pp. 3-28.

Campos, H. y I. Seguel, 2000. "Biotecnología y recursos genéticos vegetales". Agro Sur, 28(1): 13-24.

Cromarty, A.S.; R.H. Hellis & E.H. Robert. 1985. "The design of seed storage facilities for genetic conservation". Handbook for Genebanks, 1. International Board for Plant Genetic Resources, Italia. 100 pp.

De Miranda M. 2001. "Acesso a los recursos genéticos". En: Berretta y Rivas (ed.), Estrategia en Recursos Genéticos para los Países del Cono Sur. Procisur, pp. 21-32.

Engle, L.M. 1992. "Introduction to concepts of germplasm conservation". In: M.L. Chadna, A.M.K. Anzad Hossain & S.M. Monowar Hossain (comps.), Germplasm collection, evaluation, documentation and conservation. Asian Vegetable Resaerch and Development Center, Taiwan, pp. 11-17.

Engelmann, F. 1997. "*In vitro* conservation methods". In: Biotechnology and Plant genetic Resources Conservation and Use. J. Callow; B. Ford-Lloyd y H. Newbury (eds.). CAB International, Wallingford, Oxon. pp. 119-161.

FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la Conservación y la utilización sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Declaración de Leipzip. Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Leipzig, Alemania, 17-23 de junio, 64 pp.

FAO/ IPGRI. 1997. "Técnicas *in vitro* para la colecta de germoplasma Vegetal". En: J. Sandoval & M. Villalobos (eds.), Food and Agricultural Organisation of the United Nations. Rome. (*in press*).

Godwin, I.; Sangduen, N.; Kunanuvatchaidach, R.; Piperidis, G. & Askins. S. 1997. "RAPD polymorphisms among variant and phenotypically normal rice (*Oryza sativa* var. *indica*) somaclonal progenies". Plant Cell Rep., 16: 320-324.

Harrington, J.F. 1972. "Seed storage and longevity". En: (T.T. Kozlowsky, ed.), Seed Bilogy, vol 3. Academic Press, Reino Unido, 8 pp.

Jaramillo, S. & M. Baena, 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en *Conservación Ex Situ* de los Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia, 209 pp.

León, P. 2005. "Frente al cambio climático global genes para la agricultura en zonas áridas". Revista Tierra Adentro, 61: 20-22.

Lundergan, C. & J. Janick. 1979. "Low temperature storage of *in vitro* apple shoots". Hort. Sci. 14: 514.

Marticorena, C. 1990. "Contribución a la estadística de la flora de Chile". Gayana Botánica, 47: 85-113.

Niino, T. 1993. "Cryopreservation of deciduos fruit and mulberry trees Peprint from JICA". CRPREFN, 6: 57-85.

Niino, T. Seguel, I. & T. Murayama. 2000. "Cryopreservation of vegetative propagated species (mainly mulberry)". In: Engelman, Florent & Hiroko Tagaki (eds.), Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm. Current Research Progress and Application, 194-199 pp.

ONU, 1992. Convenio sobre Diversidad Biológica. Rio de Janeiro, Brasil.

Oka, S. & T. Niino. 1997. "Long term storage of pear (*Pyrus* spp.) shot culture *in vitro* by minimal growth methods". JARQ. 31: 1-7.

Painting, K.A., M.C. Perry, R.A. Denning & W.G. Ayad. 1993. Guía para la Documentación de Recursos Genéticos. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma. 309 pp.

Pierik, R. 1987. *In vitro* culture of higher plant. Martinus Mijhoff Publishers. Dorohecht Netherlands, 321 pp.

Robert, E. 1973. "Predicting the viability of seeds". Seed Sci. Technol, 1: 499-514.

Salazar, E. 2005. La conservación *ex situ* de especies cultivadas y nativas en Chile. Antecedentes preliminares Proyecto FIA. PR-V-2004-1-A- 02. Proyecto en ejecución Unidad Recursos Genéticos INIA La Platina.

Seguel, I. 2001. Conservación de recursos fitogenéticos *ex situ*. En: Berretta y Rivas (eds.). Estrategia en Recursos Genéticos para los Países del Cono Sur. Procesur, 79-90 pp.

Towill, L.E. & E.E. Roos. 1989. "Techniques for preserving of plant germplasm". In: L. Knutson y A.K. Stoner (eds.), Biotic diversity and germplasm preservation, global imperatives. Kluwer Academic Publishers, Holland. pp. 379-403.

Whiters, L. 1980. Tissue culture storage for genetic conservations. Roma International Board for Plant genetic resources.

Recursos Fitogenéticos Conservados *ex situ* en Bancos de Germoplasma de Chile[1]

Categoría	Géneros	Especies	Total de entradas
Aromáticas	3	4	206
Cereales	4	6	28.129
Forestales	16	37	2.692
Forrajeras	17	43	927
Frutales mayores y vides	17	28	565
Frutales menores	7	14	649
Hortalizas	22	34	5.015
Industriales	4	5	65
Leguminosas	7	10	5.075
Medicinales	17	20	67
Oleaginosas	12	12	251
Ornamentales	49	56	384
Pseudocereales	2	3	228
Silvestres	177	361	7.721
Tubérculos y raíces	1	1	1.687
Otras (Cianobacterias)	s.i.	s.i.	
Total	355	634	53.661

1. Sistemas de conservación: Bancos base, Bancos activos, cámaras de trabajo, in vitro, jardines de variedades.
Fuente: Salazar, 2005. Unidad de Recursos Genéticos INIA La Platina (com. pers.).
Regiones corresponden a las vigente en 2005.

Centro de tenencia y producción de flora silvestre. Jardines Botánicos

Institución	Ubicación		Categoría / Organización	Año de creación	Especies	N° géneros	N° especies	N° entradas
Jardín Botánico del Desierto – Universidad de Antofagasta	Antofagasta	II Región	Público	2003	Nativas y exóticas	21	21	s.i.
Jardín Botánico Chagual	Santiago	RM	Corporación	2010	Nativas	52	80	103
Jardín Botánico Nacional	Viña del Mar	V Región	Fundación	1952	Nativas y exóticas	88	177	11989
Jardín Particular Franz Baehr	Algarrobo	V Región	Privado	1984	Nativas	25	33	166
Jardín de Cactus La Punta	San Francisco de Mostazal	VI Región	Privado	1994	Nativas	15	132	373
Jardín Botánico – Universidad de Talca	Talca	VII Región	Público	2005	Nativas y exóticas	161	263	315
Jardín Botánico – Universidad Austral de Chile	Valdivia	X Región	Público	1957	Nativas y exóticas	s.i.	s.i.	s.i.
Arboretrum – Universidad Austral de Chile	Valdivia	X Región	Público	1971	Nativas y exóticas	183	499	647

Fuente: Salazar, 2005. Unidad de Recursos Genéticos INIA La Platina (com. pers.).
Regiones corresponden a las vigente en 2005.

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y CONVENIOS INTERNACIONALES

INTRODUCCIÓN

JAIME ROVIRA

Desde mediados de la década de los noventa empieza a afirmarse progresivamente un nuevo contexto para la gestión pública en biodiversidad. Este proceso inicialmente se manifiesta con la aprobación de nuevos instrumentos legales y acarrea no pocas tensiones a la institucionalidad vigente. Son hitos particularmente significativos a ese respecto la promulgación de la Ley de Bases para el Medio Ambiente y la ratificación por parte de nuestro país del Convenio sobre Diversidad Biológica, ambos eventos ocurridos en 1994. Estas leyes marco, cuyo progresivo despliegue e implementación, junto a otros cuerpos complementarios de carácter más específico, auguran para los próximos años una transformación importante de la forma en como se gestiona la protección y el uso sustentablemente de nuestra biodiversidad, de cómo el tema se incorpora en el conjunto de políticas públicas sectoriales y de cómo esta preocupación se refleja en nuevos mecanismos de cooperación público-privados.

Este proceso se va acoplando e interactúa con formas de gestión más tradicionales que reflejan como, desde hace ya muchos años, se hacen grandes esfuerzos desde el Estado, para proteger la biodiversidad, aunque no fuera nombrada como tal. Son herencias importantes de ese período un entramado legal significativo para la protección de especies, la regulación de la caza, la pesca y otras formas de utilización directa de la biodiversidad, leyes sectoriales que progresivamente se adaptan al nuevo contexto; una red de áreas protegidas establecidas desde los inicios del siglo XX y que cubre actualmente el 19 por ciento de nuestro territorio continental, un Museo de Historia Natural y universidades con una larga trayectoria de investigación y educación en torno a la biodiversidad del país.

En el año 2003 el Consejo Directivo de CONAMA aprueba la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Ello marca un hito en la historia de la gestión pública en esta materia, porque gatilla un incremento de acciones a favor de la biodiversidad. Esas medidas fueron recogidas en su Plan de Acción, que se puede revisar en el sitio web www.conama.cl.

En general, históricamente, la protección de la diversidad biológica comprende diferentes formas. Existe la llamada protección *in situ* o protección en el hábitat y la protección *ex situ* o protección de especies fuera de su lugar natural de existencia. También diferenciamos la protección de biomas o ecorregiones, paisajes, ecosistemas o hábitat, según el tamaño de los espacios que se protegen. Los biomas contienen diversos paisajes, que albergan diferentes ecosistemas; estos últimos tienen diferentes hábitat. Cuando hablamos de sitios de protección, podemos estar refiriéndonos a cualquiera de los conceptos anteriores (habrán sitios grandes y pequeños). Lo más importante para la sobrevivencia de todos los seres vivos es su entorno. Por ello, tradicionalmente, se han hecho muchos esfuerzos por proteger la diversidad biológica a través de áreas protegidas. Eso permite resguardar un espacio, en que viven varias comunidades de especies, en condiciones que posibilitan los procesos esenciales para su existencia y asegurar las funciones ecológicas de ese espacio y sus integrantes. La creciente ocupación del ser humano de todos los espacios, gracias a tecnologías que lo hacen cada vez más independiente de las condiciones físicas del entorno, hace que las áreas donde los procesos naturales se desenvuelven con baja intervención se encuentren cada vez más rodeados de espacios muy intervenidos, donde los procesos ecológicos se encuentran fuertemente alterados. El gran desafío es conectar los espacios más naturales e integrar la conservación de componentes del ecosistema en los espacios más alterados. Así podremos sostener la vida en nuestra tierra por siempre para nuestros descendientes humanos y nuestros vecinos de flora y fauna. La ciencia y el arte de lograr esa convivencia son materia de investigación científica, de esfuerzos de comunidades organizadas y no organizadas, de preocupación y trabajo de numerosos servicios públicos en Chile y en el mundo. En el caso de nuestro país, acordamos recientemente un Plan de Acción para implementar la estrategia nacional de protección y uso sustentable de nuestra biodiversidad. Son cerca de 300 acciones de corto plazo y cerca de 40 de mediano y largo plazo. Una de las acciones más destacadas es la conformación de un Comité Nacional de Biodiversidad y capítulos similares en cada región. En ellos se planifica

Páginas siguientes: **Uno de los zorros más conocidos en nuestro país es el chilla. Se los puede observar desde Atacama hasta Tierra del Fuego. Miden cerca de noventa centímetros de largo y pesan aproximadamente cuatro kilos. Los chilla se caracterizan por movilizarse siempre en familia. El grupo está formado por el macho, la hembra y sus crías. Estos últimos —como los de esta foto en el salar de Tara, II Región— no tienen grandes preocupaciones, ya que dedican gran parte de su tiempo a jugar. Sin embargo, a través del juego ejercitan su musculatura y habilidades cazadoras. El grupo familiar mantiene siempre vínculos sociales y jerárquicos.** Foto: Nicolás Piwonka.

y ejecutan acciones públicas en esta materia, por ejemplo, una Política Nacional de áreas protegidas públicas, privadas, acuáticas y terrestres.

Entre los pasos dados en los últimos años para estimular la protección de la biodiversidad y para resguardar espacios especiales, está la identificación de sitios importantes para proteger. Las Comisiones Regionales del Medio Ambiente de todo el país —COREMA, que presiden los intendentes—, han identificado más de trecientos lugares de importancia para la diversidad biológica, en un proceso participativo de científicos locales, técnicos y ONG. De esos sitios hay que distinguir los primeros 68 priorizados por esas COREMA, que en su opinión cumplen condiciones para ponerlos bajo protección con relativa facilidad. Se acompaña también el listado de esos sitios con breves datos. El primer paso es poner esos sitios bajo protección oficial, a través de alguno de los numerosos instrumentos reconocidos en el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Posteriormente, hay que obtener la protección efectiva, que consiste, al menos, en contar con un Plan de Manejo, Programa de Actividades o Guía de Manejo del Sitio y recursos humanos y materiales para implementarlo (administración del sitio). Estudios recientes indican que en la parte terrestre de nuestro país, podríamos aproximarnos mucho a la meta de protección de "a lo menos el 10 por ciento de la superficie de los ecosistemas relevantes" si pusiéramos bajo protección los sitios identificados por las COREMA.

Pero la protección de los hábitat no es suficiente. Algunas especies requieren un tratamiento de protección especial. Los animales terrestres de mayor tamaño y todos los acuáticos son capaces de desplazarse grandes distancias. Lo mismo ocurre con algunas especies de flora, por ejemplo, las especies vegetales que ocupan animales, el agua o el viento para desplazarse. Ellas necesitan de grandes espacios para sobrevivir o, en el caso de aves migratorias, suficientes paradas en su desplazamiento. Por otra parte, hay especies que sobreviven en espacios muy especiales, dependientes de otras especies muy particulares o de condiciones físicas determinadas. Para una protección exitosa de la biodiversidad no basta con proteger espacios, se requiere tener políticas, estrategias y tácticas particulares. Un ejemplo de ello es el reglamento para clasificar las especies silvestres según su estado de conservación. Se trata de clasificar, de acuerdo a criterios objetivos, especies presumiblemente amenazadas de extinción. Los expertos se ponen de acuerdo en el estado de las especies en estudio y, con ello, provocan acciones focalizadas hacia las especies que más lo necesiten. Idealmente eso determina la selección o prioridad de proteger un determinado sitio en el país. En el marco del Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Biodiversidad se elaboró una Política Nacional de Protección de especies amenazadas, para orientar la política pública respecto a esas especies.

Los genes presentes en nuestra biodiversidad también son motivo de preocupación. Se intercambian libremente en la naturaleza a través de un proceso conocido como flujo génico. En una misma especie, ese flujo es relativamente rápido y permite su supervivencia como población. Entre especies diferentes es más lento y se realiza por vectores, como los virus y las bacterias. El ser humano ha descubierto ese fenómeno y lo trata de usar en su beneficio. La defensa de nuestra riqueza genética se hace protegiendo los ecosistemas y las especies, pero requiere de esfuerzos adicionales. Se trata de protegerla de genes "artificiales" (seguridad ante la biotecnología) y de un uso que no beneficie a los que vivimos en este país. Por ello, el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Biodiversidad contempla dos leyes: de bioseguridad ante la biotecnología; y de acceso a los recursos genéticos nativos, para regular el acceso a nuestra riqueza genética de modo tal, que nuestro país se beneficie de ese acceso.

En esta sección se puede conocer in extenso el marco mencionado, además de los sitios priorizados en estrategias regionales de protección de la biodiversidad y una matriz con información sobre tratados internacionales ratificados por Chile en estas materias.





ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

DOCUMENTO OFICIAL

ANTECEDENTES GENERALES

De acuerdo al Convenio sobre Diversidad Biológica, suscrito y ratificado por Chile en 1994, la biodiversidad se refiere a la cantidad y variedad de los organismos vivos que hay en el planeta. Se define en términos de genes, especies y ecosistemas. Los seres humanos dependen de la diversidad biológica para su supervivencia. Por lo tanto, es posible decir que "biodiversidad" es sinónimo de "vida sobre la tierra". La presente estrategia reconoce la importancia de la biodiversidad como eje de la vida sobre la tierra y concentra sus esfuerzos en su conservación, incluyendo el uso sustentable de sus componentes. Este compromiso reconoce además que la conservación de la biodiversidad es de interés común para toda la sociedad, así como una parte integrante del proceso de desarrollo.

Toda la biodiversidad tiene un valor intrínseco: las praderas, los bosques, la flora y la fauna, no sólo existen para servir a los humanos. Aún así, la presente estrategia examina la conservación de la diversidad biológica desde la perspectiva humana, porque la actividad antrópica da origen a la presión que la biodiversidad experimenta, superando largamente la de los procesos naturales que inducen cambios en su estado.

En otras palabras, la biodiversidad comprende ecosistemas, comunidades de especies animales y vegetales, las propias especies y sus interrelaciones y sus recursos genéticos. Toda la diversidad de vida que existe en los mares, agua dulce y ambientes terrestres participa de múltiples procesos que inciden sobre el equilibrio del clima, los ciclos del agua, la evolución de los suelos. La biodiversidad cumple funciones ecológicas vitales para todo el sistema. Los habitantes del suelo contribuyen a hacer posible el crecimiento de las plantas, incluidos los cultivos, descomponen los residuos orgánicos y varios inorgánicos; las plantas, en todos sus hábitat —desde las montañas hasta el fondo del mar— sostienen el suelo o sustrato, son alimento de animales, regulan el ciclo del agua para beber o para la agricultura.

En este sentido, debemos considerar los servicios que la biodiversidad nos entrega. Ella nos da servicios directos e indirectos. Los beneficios directos se extraen principalmente de las plantas y animales de un ecosistema en forma de alimentos y materias primas. Los recursos genéticos también proporcionan beneficios directos en la medida en que aportan los genes que pueden mejorar el rendimiento de un cultivo o hacerlo resistente a las enfermedades, o con los cuales es posible desarrollar medicamentos y otros productos.

Los beneficios indirectos surgen de las interacciones y retroalimentaciones entre los organismos que viven en un ecosistema. Estos servicios son, por ejemplo, el control de la erosión, la purificación y el almacenamiento de agua por parte de plantas y microorganismos del suelo en una cuenca o la polinización y dispersión de semillas a través de insectos, aves y mamíferos. Aunque menos tangibles, hay otros beneficios que también poseen un alto valor: la belleza escénica, el disfrute de un paisaje, el significado espiritual de un bosque. En su calidad de manifestaciones de la naturaleza, la biodiversidad contribuye con un marco psicológico y espiritual para nuestra existencia.

Como fuente de riqueza y bienestar, la diversidad biológica resulta indispensable para el bienestar humano, la integridad cultural, los medios de vida de la población y la supervivencia de las generaciones actuales y venideras. Ella desempeña una función decisiva en el desarrollo del país y es una pieza fundamental para la erradicación de la pobreza. Es por ello que su estado se encuentra en directa relación con la presión que ejerce la actividad humana. En términos de la contribución al desarrollo, su importancia para el país se ve reflejada en los aportes a la economía nacional, donde el 20 por ciento del PIB corresponde a los sectores primarios de minería, agricultura y pesca. Las exportaciones aportan un 30 por ciento del PIB, donde cabe señalar que gran porcentaje son recursos naturales o derivados de ellos. La minería representa el 44 por ciento, la agricultura el 14 por ciento, la pesca el 9 por ciento y el sector forestal el 13 por ciento, lo que totaliza un 79 por ciento frente a sólo el 21 por ciento del sector industrial. A su vez, los diez principales productos de exportación son derivados directos de recursos naturales, alcanzando la cifra de US$ 9.000 millones.

Otro importante sector de la economía nacional relacionado con la biodiversidad y el paisaje corresponde al turismo, el que ha ido en aumento en los últimos años. La información que se tiene del sector indica que al menos el 60 por ciento de los turistas ingresan a Chile atraídos por su naturaleza, existiendo una gran oferta de ecosistemas desde

las zonas desérticas del norte, los bosques húmedos y lagos del sur, hasta las estepas y glaciares de la zona austral.

Chile ha tenido un notable crecimiento económico en las dos últimas décadas, lo que ha producido una fuerte presión al patrimonio natural del país. Ello ha sido abordado a través de acciones legales y normativas para la protección ambiental así como la implementación de un Sistema Nacional de Gestión Ambiental. A pesar de las amenazas derivadas de las actividades productivas, es posible reconocer el positivo avance que durante la última década se ha logrado tanto por medio de la legislación ambiental, como también gracias a la participación ciudadana que desarrollan ONG y las organizaciones sociales de base. Ejemplos de ello lo constituyen la ejecución de proyectos del Fondo de Protección Ambiental y otros fondos provenientes del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), programas de pequeños subsidios del PNUD (PPS) y del Fondo de las Américas.

En materia de conservación, Chile ha implementado una Ley de Caza y Ley de Pesca y Acuicultura, ambas con importantes consideraciones en términos de preservación de especies y ecosistemas. Adicionalmente, existen los Santuarios de la Naturaleza, las Áreas con Prohibición de Caza, Sitios Ramsar, Reservas de la Biosfera y Áreas Marinas Protegidas, entre otros.

Otro ejemplo notable es el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de todos los proyectos que pudieran provocar algún daño al entorno, como también la puesta en vigencia de normas primarias y secundarias para mejorar la calidad del aire y de las aguas y la valorización de la biodiversidad incluida en los proyectos del FPA y de los programas de educación ambiental realizados con el Ministerio de Educación. Por último, cabe destacar que para el año 2006 Chile contará con un 80 por ciento de sus aguas tratadas con una extensa red de procesos y plantas de depuración de aguas domiciliarias e industriales, asegurando así un impacto positivo en las especies silvestres y ecosistemas y colocando al país en un sitial de privilegio en América Latina.

En cuanto a la conservación de la biodiversidad, el país realizó en el pasado grandes esfuerzos por expandir las áreas protegidas y por mejorar su manejo, siendo destacable que estas áreas alcanzan a un 18,6 por ciento de la superficie nacional. Pese a ello, no ha contado con una estrategia nacional efectiva de conservación de la biodiversidad, faltando investigación sistemática y dirigida, lo que hace difícil conocer con exactitud el patrimonio que se pierde, aumenta o se mantiene.

La presente Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad pretende suplir los vacíos existentes y crear el marco orientador, inserto en un plan nacional con acciones específicas que actúen sobre el patrimonio natural nacional. La estrategia toma como base el Convenio Internacional sobre Diversidad Biológica en el que se menciona que la tendencia al empobrecimiento del medio natural puede revertirse cuando la sociedad en su conjunto y las poblaciones locales obtienen beneficios de la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. El Convenio Internacional plantea como objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes, y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Las características que acentúan la importancia para Chile de la diversidad biológica están dadas por la existencia de especies, ecosistemas y territorios de gran singularidad y elevado valor ecológico global (endemismo); la presencia de *hotspots* de biodiversidad reconocidos mundialmente, los servicios ambientales que proporciona, la alta productividad biológica y el significativo valor económico de sus recursos naturales por ser la base del crecimiento del país. El considerar la vulnerabilidad de este patrimonio frente a las presiones antrópicas y a los fenómenos catastróficos previsibles, como terremotos, cambios climáticos, la destrucción de la capa de ozono y los efectos de la corriente El Niño y otros ha sido parte de la preocupación de la política ambiental del país, planteada como uno de los grandes temas ambientales, al incluir la necesidad de proteger efectivamente los principales componentes del patrimonio natural.

Las amenazas al patrimonio natural y los ecosistemas han estado históricamente dadas por los procesos de contaminación de los recursos hídricos, malas prácticas tanto públicas como privadas, la presión que ejerce la expansión urbana, la introducción de especies que alteran la biodiversidad ya sea por sustitución, extinción o ingreso de plagas y enfermedades, el incremento de la presión extractiva-productiva sobre los recursos naturales —bosque nativo, capturas pesqueras, demanda de recursos hídricos y expansión de cultivos entre los principales—, la pérdida de bosque nativo y la fragmentación de ecosistemas y vulnerabilidad de especies entre otros.

Bajo este contexto histórico, el país cuenta con un pasivo ambiental que ha incrementado la vulnerabilidad de ecosistemas y de especies de flora y fauna. A modo de ejemplo, una cantidad importante de suelos están erosionados por prácticas históricas (78 por ciento de suelos de aptitud silvoagropecuarias); existe una creciente desertificación (62 por ciento del territorio); escasez de recursos hídricos para disponer de caudales ecológicos (de la VII Región al norte); la explotación histórica y de bajo grado de sustentabilidad a que han sido sometidos los ecosistemas marinos; la disminución y pérdida de calidad del bosque nativo, ya sea por sustitución, explotación maderera o uso como combustible; así como una extendida contaminación puntual y una creciente contaminación difusa de las aguas continentales. A modo de ejemplo, de 684 especies de vertebrados terrestres analizados según su estado de conservación, un 35 por ciento presenta problemas. El caso de los peces de agua dulce es el grupo más afectado, donde sus 44 especies (100 por ciento) presentan problemas serios de conservación.

Finalmente, el establecimiento de una estrategia nacional en materia de biodiversidad, permitirá mejorar la gestión sustentable del patrimonio natural, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Se considera como primera prioridad la prevención del deterioro del patrimonio natural, asegurando la conservación de biodiversidad en sus tres niveles (gen, especie, ecosistema), de

los atributos y procesos relevantes de los suelos y las aguas, pues esto es más simple, eficaz, eficiente y equitativo que su recuperación.

A continuación de la aprobación de esta estrategia por parte del órgano superior de políticas ambientales del país, el Comité de Ministros de CONAMA comenzará un proceso de elaboración de un Plan de Acción Nacional que permitirá resolver medidas y cronograma de materialización de lo propuesto. Dicho proceso incluirá una amplia participación de todos los sectores interesados de la sociedad de manera de reconocer la totalidad de los valiosos aportes y afirmar los compromisos de todas las partes. La coordinación e implementación será responsabilidad del Comité Operativo para el Plan de Acción Nacional para la Biodiversidad, el que estará constituido por los representantes de los servicios más directamente relacionados con la conservación de la biodiversidad y contará con la colaboración estrecha de aquellos representantes de ONG y del mundo privado que aseguren la más amplia visión y compromiso en el tema.

Estrategias regionales

La presente propuesta de estrategia tiene como importante antecedente el proceso regional de elaboración de las estrategias regionales. A partir de mayo de 2002 se llevó a cabo un proceso en cada una de las regiones del país para elaborar estrategias regionales para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Este incluyó la elaboración de un diagnóstico del estado de conservación de la biodiversidad regional, identificar actividades antrópicas que afectan —positiva o negativamente— la biodiversidad regional y acordar lineamientos estratégicos y prioridades de acción. El proceso fue altamente participativo y diseñado de manera de incorporar a los actores relevantes e interesados tempranamente en él (autoridades, servicios públicos, sector académico, sector privado y organizaciones de la sociedad civil), de manera de llegar a acuerdos en las propuestas de acción. El objetivo del proceso fue diseñar un conjunto estructurado de objetivos, prioridades, acuerdos y acciones para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, estableciendo el rol que le cabe a cada actor relevante en la ejecución de las acciones comprometidas.

Se desarrolló en las trece regiones del país una discusión sobre las mejores estrategias de protección de nuestra biodiversidad, que en el caso de los ecosistemas se visualiza la necesidad de incrementar su número. Con este propósito, el proceso regional apuntó a identificar sitios prioritarios para la conservación con oportunidad de emprender acciones de protección durante el presente gobierno. Aunque esta priorización dejó una gran cantidad de sitios importantes para una segunda etapa de implementación, sí destacó aquellos que reúnen características ecosistémicas relevantes junto con consideraciones importantes para los habitantes de la región. Posteriormente, se procedió a elaborar un plan de acción para lograr la protección efectiva de la biodiversidad de cada uno de estos sitios, que abarcan ambientes terrestres, marinos, de aguas dulces y de islas.

SITUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE

La ley de Bases del Medio Ambiente (Título I, artículo 2º) define la diversidad biológica como "la variabilidad entre los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas".

La diversidad biológica en Chile presenta características singulares, tal vez no comparables con la riqueza de otras zonas del planeta, como es el caso de las regiones tropicales, pero sí por su valor endémico, determinado por una situación geográfica y fitosanitaria exclusiva, aislada por la cordillera de los Andes, el Océano Pacífico, el desierto de Atacama y los hielos polares. Esta singular diversidad caracterizada por la geografía, sumado a las diferencias de latitudes desde subtropical a subantártico, hacen del territorio un país de montañas, valles y climas únicos en el planeta, con gran riqueza ecosistémica.

En Chile, la principal preocupación en materia de conservación ha estado radicada en el aparato estatal, siendo el principal instrumento el SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), junto a otros cuerpos normativos dispersos y manejados en diferentes ministerios y servicios públicos. No obstante ello, uno de los problemas que persiste en el país es la falta de representación de una parte significativa de ecosistemas al interior del SNASPE, con agravantes que muchos de ellos representan grandes territorios bajo protección oficial pero no efectiva.

A pesar de instrumentos relevantes como las medidas de compensación del actual Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que ha permitido poner bajo protección más de 50.000 ha, es importante reconocer la fragilidad del actual SNASPE, especialmente considerando que su cuerpo legal está supeditado a la publicación del decreto que fija las plantas de la CONAF pública, situación no resuelta desde hace dos décadas. Pero el aparato público no es el único llamado a proteger la naturaleza, ya que es una tarea de la sociedad en su conjunto. Desde este aspecto, es notorio en la última década el aumento en la motivación de los privados para participar en tareas de protección de biodiversidad, mediante formación de redes de expertos, redes de ONG y de otras organizaciones de la sociedad civil más locales y reservas privadas, entre otros, lo cual está contribuyendo a mejorar las deficiencias del actual sistema estatal. Esta participación aún es insuficiente en el contexto nacional, pero debiera aumentar en la medida que exista una mejor legislación y programas de fomento a iniciativas privadas.

En cuanto al conocimiento formal sobre la riqueza y características de la biota chilena, la investigación en Chile tiene dos siglos, período en el cual se ha acumulado un valioso acervo de conocimientos. Pese a ello queda mucho por hacer, ya que a la fecha se carece de un panorama razonablemente completo de la diversidad biológica de Chile. Aún existen deficiencias en taxonomía y sistemática, faltan inventarios taxonómicos de grupos y regiones poco estudiados, especialmente especies de flora y fauna silvestre con problemas de conservación.

En materia de diversidad específica, un estudio de síntesis realizado en la década de los noventa, mostró que la diversidad en Chile alcanza una cifra cercana a las 29.000 especies. Se estima que el número es bastante conservador, puesto que numerosos taxa no han sido aún inventariados. A modo de ejemplo, existe una gran deficiencia en los inventarios de artrópodos y microorganismos, tales como bacterias, protistas, nemátodos, rotíferos, arácnidos, quilópodos y diplópodos, entre otros. De esta manera es posible que muchas especies endémicas en Chile se encuentren amenazadas, aun cuando todavía se desconoce suficientemente el aporte que pudieran tener a futuro en áreas tan específicas como la medicina, la industria o el mejoramiento genético para la agricultura.

Como se ha mencionado, la biota chilena no se caracteriza por una alta riqueza en especies, pero un atributo destacable corresponde a su grado de endemismo, junto con una distribución heterogénea en todo el territorio. A modo de ejemplo, en el caso de la flora un 55 por ciento de las dicotiledóneas, un 33 por ciento de las gimnospermas y un 29 por ciento de los pteridófitos son exclusivas del territorio nacional. Respecto a la fauna, en los insectos el endemismo alcanza el 44 por ciento en lepidópteros, un 45 por ciento en coleópteros, un 53 por ciento en dípteros y un 92 por ciento en los heterópteros. En el caso de los vertebrados, los anfibios exhiben el mayor grado de endemismo alcanzando el 78 por ciento, seguido de los reptiles, con un 59 por ciento. El caso de las aves contrasta con lo expresado, ya que, siendo el grupo más numeroso, su endemismo es sólo de un 2 por ciento.

En cuanto al conocimiento de la diversidad intraespecífica (genética), no se dispone de una síntesis de la información como en el caso de la diversidad específica. Se requiere mejorar el catastro de las actividades de prospección de recursos genéticos realizados en el país, lo que mejorará el conocimiento de las numerosas subespecies, cuyo número puede ser considerado como primer indicador de la variabilidad genética de las especies. La diversidad genética representa para el futuro una fuente importante de riqueza, pudiendo convertirse en recursos económicos, por lo que resulta de suma urgencia regular el acceso a estos recursos.

En relación con la diversidad de ecosistemas presentes en Chile, como base de clasificación se reconoce principalmente la fisionomía, la vegetación y los atributos climáticos; y con menor frecuencia la distribución de la fauna. No obstante, no existe un sistema de clasificación consensuado de los ecosistemas chilenos; por el contrario, se dispone de variados sistemas de clasificación de la biota, tanto regionales como nacionales, los cuales en su mayoría no son coincidentes.

Pese a no estar definida a nivel ecosistémico, uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el que reconoce y ordena agrupaciones vegetales que constituyen paisajes vegetacionales, en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, subregional y de formación vegetacional. En esta clasificación, la región desértica cubre la mayor superficie del país (22 por ciento), seguida por las regiones de bosque siempreverde y turberas (18 por ciento), estepa alto-andina (17 por ciento), matorral y bosque esclerófilo (10 por ciento), bosque caducifolio (8 por ciento), bosque andino patagónico (7 por ciento), estepa patagónica (4 por ciento), y bosque laurifolio (3 por ciento).

Respecto al funcionamiento ecosistémico, la información que se tiene no es completa, ya que ha sido escasamente estudiado en Chile, por lo que a este nivel no es factible analizar la diversidad y variabilidad ecosistémica. De igual forma, es escasa la información que analiza la potencial respuesta al nivel específico y ecosistémico de la biota chilena, frente a eventuales cambios globales en patrones climáticos.

En cuanto al estado de conservación de la biota en Chile, se reconoce como un problema ambiental la amenaza a la diversidad biológica, en donde la pérdida de especies y las modificaciones de paisajes ha sido destacada desde tiempos coloniales. De hecho, una fracción significativa de la biota nacional tendría problemas de conservación y estas amenazas se expresarían a lo largo de todo el país, situación que se ve reflejada en los "libros rojos". Las categorías empleadas para clasificar las especies según su estado —extinta, en peligro, vulnerable, rara, indeterminada, inadecuadamente conocida— han sido ampliamente utilizadas, convirtiéndose en una herramienta valiosa para elaborar programas de conservación a escala nacional e internacional. Sin embargo aún no se cuenta con un procedimiento para clasificar las especies según su estado de conservación, encontrándose actualmente en proceso la aprobación del Reglamento de Clasificación de Especies, de acuerdo a la Ley 19.300 de 1994.

Al analizar el estado de conservación al nivel de especies, la información que se tiene al respecto indica que la mayoría de la biota chilena no ha sido evaluada suficientemente; sin embargo, en casi todos ellos se reconoce que algunas especies de diferentes grupos taxonómicos tienen problemas de conservación. De los vertebrados, sólo los peces marinos no han sido clasificados en términos de su estado de conservación y los anfibios y peces de agua dulce serían los grupos más expuestos a su desaparición en numerosas partes del país.

De la investigación existente se ha concluido que el número de especies con problemas de conservación varía regionalmente. En general, las regiones centrales (V, VI, VII) y X contienen la mayor cantidad de especies con problemas, aunque no todos los grupos tienen mayor cantidad de especies en esa situación en estas regiones: en mamíferos, las regiones I y XII; en aves, las regiones V,VI y X; en reptiles, las regiones II y V; en tanto en anfibios y peces dulceacuícolas, la mayor cantidad de especies con problemas está en la VIII, IX y X Región.

Al efectuar un análisis del estado de conservación a un nivel superior, las amenazas a la conservación de la diversidad biológica se expresan también al nivel del paisaje y ecosistemas. A modo de ejemplo, la deforestación y sustitución de bosques nativos en Chile central no sólo significa la desaparición de especies restringidas a una región específica, sino además implica la desaparición del "bosque maulino", una formación vegetacional propia del país, la cual disminuye a una tasa de 8 por ciento anual. En prácticamente todo el territorio nacional las ecorregiones terrestres tienen problemas de conservación.

Aun cuando la mayor parte de la biota chilena no ha sido clasificada en su estado de conservación, la información disponible indica que una fracción importante de ella está en peligro de desaparecer local o globalmente. Su correlación con los ecosistemas (analizados como ecorregiones), indica que estos también se encuentran en estado crítico o vulnerable. De esta forma el desafío que enfrenta el país con motivo de la diversidad biológica, estará centrado en evitar su empobrecimiento como resultado de diversas acciones antrópicas.

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

Marco estratégico

Visión

La biodiversidad del país se protege, conoce y utiliza de manera sustentable por parte de toda la sociedad, de forma de conservar los procesos ecológicos esenciales de la biosfera y promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

Fundamentos

La Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad se basa en el compromiso del país con la preservación, conservación, restauración y el desarrollo sustentable a partir de nuestra diversidad biológica. Estos fundamentos constituyen el marco de desarrollo de la estrategia.

Participación: los diversos sectores sociales deben participar en la definición e implementación de las estrategias de conservación de la biodiversidad. El Estado persigue asegurar y promover la participación y la consulta pública a fin de entender los intereses y necesidades para construir acuerdos basados en objetivos y acciones comunes.

Justicia y equidad: entre grupos sociales, étnicos, género y generaciones, en la distribución de beneficios del uso sustentable de la biodiversidad y en los costos de su conservación.

Respeto: a toda forma de vida y a las diferentes formas de conocimiento y uso sustentable de la biodiversidad generadas y transmitidas a través de las generaciones.

Compromiso: con la preservación, restauración, conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

Responsabilidad: de la sociedad en su conjunto, en especial de todos los actores involucrados en la estrategia.

Principios

Los siguientes principios guiarán la implementación de la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad:

Prevención. Prevenir el deterioro de nuestra biodiversidad es menos costoso, más eficiente, eficaz y equitativo que su recuperación y reposición.

Responsabilidad individual y colectiva. Todos los chilenos tienen la obligación de asegurar el uso sustentable y de promover la conservación de la biodiversidad.

Cooperación entre actores. La realización de acciones complementarias entre los agentes privados, públicos y las organizaciones ciudadanas son requisito para la gestión sustentable de la biodiversidad.

Decisiones informadas. El uso sustentable de la biodiversidad debe fundarse tanto sobre la experiencia acumulada como sobre la mejor información disponible, estableciendo claramente los niveles de riesgo.

Responsabilidad global. El país reafirma sus compromisos ambientales internacionales y su disposición a ayudar a resolver los problemas globales y a promover la cooperación internacional.

Uso sustentable. Surge de la necesidad de encontrar, por una parte, métodos de extracción que permitan la sustentabilidad de la actividad productiva, y por otra, alternativas de usos no extractivos de la biodiversidad que sean a la vez sustentables y económicamente rentables.

Educación ambiental y conciencia pública. Para asegurar la puesta en valor de la biodiversidad, lo que facilita tanto la implementación de acciones de protección a nivel local, como la aprobación de políticas y regulaciones de protección a nivel nacional.

Respeto por los conocimientos tradicionales. Respeto a toda forma de vida y a las diferentes formas de conocimiento y uso sustentable de la biodiversidad generadas y transmitidas a través de las generaciones.

Respeto a los derechos públicos, privados y comunes. La gestión de la biodiversidad requiere del reconocimiento de los derechos existentes, sean estos de carácter privado, público y/o comunitario. Al mismo tiempo, dichos titulares deben respetar e integrar en el uso de la biodiversidad el concepto de servicios ambientales y sociales que dicha diversidad cumple.

Consideración de los servicios ambientales de la biodiversidad. La contribución de la biodiversidad como una fuente de riqueza que sustenta las muchas y variadas formas productivas de la sociedad y el bienestar general de la población.

Objetivo general

Conservar la biodiversidad del país, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

Objetivos específicos

- Se mantendrán y restaurarán, en la medida de lo posible, los hábitat y ecosistemas naturales y se protegerán aquellos ecosistemas que han sido modificados en entornos productivos y urbanos.
- Se propondrán acciones que apunten a la supervivencia en el largo plazo de la biodiversidad representativa en el ámbito de los ecosistemas, especies y genes del país, comenzando con el establecimiento, al menos, de la protección del 10 por ciento de la superficie de cada uno de los ecosistemas relevantes antes del año 2010.
- Se establecerán las condiciones y se fomentarán las líneas de acción que aseguren el mantenimiento de las poblaciones de flora y fauna viables en entornos naturales así como las acciones que permitan la conservación *ex situ*.
- Se incentivarán las acciones que permitan demostrar el valor de conservación de la biodiversidad y por lo tan-

to promover cambios de comportamiento y de toma de decisiones de los actores económicos que están directamente relacionados con el uso de la biodiversidad.

- Se promoverán, por una parte, los métodos de extracción que eviten la sobreexplotación de los recursos extraídos y permitan la sustentabilidad de la actividad productiva, y por otra, alternativas de usos no extractivos de la biodiversidad que sean a la vez sustentables y económicamente rentables.
- Se fortalecerá y mejorará la coordinación del actual sistema de gestión pública sobre la biodiversidad, en particular la creación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, públicas y privadas, terrestres y acuáticas, perfeccionando el marco jurídico e institucional y desarrollando nuevos instrumentos de gestión tales como los de ordenamiento territorial, áreas protegidas con diversidad de categorías de protección, normas, incentivos, entre otros.
- Se reforzarán las acciones de investigación requeridas para la generación de conocimiento sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el país.
- Se apoyará el fortalecimiento, armonización e integración de los sistemas de información y programas de educación actualmente disponibles y su aplicación a la gestión y el diseño de políticas, estableciendo mecanismos que permitan la participación de los diversos actores interesados en acceder y/o aportar el sistema.
- Se entregarán conocimientos a través de los sistemas de educación formal y no formal para fortalecer la relación y contacto de la ciudadanía con la biodiversidad, facilitando, de este modo, el aprendizaje de prácticas de uso sustentable del patrimonio natural y el conocimiento de los atributos y funciones de la diversidad biológica.

LÍNEAS ESTRATÉGICAS Y ACCIONES PROPUESTAS PARA CADA UNA DE ELLAS

1. Asegurar la CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del año 2010

a) Clasificación de ecosistemas y establecimiento de prioridades de conservación: se emprenderá la discusión acerca de ecorregiones y ecosistemas que permita priorizar y definir dónde concentrar los esfuerzos de protección, dado que una parte significativa de los ecosistemas no se encuentran representados en el sistema de áreas protegidas existente.
b) Fomentar la conservación, uso sustentable e integración, como áreas de valor ambiental o riqueza biogeográfica, de todas aquellas zonas denominadas de transición (ecotono), como es el caso de las áreas de transición vegetacional entre la VII y X Región.
c) Control de especies invasoras: aplicar el enfoque precautorio mediante el análisis de riesgo a la introducción de nuevas especies exóticas potencialmente invasoras. Mejorar las actuales herramientas para el control de especies exóticas invasoras y establecer programas de erradicación de estas especies, principalmente en ecosistemas frágiles, evitando además su propagación. Perfeccionar los mecanismos de autorización de la entrada, manipulación y fiscalización de nuevas especies exóticas en el país.
d) Establecer corredores biológicos o ecológicos para asegurar una conectividad entre zonas protegidas y áreas con una biodiversidad importante, con el fin de contrarrestar la fragmentación de los hábitat. Estos corredores deberán permitir el incremento en tamaño y aumentar las probabilidades de supervivencia de las poblaciones más pequeñas.
e) Promover la protección de ecosistemas ubicados en propiedad fiscal sin protección legal vigente a través de la entrega en concesiones a terceros (incluidas comunidades, ONG y centros de investigación científica) de territorios de gran importancia ecológica para su uso en actividades compatibles con la conservación.
f) Islas oceánicas (archipiélago Juan Fernández e Isla de Pascua): fortalecer las medidas y programas de erradicación de especies exóticas invasoras, de rescate de especies amenazadas y de restauración de ecosistemas.
g) Implementación de la estrategia de conservación y uso sustentable de los humedales en Chile, que permita dar cumplimiento a la Convención de Ramsar. Identificar y corregir los vacíos legales, así como fortalecer a las instituciones con competencia. Fortalecer iniciativas existentes, principalmente en la zona norte del país, coordinados tanto por instituciones públicas como privadas y ONG, potenciando los actuales mecanismos de preservación vigentes, así como las acciones desarrolladas en los humedales identificados como sitios prioritarios de conservación en las estrategias regionales de conservación de la biodiversidad.
h) Conservación de la biodiversidad en zonas áridas: fortalecer las medidas de prevención y lucha contra la desertificación, así como de mitigación de los efectos de la sequía, mediante políticas y programas pertinentes. Asegurar la completa implementación del Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación.
i) Ecosistemas de montaña: formular y promover programas, políticas y enfoques que integren los componentes ambientales, económicos y sociales del desarrollo sustentable de las zonas montañosas, tales como el programa Sendero de Chile, y refuercen la cooperación internacional en cuanto a los efectos positivos para los programas de erradicación de la pobreza. Ejecutar programas para combatir, según proceda, la deforestación, la erosión, la degradación del suelo, la pérdida de diversidad biológica, la alteración de los cursos de agua y el retroceso de los glaciares.
j) Bosques: lograr la explotación sustentable extractiva y no extractiva de los bosques, combinando los diversos usos sustentables posibles del bosque nativo: extracción de madera y de productos diferentes a la madera y usos no extractivos como el turismo de naturaleza y los programas de preservación.

k) Detener la degradación de suelos permitiendo la conservación de la diversidad biológica que sustentan y reduciendo la sedimentación en hoyas de ríos y estuarios y con ello los impactos negativos sobre flora y fauna acuáticas.
l) Ecosistemas marinos y costeros: desarrollar un sistema de áreas marinas protegidas bajo diferente grado de restricción a su uso que promueva conservación y uso sustentable, teniendo en cuenta su vinculación a la conservación en tierra.
m) Integración y validación en el SNASPE de las áreas protegidas que se deriven como compensación de los proyectos de inversión sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

2. Asegurar la preservación de ESPECIES Y DEL PATRIMONIO GENÉTICO

a) Priorización de especies amenazadas: dictar el Reglamento de Clasificación de Especies en Categorías de Conservación, lo que permitirá tener una categorización oficial del estado de conservación de las especies que sirva de instrumento base para orientar los esfuerzos en conservación. Definir la institucionalidad necesaria para asignar responsables en la conservación de especies.
b) Resolver los vacíos institucionales para asumir la conservación de especies amenazadas. Implementación de un programa que permita mantener poblaciones saludables de las especies que constituyen la biodiversidad de nuestro país, integrando y reforzando los esfuerzos existentes.
c) Revisar y mejorar el actual sistema de clasificación de especies en estado de conservación, teniendo en cuenta los sistemas de clasificación aceptados internacionalmente así como también las características particulares de la situación de la biodiversidad nacional.
d) Conservación *ex situ*: establecer un programa de conservación *ex situ* como herramienta para la recuperación de poblaciones de especies de flora y fauna donde es factible, efectivo y eficiente lograr esta recuperación.
e) Establecimiento de las condiciones para el aprovechamiento de los recursos genéticos: adoptar marcos de regulación para el acceso a los recursos genéticos así como para la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización. Fortalecer las capacidades locales y nacionales.
f) Establecimiento de mecanismos y procedimientos apropiados para evitar o reducir al mínimo los impactos ambientales del desarrollo de la biotecnología, de manera de asegurar la transferencia, manipulación y utilización segura de cualquier organismo vivo modificado. De la misma manera, tomar medidas para resguardar y potenciar los beneficios derivados del patrimonio genético en especies nacionales de importancia alimentaria y medicinal.

3. Promover las PRÁCTICAS PRODUCTIVAS SUSTENTABLES que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad

a) Generar y validar experiencias de uso sustentable de la biodiversidad factible de ser replicado en todo el país de manera que el sector privado y las comunidades locales tengan un control de sus recursos culturales y naturales, se organicen para revelar sus propias preferencias y valoraciones de sus recursos y se apropien del "negocio de la conservación", tengan acceso a recursos tecnológicos de información y financieros para el emprendimiento.
b) Turismo sustentable: promover el desarrollo sustentable del turismo, incluido el turismo de naturaleza y el ecoturismo, a fin de aumentar los beneficios que las comunidades receptoras obtienen de los recursos que aporta el turismo, estableciendo las prácticas y responsabilidades adecuadas de las propias comunidades, los operadores, empresas turísticas y de los usuarios (destinatarios) de los servicios turísticos, manteniendo al mismo tiempo la integridad cultural y ambiental de dichas comunidades y aumentando la protección de las zonas ecológicamente delicadas y del patrimonio natural. Promover el desarrollo sustentable del turismo y el fomento de la capacidad en ese ámbito para contribuir al fortalecimiento de las comunidades rurales y locales, por las oportunidades de crecimiento de esa actividad económica y los importantes aportes que puede significar para el logro de la protección de los ecosistemas.
c) Agricultura sustentable: promover programas de utilización ecológicamente racional, eficaz y eficiente de las prácticas de mejoramiento de la fertilidad de los suelos y de lucha contra las plagas y enfermedades de la actividad agropecuaria. Perseverar en la política de minimización del uso de agroquímicos, su buen uso, fomento a la agricultura orgánica, a la agroforestería, el control biológico y control integrado de plagas, control de la contaminación difusa del agua, la cero labranza y certificación orgánica.
d) Pesca sustentable: fortalecer las consideraciones de protección de la biodiversidad en la actividad pesquera y abordar los temas de contaminación e introducción de especies exóticas a través de la Política Nacional de Acuicultura, el Reglamento para la conformación de Áreas Marinas Protegidas y la primera Resolución Acompañante del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA). Mantener las poblaciones de peces o restablecerlas a niveles adecuados y lograr esos objetivos en relación con las poblaciones agotadas y, cuando sea posible, a más tardar en el año 2015.
e) Introducir la variable ambiental y de conservación en las políticas de manejo de recursos bentónicos, estimulando el establecimiento de las áreas de explotación y manejo de estos recursos. Se propone fomentar el uso de la figura de "Área de Explotación y Manejo de Recursos Bentónicos" en las zonas del país donde no han sido implementadas, y crear mecanismos expeditos de asesoramiento a pescadores artesanales para acceder a ellas.

f) Minería sustentable: reforzar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para promover una operación minera responsable y respetuosa del medio ambiente. Incentivar el óptimo desempeño ambiental de todas las faenas mineras existentes y futuras.
g) Silvicultura sustentable: recuperación de los bosques sobreexplotados y fortalecimiento de los mecanismos de control de la actividad silvícola, fomentando la certificación ambiental de la actividad forestal e incentivando el manejo sustentable del bosque nativo.
h) Reforzar y fiscalizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en todos los ámbitos productivos nacionales, así como fortalecer la adhesión a los compromisos de los Acuerdos de Producción Limpia y otros mecanismos como los acuerdos voluntarios, la certificación, los sellos verdes y la Responsabilidad Ambiental Empresarial.
i) Fomentar el equilibrio en la coexistencia entre áreas urbanas y periurbanas, cuyos destinos sean de uso inmobiliario, industrial y de equipamiento, con aquellas áreas de valor natural o ecosistemas relictos o que sean representativos en la biodiversidad local o regional. En este sentido, promover la integración de proyectos inmobiliarios a los esfuerzos de conservación, incorporando en su diseño la conservación de áreas naturales o alguna otra participación indirecta.

4. Fortalecer la COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL E INTERSECTORIAL para la gestión integral de la biodiversidad

a) Mejoramiento del SNASPE: mejorar el marco jurídico y la ampliación eventual del actual SNASPE. Aclarar su condición jurídica y que su gestión se vincule al Sistema de Gestión Ambiental que tiene el país. Esa claridad institucional debe ir acompañada de un fortalecimiento de la acción de protección de los territorios adscritos a ese sistema y a su articulación con las otras áreas protegidas.
b) Generar un modelo de protección y administración de la biodiversidad marina que integre los esfuerzos públicos y privados para el manejo de Áreas Marinas y Costeras Protegidas.
c) Implementar y reforzar el programa de manejo sustentable de cuencas de manera de proteger la biodiversidad asociada a ecosistemas dulceacuícolas.
d) Aclarar y reforzar las atribuciones sectoriales para la protección de especies, identificando y fortaleciendo el rol coordinador institucional necesario para optimizar la gestión de la conservación de la vida silvestre y estableciendo mecanismos para llenar los vacíos institucionales que se detecten.
e) Instrumentos de planificación territorial: asegurar que los instrumentos de planificación territorial a distintos niveles, u otros mecanismos que emulen Ordenamiento Territorial, incorporen condiciones o zonifiquen espacios de modo de resguardar espacios marinos y terrestres para conservación de biodiversidad.
f) Tratados internacionales: integrar los intereses y posibilidades nacionales para cumplir los acuerdos ambientales internacionales. Avanzar en la plena puesta en marcha de los convenios más relevantes respecto a la biodiversidad. Impulsar la cooperación regional e internacional en materias de conservación de la biodiversidad. Fortalecer la posición país coordinada y la participación activa en las negociaciones internacionales, de manera de hacer presente en ellas los intereses nacionales así como concurrir al diseño de los instrumentos y las políticas asociadas que de ellas emanen.

5. Establecer los MECANISMOS FORMALES Y NO FORMALES requeridos para asegurar una óptima gestión de la biodiversidad

a) Cooperación público-privada: el lineamiento estratégico principal para el logro del objetivo central de conservación *in situ* es el fomento y facilitación de la cooperación público-privada y, en particular, de actividades que combinen producción y conservación de la naturaleza. En este sentido, se desarrollarán instrumentos que promuevan el uso sustentable y conservación de grandes territorios, con alto interés ecosistémico, a través de acuerdos público-privados. Se generarán acuerdos que tengan un reconocimiento legal y una forma de gestión innovadora, que permita integrar esfuerzos públicos y de privados para un objetivo común: la protección ambiental de un territorio, que se puede usar sustentablemente (admitiendo usos compatibles con la conservación de la biodiversidad presente), que puede tener sectores de preservación combinados con sectores de otros usos, incluidos los productivos: Parques de Uso Múltiple y Actividades Sustentables (PUMAS).
b) Generación de antecedentes que apoyen la elaboración y dictación de normas secundarias de calidad ambiental y cumplimiento de las normas ambientales vigentes que aseguran la disminución de la presión sobre la riqueza biológica.
c) Dictación del Reglamento de Clasificación de Especies en Categorías de Conservación, lo que permitirá tener una categorización oficial del estado de conservación de las especies que sirva de instrumento base para orientar los esfuerzos en conservación.
d) Reglamento de áreas silvestres protegidas de propiedad privada: la dictación del Reglamento de Áreas Silvestres Protegidas Privadas y la materialización de la mayor cantidad de incentivos para la conservación privada constituyen elementos críticos para la efectividad de este lineamiento estratégico.
e) Los instrumentos de ordenamiento territorial reconocerán áreas de protección de recursos naturales que comprenderán las unidades que integran el SNASPE, los humedales, las áreas silvestres protegidas de propiedad privada y cualquier porción del territorio delimitado geográficamente y establecido mediante acto de autoridad pública, colocado bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la conservación de los recursos naturales. Se revisarán además los mecanismos de afectación para disponer de la coordinación adecuada en su asignación además

de fortalecer todos los mecanismos de ordenamiento territorial existentes.

f) Elaboración de normativa de acceso a los recursos genéticos que asegure la participación justa y la distribución equitativa de los beneficios derivados de sus usos.
g) Ley de Bosque Nativo: para dar cuenta de las tendencias antrópicas antes descritas es la puesta en vigencia de la Ley de Bosque Nativo, que integra consideraciones de protección de biodiversidad.
h) Declaración de Áreas Marinas Protegidas teniendo en cuenta la figura de administración pesquera para protección concebidas en la Ley de Pesca y otros mecanismos existentes.

6. Fortalecer la EDUCACIÓN AMBIENTAL, LA CONCIENCIA PÚBLICA Y EL ACCESO A LA INFORMACIÓN en el ámbito de la biodiversidad

a) Fomentar la educación ambiental y conciencia pública para incrementar la responsabilidad ambiental ciudadana.
b) Sendero de Chile: La construcción, uso y gestión del Sendero de Chile permitirá establecer un programa que busca implementar oportunidades locales de desarrollo sustentable, globalidad en la que se encuentra incorporada la protección de los valores patrimoniales, naturales y socioculturales de la precordillera andina, a través de la gestión educativa en los tramos con la comunidad local y la ciudadanía.
c) Introducir la educación y toma de conciencia pública en relación con las especies amenazadas. Incorporar la protección y conservación de la biodiversidad en el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de establecimientos educativos. Dicho programa generará instrumentos pedagógicos para incorporar esta temática en el currículo escolar, al mismo tiempo, en la relación de la escuela con su entorno natural y cultural.
d) Revisar y reformular los mecanismos para hacer pública la información sobre biodiversidad de manera de asegurar el acceso público, particularmente de aquella información generada a partir de fondos públicos.
e) Establecer convenios entre instituciones que manejan información sobre biodiversidad de manera de facilitar el acceso a esta por parte de la sociedad civil.
f) Mantener un sistema nacional y regional de información para la biodiversidad. Disponer de indicadores de estado y de gestión (CHM, IABIN, entre otros).
g) Crear un centro de recopilación de información relativa a la conservación de especies chilenas, particularmente las más amenazadas.

7. Fortalecer y coordinar la INVESTIGACIÓN que permita mejorar el conocimiento sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad

a) Focalizar los esfuerzos de investigación en materias de importancia para la protección de la biodiversidad tales como las especies amenazadas, taxonomía, clasificación, de manera de poder conocer la situación real de los estados de conservación de cada una de ellas.
b) Fortalecer centros universitarios de investigación especializados en estos temas, promoviendo la creación de un ente articulador e integrador de la investigación en el ámbito de la biodiversidad que actúe como referencia nacional.
c) Fomentar la formación de recursos humanos especializados en biodiversidad, con especial énfasis en aquellas áreas con problemas de conservación.
d) Establecer un catastro de paisajes e identificar y caracterizar los ecosistemas marinos y terrestres y sus prioridades de conservación.

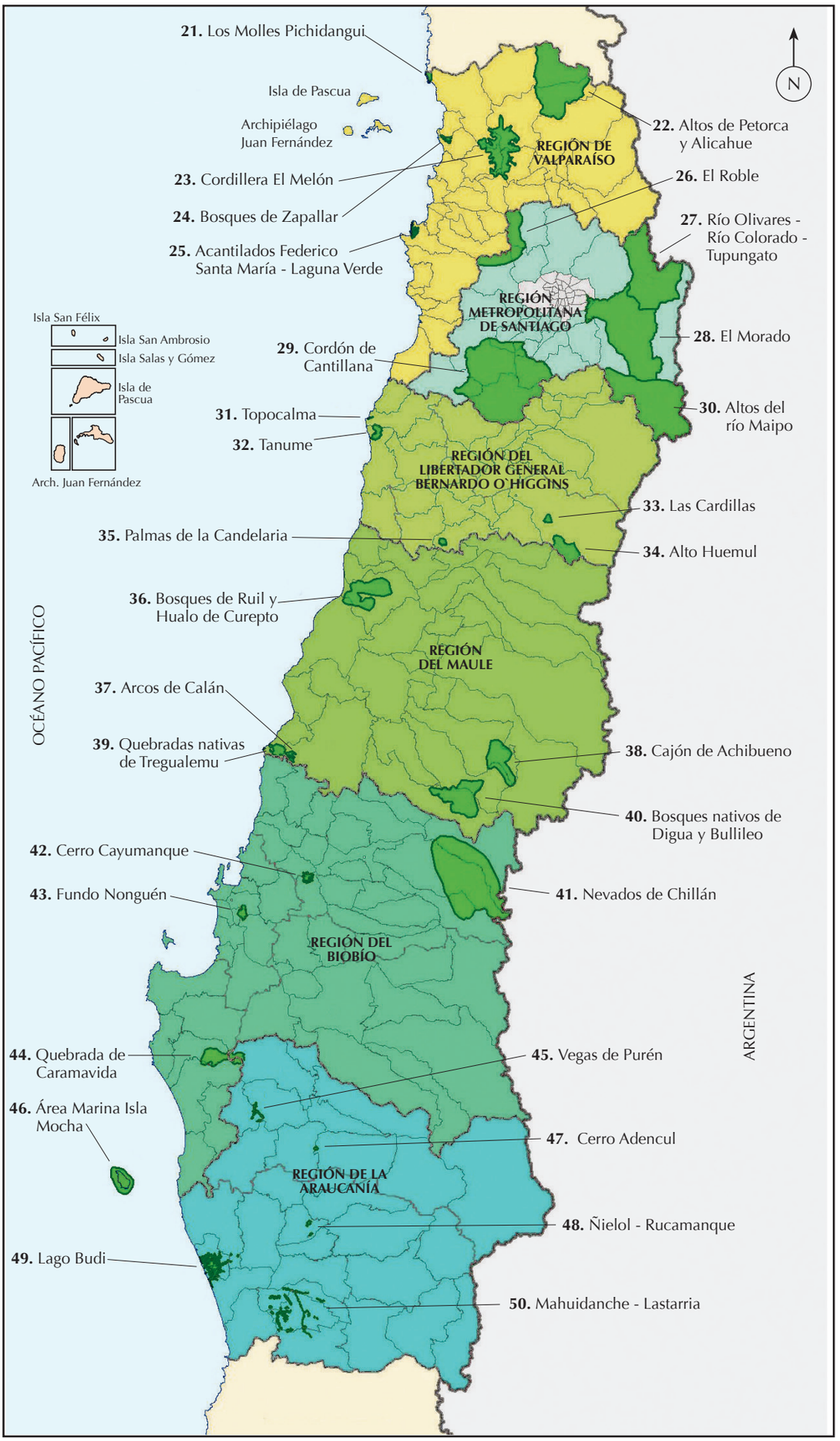
8. Consolidar los mecanismos para el FINANCIAMIENTO requerido para la conservación de la biodiversidad

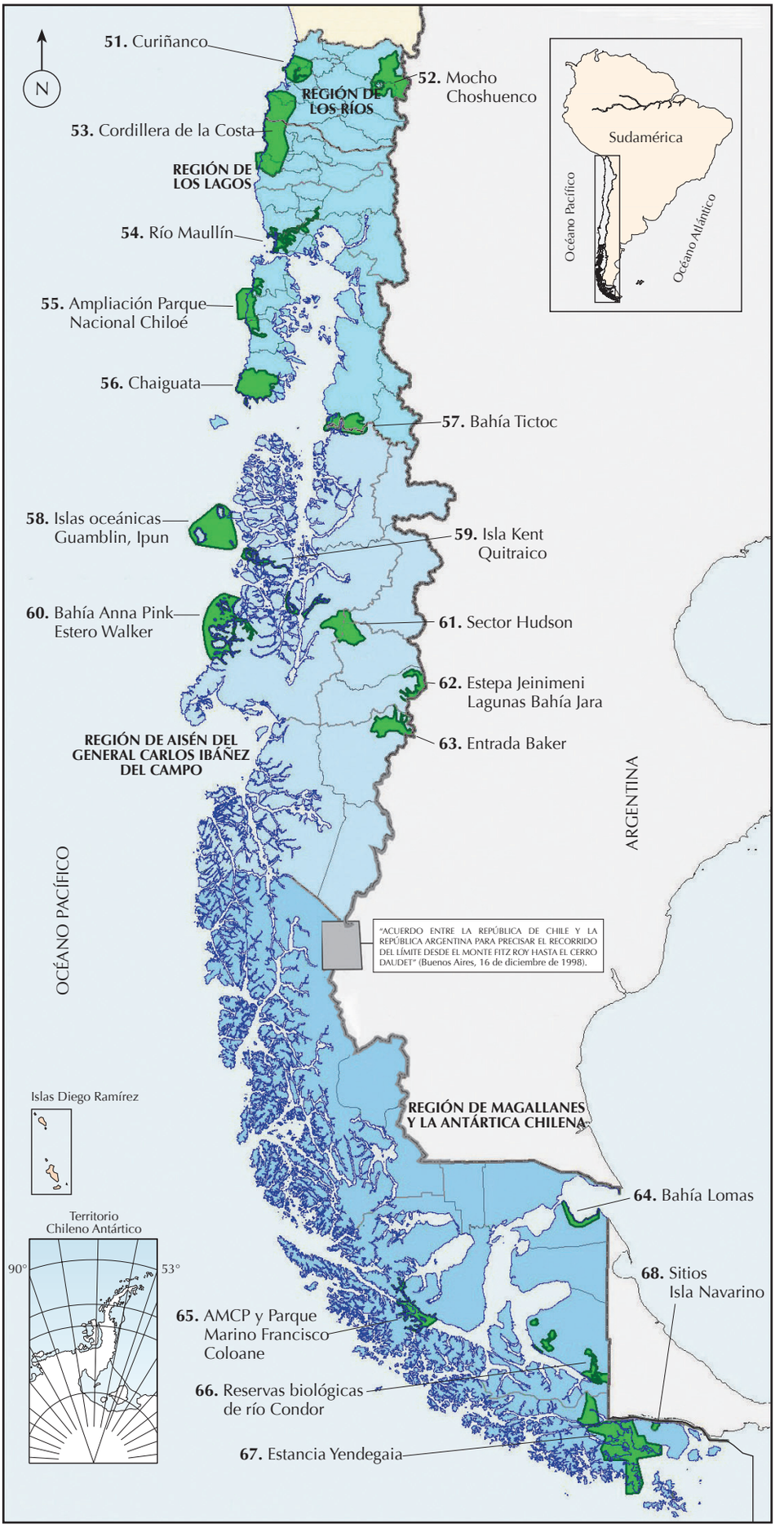
a) Definir las condiciones necesarias para establecer un fondo para la conservación de la biodiversidad.
b) Establecer mecanismos de exención tributaria y otros incentivos para donaciones con fines de conservación de la biodiversidad.
c) Crear las condiciones adecuadas para incluir las áreas de protección resultantes de la compensación del actual Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental como medida para ampliar el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas.
d) Estudiar y fomentar la adopción de nuevos mecanismos para el financiamiento de la conservación, tales como el pago por los servicios ambientales de la biodiversidad y los derechos transables.
e) Fomentar la creación de acuerdos de cooperación público-privada y de cooperación internacional para el financiamiento de la conservación de la biodiversidad.
f) Extender el régimen de exenciones tributarias que se defina para las donaciones con fines de conservación de la biodiversidad, a los aportes o donaciones que se efectúen al Fondo de Protección Ambiental.

68 SITIOS PRIORITARIOS

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES, CONAMA




21. Los Molles Pichidangui
Isla de Pascua
Archipiélago Juan Fernández
22. Altos de Petorca y Alicahue
REGIÓN DE VALPARAÍSO
23. Cordillera El Melón
24. Bosques de Zapallar
26. El Roble
25. Acantilados Federico Santa María - Laguna Verde
27. Río Olivares - Río Colorado - Tupungato
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO
Isla San Félix
Isla San Ambrosio
Isla Salas y Gómez
Isla de Pascua
Arch. Juan Fernández
29. Cordón de Cantillana
28. El Morado
31. Topocalma
30. Altos del río Maipo
32. Tanume
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS
33. Las Cardillas
35. Palmas de la Candelaria
34. Alto Huemul
36. Bosques de Ruil y Hualo de Curepto
OCÉANO PACÍFICO
REGIÓN DEL MAULE
37. Arcos de Calán
39. Quebradas nativas de Tregualemu
38. Cajón de Achibueno
40. Bosques nativos de Digua y Bullileo
42. Cerro Cayumanque
41. Nevados de Chillán
43. Fundo Nonguén
REGIÓN DEL BIOBÍO
ARGENTINA
44. Quebrada de Caramavida
45. Vegas de Purén
46. Área Marina Isla Mocha
47. Cerro Adencul
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA
48. Ñielol - Rucamanque
49. Lago Budi
50. Mahuidanche - Lastarria
N


N
51. Curiñanco
52. Mocho Choshuenco
REGIÓN DE LOS RÍOS
53. Cordillera de la Costa
REGIÓN DE LOS LAGOS
54. Río Maullín
55. Ampliación Parque Nacional Chiloé
56. Chaiguata
57. Bahía Tictoc
58. Islas oceánicas Guamblin, Ipun
59. Isla Kent Quitraico
60. Bahía Anna Pink Estero Walker
61. Sector Hudson
62. Estepa Jeinimeni Lagunas Bahía Jara
63. Entrada Baker
REGIÓN DE AISÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO
ARGENTINA
OCÉANO PACÍFICO
"ACUERDO ENTRE LA REPÚBLICA DE CHILE Y LA REPÚBLICA ARGENTINA PARA PRECISAR EL RECORRIDO DEL LÍMITE DESDE EL MONTE FITZ ROY HASTA EL CERRO DAUDET" (Buenos Aires, 16 de diciembre de 1998).
Islas Diego Ramírez
REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA
64. Bahía Lomas
68. Sitios Isla Navarino
65. AMCP y Parque Marino Francisco Coloane
66. Reservas biológicas de río Condor
67. Estancia Yendegaia
Territorio Chileno Antártico
90°
53°
Sudamérica
Océano Pacífico
Océano Atlántico





CONVENIOS INTERNACIONALES

INFORMACIÓN COMPILADA POR JUAN PEDRO SEARLE, JORGE VALENZUELA Y JAIME ROVIRA

PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convenio de Diversidad Biológica Suscrito en 1992. Entró en vigor en Chile en 1995. Punto Focal: Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL) y Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)	Tiene por objetivo la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Se trata del primer convenio internacional que aborda la biodiversidad en forma integral: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce que la conservación de la diversidad biológica es "interés común de toda la humanidad", así como una parte integrante del proceso de desarrollo. El Convenio reconoce que la diversidad biológica está sujeta a la soberanía nacional. Específicamente, los compromisos se resumen en: -Elaboración de Informes Nacionales; -Preparación y ejecución de estrategia nacional y plan de acción para proteger la biodiversidad; -Integración de la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.	Estrategia Nacional de Protección de la Biodiversidad, aprobada en diciembre de 2003, y su Plan de Acción, aprobado en abril de 2005. Informes Nacionales presentados en los años 2003 y 2005. Aprobación del Reglamento de Clasificación de Especies. En proceso de clasificación 35 especies iniciado en el segundo semestre de 2005. Aprobación de tres políticas relativas a biodiversidad: Política Nacional de Áreas Protegidas, Política Nacional para la Protección de Especies y Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de Humedales. Identificación de más de 300 sitios prioritarios de protección, de importancia por su diversidad biológica, mediante el desarrollo de las estrategias regionales de biodiversidad. Creación de un Directorio Público para dirigir la construcción de un Sistema Nacional Integrado de Áreas Protegidas Públicas y Privadas, Terrestres y Acuáticas. Número importante de sitios bajo protección a través de diversas leyes sectoriales (santuarios de la naturaleza, parques marinos y áreas marinas y costeras protegidas de uso múltiple). Inicio en el año 2005 de un proyecto para el establecimiento de una red de áreas marinas y costeras protegidas de múltiples usos, que permitan la conservación y el desarrollo sostenible de la biodiversidad. Constitución de comité operativo para el control de especies invasoras, encargado de diseñar e implementar el programa nacional homónimo. En recursos genéticos, se cuenta con una red de cuatro bancos de germoplasma, un banco base de semillas y una red de bancos activos ubicados en centros regionales de investigación. Incorporación de la protección de la biodiversidad en la planificación del territorio continental y marítimo. Inicio en el año 2005 de proceso para elaborar una ley de acceso a recursos genéticos. Implementación de un sistema de información territorial de recursos naturales y biodiversidad, a escala regional y nacional. Elaboración de política nacional para el desarrollo de la biotecnología y anteproyecto de ley de biotecnología en estudio.

PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África Suscrita en 1994. Entró en vigor en Chile en 1998. Punto Focal: MINREL y Corporación Nacional Forestal (CONAF)	-Dar prioridad y asignar recursos suficientes al combate de la desertificación; -Definir estrategias y órdenes de prioridad; -Atacar las causas profundas de la desertificación, en particular, los factores socioeconómicos; -Promover la toma de conciencia y facilitar la participación de las poblaciones locales, especialmente mujeres y jóvenes, con apoyo de ONG; -Crear un entorno propicio, fortaleciendo la legislación vigente o promulgando nuevas leyes y estableciendo políticas y programas de acción a largo plazo.	Chile adoptó un Plan de Acción Nacional, documento básico para la acción nacional en este tema, que lo coordina CONAF. El plan está en implementación y abarca un primer período de ejecución desde 2002-2007, y tiene establecido un Comité Nacional de Lucha contra la Desertificación, coordinado por dicha entidad. Se han elaborado dos informes-país (1999-2001). Se cuenta con financiamiento para la lucha contra la desertificación, con aportes de 115 millones de dólares estadounidenses al año, que se usan en forestación, riego, recuperación de suelos degradados y áreas desertificadas. Se han recuperado mediante estos instrumentos, 3 millones de hectáreas. Falta aún recuperar más de 45 millones de hectáreas afectadas.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) Suscrita en 1973. Entró en vigor en Chile en 1975. Punto Focal: MINREL Autoridades administrativas: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), CONAF, y Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) Autoridad Científica: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)	-Las Partes adoptarán medidas para cumplir el Convenio y prohibir el comercio de especímenes que esté en violación de éste. Entre las medidas contempladas se incluye a) sancionar el comercio o la posesión de tales especímenes, o ambos; y b) prever la confiscación o devolución al Estado de exportación de dichos especímenes; -Cada Parte deberá mantener registros del comercio en especímenes de las especies incluidas en los apéndices I, II y III que incluye a) datos de los exportadores e importadores; b) permisos y certificados emitidos; Estados involucrados en el comercio; cantidades, tipos y nombres de las especies, entre otros; -Cada Parte preparará y transmitirá a la Secretaría informes periódicos sobre la aplicación de las disposiciones de CITES, uno anual sobre lo requerido en inciso b) anterior y uno bianual, sobre medidas legislativas, reglamentarias y administrativas adoptadas para cumplir con CITES.	Chile cuenta con cuatro Autoridades Administrativas y cuatro Autoridades Científicas ante la Convención CITES. Se está desarrollando el establecimiento del Comité Nacional CITES. Chile preside el Comité CITES y es representante de Sudamérica en el Comité Permanente. La presidencia se asumió durante la 53ª Reunión del Comité Permanente (Junio 2005, Ginebra). Están pendientes: - Otorgar a CONAF y SERNAPESCA facultades fiscalizadoras como autoridades CITES. - Creación del Comité Nacional CITES.

Páginas anteriores: **Aguilucho, en la costa de Copiapó, III Región. Las águilas construyen un nido voluminoso con ramas secas entrelazadas y forrado con crin o lana, en salientes o grietas de riscos, o en la copa de grandes árboles, nido que les puede servir durante varios años si no son molestados, ya que suelen parearse por toda la vida. Ponen generalmente dos huevos, a veces uno y rara vez tres, de color blanco o blanco con algunas pintas pardas.**
Foto: Nicolás Piwonka.

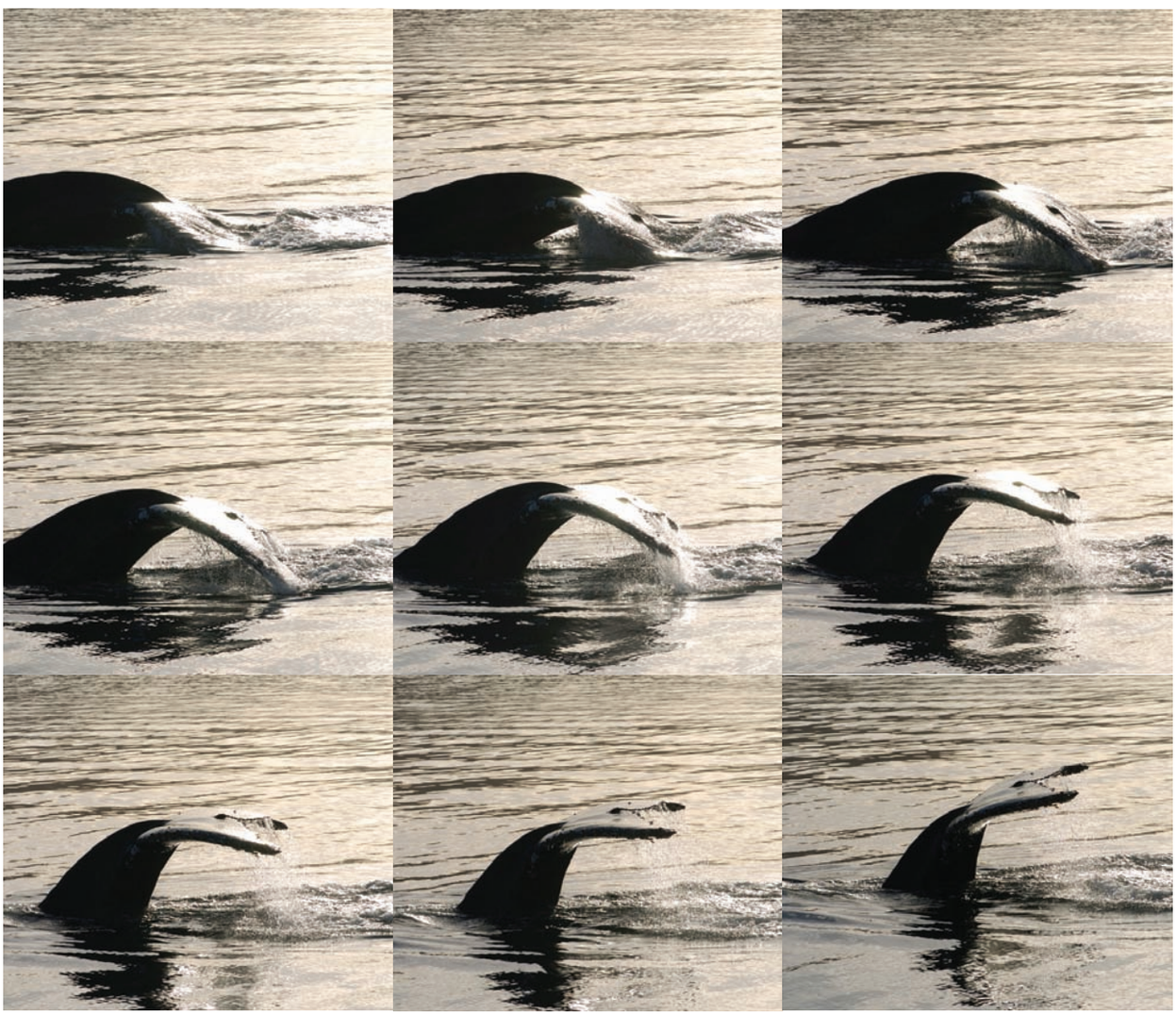
PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América Suscrita en 1940. Entró en vigor en Chile en 1967. Punto Focal: MINREL y CONAF	-Creación de parques y reservas nacionales, monumentos naturales y reservas de regiones vírgenes, y notificación a la Unión Panamericana de estas creaciones; -No explotación comercial de riquezas existentes en los parques; -Prohibición de caza, matanza y captura de especímenes de la fauna y la destrucción y recolección de ejemplares de la flora en los parques nacionales, excepto por las autoridades del parque o para investigaciones científicas debidamente autorizadas; -Mantención de reservas de regiones vírgenes inviolables, excepto para fines científicos u otros que no atenten contra la sustentabilidad de ellas; -adopción de leyes y reglamentos que aseguren la protección y conservación de la flora y fauna dentro de sus respectivos territorios y fuera de los parques y reservas nacionales, monumentos naturales y de las reservas de regiones vírgenes; -Adopción de leyes que aseguren la protección y conservación de los paisajes, las formaciones geológicas extraordinarias, y las regiones y los objetos naturales de interés estético o valor histórico o científico; -Adopción de las medidas apropiadas para la protección de las aves migratorias de valor económico o de interés estético o para evitar la extinción que amenace a una especie determinada; -La protección de las especies mencionadas en el Anexo a esta Convención.	Esta convención ha sido implementada, principalmente, a través de la declaratoria de áreas protegidas en las categorías de la misma y con la fundamentación otorgada por ella. Hoy en día existen 96 áreas protegidas administradas por CONAF, basadas en esa Convención.
Convenio sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR) Suscrito en 1971. Entró en vigor en Chile en 1981. Punto Focal: MINREL y CONAF	-Designación (o retiro) de humedales como parte de la lista de humedales; -Fomento a la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquéllos, incluidas acciones para el monitoreo de los humedales.	Chile cuenta con una Estrategia Nacional de Humedales desde diciembre de 2005. Se tienen nueve sitios Ramsar inscritos en la lista de humedales de importancia internacional, cubriendo un total de 160.154 ha. Se ha creado el Comité Nacional de Humedales.

PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar Suscrita en 1982. Entró en vigor en Chile en 1997. Punto Focal: MINREL	Tiene como objetivo central establecer un nuevo régimen jurídico para los mares y océanos que facilite las comunicaciones y promueva el uso con fines pacíficos de los mares y océanos y la utilización equitativa y eficiente de sus recursos.	En materia de conservación de recursos vivos marinos, tanto en la ZEE como en la alta mar respecto de los nacionales, Chile ha adoptado una serie de medidas de conservación y administración para asegurar la sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos; con la misma finalidad, conforme a la Convención, nuestro país ha iniciado consultas con terceros países que operan en la alta mar. Además, Chile ratificó el Acuerdo de Cumplimiento de la FAO y está elaborando el Plan de Acción Nacional que dará aplicación al Plan de Acción Internacional para prevenir, detener y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no regulada, adoptado en el marco de esa misma organización. Por otra parte, nuestro país colabora con otros países, en el plano bilateral, regional y multilateral, para la conservación y mejor administración de los recursos marinos vivos.
Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje Suscrito en 1979. Entró en vigor en Chile en 1981. Punto Focal: MINREL y SAG	Específicamente, las Partes deberán: -promover, cooperar y colaborar en la financiación de trabajos de investigación relativos a especies migratorias; -conceder una protección inmediata a las especies migratorias que figuran en el Anexo I; y -celebrar acuerdos relacionados con la conservación y la gestión de lo relacionado con las especies migratorias incluidas en el Anexo II.	Está por crearse el Comité Nacional para las Especies Migratorias. En agosto de 2005, se designó al Servicio Agrícola y Ganadero como autoridad técnica responsable de la aplicación del Convenio en Chile. Chile actuó como Representante Regional hasta el año 2005.
Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena Suscrita en 1946. Entró en vigor en Chile en 1979. Punto Focal: MINREL	Entre los compromisos, destacan: -Cada gobierno contratante tomará las medidas apropiadas para asegurar la aplicación de las disposiciones de la presente Convención y la sanción para las infracciones a tales disposiciones en las operaciones efectuadas por personas o por naves bajo su jurisdicción; -Ninguna ratificación u otra remuneración, calculada en relación con los resultados de su trabajo, se pagará a los cañoneros y tripulaciones de los cazadores de ballenas, con respecto a aquellas ballenas cuya captura está prohibida por la presente Convención; -Los juicios por infracciones o contravenciones a esta Convención serán entablados por el Estado que tenga jurisdicción sobre tales delitos; -Cada gobierno contratante enviará a la Comisión detalles completos de cada infracción a las disposiciones de esta Convención por personas o naves bajo la jurisdicción de tal Estado, según lo informado por sus inspectores. Esta información deberá incluir una declaración sobre las medidas adoptadas respecto a la infracción y las sanciones impuestas.	Desde la creación de la CBI, Chile ha participado activamente en sus reuniones, a través del Departamento de Mar del Ministerio de Relaciones Exteriores y del Servicio Nacional de Pesca. Durante la 32ª Reunión de la CBI, en mayo de 1999, Chile tuvo un rol crucial, ante la decisión de Japón de impedir el establecimiento de un nuevo santuario ballenero austral en el Pacífico Sur.

PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención para la Conservación de Focas Marinas Antárticas Suscrita en 1972. Entró en vigor en Chile en 1980. Punto Focal: MINREL	Objetivos específicos: - Alentar y mejorar los conocimientos científicos a través de investigaciones sobre focas antárticas; - Medir y cuantificar el número y el tipo de focas antárticas que existen; - Conocer las estadísticas de futuras operaciones de caza de focas, con el fin de poder formular normas adecuadas para su protección. Contiene un Apéndice que especifica, entre otras cosas: - La captura de focas antárticas permitida por año; - Las especies y las zonas protegidas y no protegidas; - Las temporadas de caza y de veda; - Limitaciones referidas a la duración de la caza, al método y a los instrumentos usados para ella.	No estipula reuniones periódicas, por lo que la última reunión se realizó en 1988. Pese a esto, Chile envía un informe anual al Depositario que contiene el número de capturas y de manipulación de focas. El último informe abarcó el período comprendido entre el 1 de julio de 1998 y el 30 de junio de 1999.
Convención Sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos Suscrita en 1980. Entró en vigor en Chile en 1981. Punto Focal: MINREL	Salvaguardar el medio ambiente y proteger la integridad del ecosistema de los mares que rodean a la Antártica y conservar sus recursos marinos vivos. En específico, las Partes deberán prevenir la disminución de la población de cualquier especie animal de la Antártica a niveles que estén por debajo de los que aseguran un incremento anual neto; velar por el mantenimiento de un nivel adecuado en las relaciones ecológicas que existen entre la población de las diferentes especies animales que habitan la Antártica; y prevenir los cambios irreversibles en el ecosistema marino antártico. Las Partes Contratantes sean o no Partes en el Tratado Antártico, acuerdan que no se dedicarán en la zona del Tratado Antártico a ninguna actividad contraria a los propósitos y principios del Tratado Antártico y convienen en que, en sus relaciones entre sí, están vinculadas por las obligaciones contenidas en los artículos I y V del Tratado Antártico.	Entre el 24 de octubre y el 4 de noviembre de 2005 se realizó en Hobbart, Australia, la 24ª Reunión de la Comisión y del Comité Científico de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Chile hizo presentación del informe de actividades de los miembros en el área de la convención. Entre otras cosas, el informe versó sobre actividades de pesquería, de investigación de especies antárticas, tales como monitoreo de pingüinos, lobos marinos, etc., y sobre actividades de colaboración con investigadores científicos internacionales.

Página derecha: **Los Tratados Internacionales con incidencia ambiental constituyen una fuente importante de Derecho Ambiental Internacional y contribuyen a la generación de las políticas de cada nación en este tema. Chile ha suscrito gran parte de los tratados internacionales sobre medio ambiente, entre ellos, la Convención Internacional para la Reglamentación de la Caza de la Ballena, cuyo objetivo es proteger a todas las especies de ballenas de la sobreexplotación y salvaguardar para las futuras generaciones el gran recurso natural representado por estos cetáceos, a través de un sistema de regulación internacional, que preserve y controle tanto su conservación como el comercio internacional que de ellos se hace.** Fotos: Jordi Plana.

PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Acuerdo para la Conservación de Albatros y Petreles Suscrito en 2001. Ratificado en Chile en 2005. Punto Focal: MINREL. Contraparte nacional: SERNAPESCA, Instituto Antártico Chileno (INACH)	Su objetivo es otorgar protección a estas especies que son las más amenazadas por declinación de sus poblaciones, debido a captura incidental durante faenas de pesca, particularmente con espineles utilizados en la pesca de bacalao; por prácticas predatorias y por contaminación. Actualmente, existen 29 especies gravemente amenazadas.	El Congreso Nacional aprobó este Acuerdo el 23 de marzo de 2005. En septiembre de 2005, se envió el Instrumento de Ratificación a la Cancillería australiana, Secretaría provisional del Acuerdo.



PRINCIPALES ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE RELATIVOS A BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología Suscrito en Chile en 2000. (Aún no ha sido ratificado por el país).	De ratificar el Protocolo, Chile asumiría las siguientes tareas: -Proporcionar información (sobre legislación nacional, procedimientos, resúmenes de evaluaciones del riesgo, puntos de contacto, decisiones nacionales, movimientos transfronterizos ilícitos, etc.) al Mecanismo de Intercambio de Información sobre Bioseguridad (BCH); -Vigilar la aplicación de las obligaciones del Protocolo y presentar a la Secretaría informes al respecto con la periodicidad que se determine; -Asegurar que existe una disposición jurídica respecto de la exactitud de la información proporcionada por los exportadores nacionales; -Velar por que se realicen evaluaciones del riesgo y establecer y mantener mecanismos, medidas y estrategias adecuadas para regular, gestionar y controlar los riesgos identificados en las evaluaciones del riesgo; -Velar por proteger la información de carácter confidencial; -Adoptar medidas para exigir que la documentación que acompaña a los OVM los identifique como tales e incluya las especificaciones del artículo 18 del Protocolo; -Adoptar las medidas necesarias para exigir que los OVM objeto de movimientos transfronterizos se manipulen, envasen y transporten en condiciones de seguridad; -Cumplir con el Acuerdo Fundamentado Previo (AFP) como procedimiento principal del Protocolo para la adopción de decisiones, o velar por que cualquier marco reglamentario nacional que se utilice en lugar de los procedimientos del Protocolo (AFP) sea coherente con éste; -De conformidad con las leyes nacionales pertinentes, consultar con el público en relación con la adopción de decisiones; -Promover y facilitar concientización, educación y participación del público en relación con los OVM, incluyendo el acceso a información (BCH); -Adoptar las medidas necesarias para prevenir y, según proceda, penalizar los movimientos transfronterizos que contravengan medidas nacionales para aplicar el Protocolo.	Chile participó en calidad de observador en la II Reunión del Protocolo en Montreal, Canadá, en 2004. Chile, en su condición de país agrícola y exportador frutícola —actividades hacia las cuales se orienta el desarrollo de la biotecnología— está consciente de la importancia de contar con un Protocolo que regule los movimientos de organismos genéticamente modificados y su comercio internacional, sin que ello involucre interponer trabas encubiertas al citado comercio. Se suscribió el Protocolo, pero no es parte del Protocolo. Se está evaluando la posibilidad de su ratificación. Para ello, el gobierno se plantea i) el establecimiento de un marco regulatorio en nuestro país en materias de seguridad de la biotecnología, y ii) la realización de estudios tendientes a determinar los eventuales impactos que se generarían para las exportaciones e importaciones de Chile, y a identificar las medidas legales, reglamentarias ya administrativas necesarias de implementar para la debida aplicación del Protocolo.

COOPERACIÓN AMBIENTAL REGIONAL		
Acuerdo	**Objetivos o compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convenio de la Vicuña Fue suscrito en 1979. Entró en vigor en Chile en 1981. Punto Focal: MINREL y CONAF	La prohibición de la caza y la comercialización ilegales de la vicuña, de sus productos y derivados en el territorio de los respectivos países signatarios (Bolivia, Chile, Perú y Ecuador). La prohibición de la exportación de vicuñas fértiles, semen u otro material de reproducción, con excepción de aquellas destinadas a alguno de los países miembros para fines de investigación y/o repoblamiento. Los gobiernos signatarios se comprometen a mantener y desarrollar los parques y reservas nacionales y otras áreas protegidas con poblaciones de vicuñas y a ampliar las áreas de repoblamiento bajo manejo en su forma silvestre prioritariamente y siempre bajo control del Estado. Los gobiernos signatarios convienen en prestarse asistencia técnica mutua para el manejo y repoblamiento de la vicuña, incluyendo la capacitación de personal, así como la difusión y extensión de las acciones tendientes a la conservación y manejo de la especie.	Se aplica a través de un Plan Nacional de Acción liderado por CONAF. Dada la importancia para las comunidades aymaras, el Convenio de la Vicuña ha salvado a esta especie a través del programa nacional de conservación. Actualmente, se está llevando a cabo la etapa de la comercialización de la fibra y tela, proveniente de la esquila de animal vivo. Los países signatarios, a excepción de Ecuador, se encuentran en diferentes etapas de dicho proceso de comercialización. Comercializan activamente Argentina y Perú. Chile en etapa experimental. En el caso de nuestro país, la población de vicuñas se ha incrementado de aproximadamente 1.500 ejemplares en 1979 a 28.000 en la actualidad. Chile entregó la Secretaría Ejecutiva de este Convenio a Perú en octubre de 2004.
Programa Acción Subregional para el Desarrollo Sostenible de la Puna Americana Suscrito en 1997 e iniciado en 2002. Punto Focal: MINREL y CONAF	El Programa de Acción Subregional (PASPUNA), que se hace en el marco de la Convención de Lucha contra la Desertificación, contempla un conjunto de propuestas en materia de desarrollo turístico; encadenamiento productivo; recuperación, manejo y aprovechamiento de camélidos sudamericanos, humedales y andenes; manejo integrado de recursos hídricos de altura, revegetación y forestación, y acciones de integración de la minería a la lucha contra la desertificación, superación de pobreza y desarrollo sustentable en áreas prioritarias de la Puna.	Chile coordina la Secretaría (rotativa) del PASPUNA, a través de CONAF. Con ello, Chile coordina un Plan de Acción Regional sobre la Puna Americana, en el que participan Argentina, Perú, Ecuador y Bolivia. Se están definiendo los tipos de proyectos para la PUNA.

COOPERACIÓN AMBIENTAL REGIONAL		
Acuerdo	**Objetivos o compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención para la Protección del Medio Marino y la Zona Costera del Pacífico Sudeste (y su Plan de Acción) Suscrita en 1981. Entró en vigor en Chile en 1986. Punto Focal: MINREL y Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Entre las actividades del Plan de Acción destacan: - la investigación y monitoreo de la contaminación marina; - el ordenamiento ambiental (manejo integrado de zonas costeras); - la evaluación del impacto ambiental para el medio marino; - la administración de áreas costeras y marinas protegidas; - la conservación de los mamíferos marinos del Pacífico Sudeste; - investigaciones sobre biodiversidad marina y costera; - estudios e informes sobre cambio climático referidas al incremento del nivel medio del mar; - la difusión de la información y concientización pública.	Se ha suscrito una serie de convenios y protocolos para atender los distintos aspectos de la preservación del medio marino. En el ámbito nacional, la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, a través de su Unidad de Protección del Medio Ambiente Acuático, vela por la prevención y control de la contaminación del mar. Es punto focal de esta Convención. Desde 1984 se desarrolla el Programa Regional de Investigación, Vigilancia y Control de la Contaminación Marina (CONPACSE). Se ha informado a la Secretaría de esta Convención (la última vez el año 2004) acerca de las áreas marinas y costeras que están bajo alguna protección oficial en dos ocasiones. La Convención ha elaborado un documento, que orienta la gestión para la conservación marina en los países que la conforman.
Protocolo para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas Costeras Protegidas del Pacífico Sudeste Suscrito en 1989. Entró en vigor en Chile en 1995. Punto Focal: MINREL y DIRECTEMAR	Las Altas Partes Contratantes se comprometen, individualmente, o mediante la cooperación bilateral o multilateral, a adoptar las medidas apropiadas de acuerdo con las disposiciones del presente Protocolo para proteger y preservar los ecosistemas frágiles, vulnerables o de valor natural o cultural único, con particular énfasis en la flora y fauna amenazados de agotamiento y extinción, realizando estudios orientados a la reconstrucción del medio o repoblamiento de fauna y flora en casos necesarios. Para este fin las Altas Partes Contratantes deberán establecer bajo su protección, en la forma de parques, reservas, santuarios de fauna y flora u otras categorías de áreas protegidas. En estas áreas se establecerá un manejo integro, sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos, con miras al desarrollo sostenido de ellos, prohibiendo toda actividad que pueda causar efectos adversos sobre el ecosistema, fauna y flora así como su hábitat.	En 1992 los países del Plan de Acción aprobaron la Red Regional de Áreas Marinas y Costeras Protegidas en el Pacífico Sudeste, cuyos trabajos se desarrollan a través del Grupo ad hoc de Expertos. Sin perjuicio de los parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales con componente marino y costero existentes antes del Protocolo, Chile no contaba con un sistema de áreas marinas protegidas. En 1999 se declaró áreas marinas y costeras protegidas los sectores denominados Coral Nui Nui, Monu Tautara y Hanga Oteo, en Isla de Pascua; el año 2003 se creó un área marina costera protegida en el Estrecho de Magallanes (Región de Magallanes y Antártica Chilena) y en su interior un parque marino**.**
Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Radioactiva Suscrito en 1989 Entró en vigor en Chile en 1995. Punto Focal: DIRECTEMAR	Este Convenio tiene por objeto prohibir todo vertimiento de desechos radioactivos en el mar y/o en su lecho, dentro del ámbito de aplicación del Convenio, es decir, las 200 millas marinas del Océano Pacífico de jurisdicción de Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Cabe señalar que el convenio no hace diferencias respecto a nivel de actividad de los desechos; esto significa que están incluidos todo tipo de desechos radioactivos.	En el marco del Programa COMPACSE se han realizado estudios sobre los niveles y distribución de radionucleidos en aguas costeras, en organismos marinos de la región y en otras muestras ambientales. Este Convenio se encuentra actualmente vigente en el país, y sus normas han sido traspasadas a la legislación ambiental (D.S. (M) n° 1 de 1992, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática del Ministerio de Defensa, Subsecretaría de Marina).

COOPERACIÓN AMBIENTAL REGIONAL		
Acuerdo	**Objetivos o compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Acuerdo sobre Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas en Casos de Emergencia Suscrito en 1981. Entró en vigor en Chile en 1986. Tiene un Protocolo Complementario (suscrito en 1983) Punto Focal: DIRECTEMAR	Este Convenio se estableció con el objeto de que las partes contratantes (los países miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, CPPS), aunaran sus esfuerzos en la adopción de medidas necesarias para neutralizar o controlar los efectos nocivos en aquellos casos que consideren de grave e inminente peligro para el medio marino, la costa, o intereses conexos de una o más de ellas debido a la presencia de grandes cantidades de hidrocarburos u otras sustancias nocivas resultantes de emergencias y que estén contaminando o amenacen con contaminar el área marítima del Pacífico Sudeste, hasta sus 200 millas y la alta mar, si la emergencia así lo requiera. Su protocolo complementario establece mecanismos para la cooperación en casos de derrames, describe el plan nacional de contingencia y programas de entrenamiento y otras disposiciones relativas a eventos de siniestros por contaminación.	Este Convenio se encuentra actualmente vigente en el país, y sus normas han sido traspasadas a la legislación ambiental (D.S.(M) n° 1 de 1992, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. Además, desde el año 1986, existe un Plan Regional de Contingencias ante Derrame de Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas, suscrito por todos los miembros de la CPPS, y del Plan Nacional de Contingencias para Combatir la Contaminación Acuática por Hidrocarburos y Otras Sustancias Nocivas, del 27 de octubre de 2004. En el marco del Programa COMPACSE, se realizó un estudio sobre la contaminación por hidrocarburos en la región del Pacífico Sudeste para el período 1985-1995. En junio de 2002 se realizó el Curso regional CPPS/ PNUMA/ OMI sobre "Preparación y Respuesta a Derrames de Petróleo en Casos de Accidente". Se estableció el Plan de Contingencia Regional para el Combate de la Contaminación por Petróleo en Casos de Emergencia en el Pacífico Sudeste adoptado por los Estados Partes en 1987.
Acuerdo Marco para la Conservación de Recursos Vivos Marinos en Alta Mar del Pacífico Sudeste o Acuerdo Galápagos Suscrito en 2000 y ratificado por Chile en 2001. Punto Focal: MINREL	El objetivo del presente Acuerdo Marco es la conservación de los recursos vivos marinos en áreas de alta mar del Pacífico Sudeste, con especial referencia a las poblaciones de peces transzonales y a las poblaciones de peces altamente migratorias.	El 2003 se formó un Grupo de Trabajo público-privado para preparar su futura implementación. Ratificación del Acuerdo se encuentra suspendido a solicitud de Colombia y Perú, que estudian los antecedentes.
Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente Suscrito en 1991. Entró en vigor en Chile en 1998. Punto Focal: MINREL	Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección al Medio Ambiente, cuyo objetivo es reforzar el Sistema del Tratado Antártico, incrementando la protección del medio ambiente antártico a la luz de la especial situación jurídica y política de la Antártica. Como objetivos específicos, se tienen i) Cooperar entre las Partes en la planificación de las actividades antárticas e intercambiar información para evitar una actividad perjudicial al medio ambiente antártico; ii) Requerir de una evaluación de impacto ambiental en el área bajo jurisdicción del Tratado Antártico, para todas aquellas actividades que pudiesen tener consecuencias ambientales adversas para el ecosistema, y iii) Prohibir cualquier actividad relacionada con recursos minerales, salvo la investigación científica.	Chile presenta informes anuales de cumplimiento. Se creó la Sección Nacional del Protocolo Antártico SENPA. Se encuentra en aplicación el Anexo I del Protocolo por medio de la CONAEIA (Comisión Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental Antártico) cuya sede está en Punta Arenas.

COOPERACIÓN AMBIENTAL REGIONAL		
Acuerdo	**Objetivos o compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Natural y Cultural. Suscrito en noviembre de 1972. Entró en vigor en Chile el año 1980. Punto Focal: MINREL	Cada uno de los Estados Partes en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente. Procurará actuar con ese objeto por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga, y llegado el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacionales de que se pueda beneficiar, sobre todo en los aspectos financiero, artístico, científico y técnico.	Cerca de un 20 por ciento del territorio terrestre y 0,1 por ciento del territorio marítimo se encuentra bajo protección oficial. Se espera tener bajo protección a lo menos el 10 por ciento de la superficie de cada ecosistema relevante al 2010.
ACUERDOS GLOBALES SUSCRITOS POR CHILE EN CAMBIO CLIMÁTICO		
Convenio	**Compromisos para Chile**	**Cumplimiento**
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Suscrita en 1992. Entró en vigor en Chile en 1995. Punto Focal: MINREL y CONAMA	Elaborar un informe país (Primera Comunicación Nacional) que contenga al menos, un inventario nacional de gases de efecto invernadero con año base 1994. Adoptar un programa nacional de mitigación del cambio climático y desarrollar una estrategia de adaptación a sus impactos. Promover la transferencia tecnológica y cooperar en asuntos científicos, técnicos y educacionales. Promover el manejo sustentable, la conservación y la mejora de los sumideros y los reservorios (como bosques y océanos). Incorporar las preocupaciones por el cambio climático en las políticas relevantes en materia social, económica y ambiental. Promover la educación, la participación y el intercambio de información relativa al tema.	Primera Comunicación Nacional presentada el año 2000. En esta publicación se incluye un análisis de vulnerabilidad de los recursos hídricos, la agricultura y el sector forestal a los impactos del cambio climático. Segunda Comunicación, en preparación al 2005.
Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático Suscrito en 1997. Entró en vigor en Chile en 2002. Punto Focal: MINREL y CONAMA	Continuar con la implementación de sus compromisos frente a la Convención de Cambio Climático. Establecimiento de la Autoridad Nacional Designada para el Mecanismo de Desarrollo Limpio, MDL.	Establecimiento y operación de la Autoridad Nacional Designada para el MDL, a través del Acuerdo n° 216/2003 del Consejo Directivo de CONAMA, de 27 de mayo de 2003. Promoción y Desarrollo de proyectos MDL: a octubre de 2005, la AND ha aprobado 15 proyectos MDL.

INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Cristián Estades

LA CIENCIA CHILENA Y SU RELACIÓN CON LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El contenido de este libro es el resultado directo e indirecto de la labor de numerosos científicos chilenos y extranjeros que han dedicado años al conocimiento de la biodiversidad nacional. Sin embargo, y aunque es evidente que la mayor parte de lo que sabemos sobre el patrimonio biológico del país es producto de la actividad académica, la relación funcional de la ciencia chilena con la conservación de esta biodiversidad es menos clara.

Si bien es cierto el primer paso para conservar algo es conocerlo —y apreciarlo—, comúnmente el llevar a cabo esa conservación requiere de información específica que sólo se justifica por la necesidad de tal acción. Así, la biología de la conservación es una ciencia eminentemente aplicada, con sus códigos y técnicas propias. Por esta razón, para entender la relación entre la ciencia y la conservación de la biodiversidad es útil separar los tipos de información que producen los científicos según su motivación.

A continuación se describe un análisis realizado sobre la producción científica chilena de los últimos cinco años (1999-2004) y su relación con la conservación de la biodiversidad. Como muestra se usó la base de datos del *Science Citation Index* (Thomson ISI), que reúne las publicaciones científicas más prestigiosas a nivel mundial. Utilizando distintos criterios de búsqueda y tomando como base sólo los resúmenes de los trabajos, se encontró un total de 586 publicaciones donde el tema central claramente tiene que ver con algún aspecto de la biodiversidad nacional. Este valor corresponde a menos del 5 por ciento de las publicaciones generadas por investigadores chilenos dentro del mismo período (aproximadamente 13 mil publicaciones). Este valor probablemente subestima la proporción real de estudios en biodiversidad ya que muchos trabajos en este ámbito se difunden en publicaciones no indexadas en ISI, además de en gran cantidad de literatura gris (informes gubernamentales, memorias, tesis, entre otros). Sin embargo, y a pesar de las limitantes metodológicas, es muy probable que la proporción del esfuerzo de la ciencia chilena dedicado a la biodiversidad esté por debajo del 10 por ciento.

De los 586 trabajos analizados se distinguieron cinco grupos según su orientación principal, inferida del texto del resumen:

En primer lugar están los estudios que pueden denominarse de "biología básica". Son investigaciones que describen sistemas biológicos —especies, comunidades y ecosistemas—, explicando su estructura y funcionamiento. Este grupo constituye claramente el más importante de la muestra, con más de un 80 por ciento de los trabajos publicados (véase el cuadro 1). Aunque el objetivo de estos trabajos no tiene que ver con la conservación de los sistemas estudiados, cabe destacar el hecho de que, en forma creciente, muchos autores discuten algunas implicancias que sus descubrimientos podrían tener en este ámbito.

En segundo lugar, es posible distinguir un grupo de trabajos que, si bien podrían catalogarse como de biología o ecología básica —ya que su objetivo es explicar la estructura y funcionamiento de sistemas biológicos—, el fenómeno estudiado tiene reconocida relación con la biología de la conservación (biología de poblaciones pequeñas, biología de especies amenazadas, etc.). Este grupo es el segundo con una mayor representación dentro de la muestra, alcanzando a un 12 por ciento del total de los trabajos analizados (véase el cuadro 1).

Un tercer grupo lo constituyen aquellos estudios orientados a justificar la conservación de la biodiversidad a través de demostrar los beneficios que tiene para la sociedad. Habitualmente estos trabajos describen la relación entre parámetros asociados a un buen estado de conservación —alta biodiversidad, ecosistemas "saludables", etc.— y variables de interés económico como productividad y estabilidad de los sistemas productivos. Este tipo de investigaciones con una clara agenda "conservacionista" representan apenas un 1 por ciento del total analizado (véase el cuadro 1).

En cuarto lugar, existe un grupo de estudios cuyo objetivo central es describir situaciones que representan problemas para la conservación de la biodiversidad. La mayoría de estos trabajos analizan el efecto que distintos factores de origen antrópico —destrucción del hábitat, contaminación, introducción de especies exóticas, etc.— tienen sobre algunos elementos de la biodiversidad. Este tipo de trabajos representan un 5,5 por ciento de la muestra analizada (véase el cuadro 1).

Finalmente, un quinto grupo de trabajos es aquel cuyo objetivo es analizar las formas de mitigar o revertir el impacto negativo de factores que causan problemas de conservación de la biodiversidad. Estos son trabajos de índole claramente metodológica que apuntan a resolver problemas de manejo y recuperación de la biodiversidad. Los estudios de este tipo constituyen menos del 1 por ciento del total analizado (véase el cuadro 1).

Aunque la clasificación antes descrita puede ser discutible desde varios puntos de vista, el patrón observado es claro: la ciencia chilena dedica un bajo esfuerzo al conocimiento de la biodiversidad del país y cuando sí lo hace, sólo en una mínima proporción de los casos aborda el problema de su conservación como un tema central.

Parte de la causa de este problema se debe a un fenómeno de alcance mundial. Diversos autores destacan la disociación que existe entre gran parte de las ciencias biológicas y ecológicas y las políticas de conservación (Griffiths, 2004; Shrader-Frechette y McCoy, 1993; Viederman et al. 1994; Whitten et al. 2001). El escaso rol de la biología y ecología como base normativa se debe tanto a un problema de prioridades —a muchos biólogos simplemente no les interesa la conservación como tema de investigación— como a dificultades de comunicación —particularmente en relación a cómo científicos y políticos manejan la incertidumbre y la complejidad— (Bradshaw y Borchers, 2000).

Un claro ejemplo de que los intereses de la ciencia actual no se correlacionan con la necesidad de información para la conservación de la biodiversidad es en la importante declinación que ha existido en la actividad taxonómica a nivel mundial (Hopkins y Freckleton, 2002) y nacional (Simonetti, 1997). En la actualidad, gran parte de la investigación en taxonomía se centra en la reconstrucción de filogenias a través de métodos moleculares mientras una alta proporción de las especies permanece desconocida (Wheeler et al. 2004). La existencia de muchos grupos que aún no han sido inventariados (Simonetti et al. 1995) representa un impedimento fundamental para el desarrollo de programas de conservación.

El otro factor por el cual la actividad académica presta poca atención al conocimiento y conservación de la biodiversidad nacional tiene que ver con el sistema de incentivos. En Chile, la ciencia es financiada fundamentalmente con recursos estatales a través de distintos instrumentos que, en general, pueden agruparse dentro de dos categorías: los de Excelencia y los de Desarrollo. En el primer grupo destacan programas como FONDECYT, FONDAP o la Iniciativa Milenio, todos los cuales apuntan a desarrollar investigaciones basadas estrictamente en el modelo hipotético-deductivo, donde el avance en el conocimiento se entiende como el proceso de poner a prueba hipótesis acerca de cómo funciona el mundo. Así, por ejemplo, FONDECYT expresamente no financia la creación de colecciones ni el desarrollo de inventarios. El hecho de que parte importante de la información básica sobre biodiversidad que se produce en el país provenga del trabajo de científicos financiado por estos programas se debe a la preponderancia de estos instrumentos más que a su vocación.

El segundo grupo incluye varios instrumentos como FONDEF, FIP, FIA, Innova Chile, entre otros, los cuales financian investigaciones con un impacto claro y directo sobre el desarrollo económico de la nación. Estos instrumentos rara vez apoyan proyectos que contemplen aspectos sobre biodiversidad a no ser que sus implicancias económicas sean evidentes (por ejemplo, requerimientos de certificación ambiental de procesos productivos, valoración de servicios ecosistémicos, etc.).

DESAFÍOS FUTUROS

De la lectura del punto anterior resulta evidente que es necesario un cambio en los sistemas de incentivos a la investigación para acoger las demandas de información necesaria para la conservación de la biodiversidad. Si bien es cierto existe un creciente interés de la academia y de los instrumentos tradicionales de financiamiento —FONDAP, Milenio, etc.— por desarrollar temas relacionado con biodiversidad, las evidencias indican que el grueso de la producción científica de estas iniciativas cae dentro del ámbito de la biología básica y, en menor medida, en el de la descripción de problemas de conservación.

Por lo anterior, es necesario establecer nuevas vías de financiamiento que permitan desarrollar las áreas de información más deficitarias. Estas son dos: líneas de investigación específicas y datos básicos producto de inventarios y monitoreos.

Líneas de investigación

La escasa utilidad que las conclusiones basadas en la epistemología popperiana han demostrado tener para los tomadores de decisiones (Ellison, 1996) sugiere que es necesario plantear un nuevo enfoque para el desarrollo de investigaciones tendientes a contribuir directamente a la conservación de la biodiversidad nacional.

Como principio, los científicos deberían apuntar a predecir la respuesta de poblaciones, comunidades y ecosistemas a factores de estrés de origen humano, así como a eventuales medidas de mitigación de estos impactos. Debería existir un énfasis mayor en la determinación de la magnitud de los efectos más que en la significancia estadística de los mismos (Johnson, 1999). Debería potenciarse el rol del manejo experimental en la generación de información (Walters y Green, 1997). Finalmente, los resultados deberían ser relevantes y comunicados de forma inteligible para los tomadores de decisiones (Ellison, 1996). En Chile, un ejemplo de lo anterior lo constituyen los estudios realizados en comunidades intermareales (Moreno y otros, 1984; Castilla y Durán, 1985), que dieron origen a estrategias de manejo de recursos litorales de forma compatible con la conservación de las comunidades bentónicas.

A continuación se lista una serie de líneas de investigación que requieren de un impulso sustancial para permitir el cumplimiento de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Muchas de estas líneas no son abordables con los programas tradicionales, lo que destaca la necesidad de crear nuevos instrumentos de financiamiento.

- Valoración socioeconómica de servicios provenientes de la biodiversidad.
- Teoría de decisiones aplicada a la conservación de la biodiversidad.
- Evaluación de riesgo ecológico.
- Conservación en sistemas productivos. Mitigación de impactos negativos.
- Manejo adaptativo de ecosistemas.
- Técnicas de evaluación y monitoreo poblacional y ecosistémico.

- Rehabilitación y restauración de ecosistemas.
- Reproducción *ex situ* de especies amenazadas.
- Manejo y planificación de áreas protegidas.
- Diseño de paisajes de conservación.
- Control de especies invasoras.
- Historia natural de especies amenazadas.

Inventarios y monitoreos

Una labor altamente prioritaria es el inventario y clasificación adecuado de todas las especies que habitan el territorio nacional. Actualmente, gran parte de la planificación de la gestión de la biodiversidad se hace en función de unos pocos grupos (vertebrados y plantas leñosas), mientras que una porción importante de los taxa ni siquiera han sido registrados. Los efectos de este sesgo en la eficacia de los programas de conservación son inciertos.

Tal como los censos de población que el país realiza cada una década son fundamentales para el diseño de las políticas públicas de la nación, el contar con información demográfica sobre las distintas especies biológicas del país debería ser la base sobre la cual se planificara la gestión de la biodiversidad. Así, es necesario disponer de un sistema de inventario biológico que registre y actualice información básica sobre las distintas especies que pueblan el país, probablemente con grados de precisión acorde con el nivel de amenaza y/o de relevancia ecológica de las mismas. Por ejemplo, para especies muy abundantes y/o frecuentes, la información necesaria podría reducirse al rango de distribución, mientras que para especies con algún riesgo de extinción, el sistema debería contemplar un monitoreo del tamaño y estructura poblacional, movimientos, y eventualmente parámetros como tasas de reproducción y mortalidad, entre otros.

RECURSOS HUMANOS

La naturaleza y magnitud de los cambios que se deben implementar para hacer de la ciencia un eficaz colaborador en la conservación de la biodiversidad chilena requieren de una importante inversión en recursos humanos.

La gran cantidad de líneas de investigación deficitarias destacan la necesidad de crear investigadores en manejo y recuperación de especies, comunidades y ecosistemas, y de profesionales capacitados en la ejecución de programas de conservación cada vez más complejos. Lo anterior implica un reacondicionamiento de los programas de pre y postgrado que imparten las universidades chilenas y, eventualmente, la creación de un programa especial de becas para la formación de investigadores en las áreas de interés. Esto último resulta fundamental en el área de sistemática y taxonomía, donde la necesidad de investigadores es dramática (Simonetti, 1997).

Finalmente, de forma coordinada con la acción de la academia y organismos especializados, es necesario aumentar la participación ciudadana en la generación de información relevante para la conservación, particularmente en aquellos ámbitos donde la labor de los no profesionales en la obtención de datos útiles para la conservación es significativa (Hopkins y Freckleton, 2002; Greenwood, 2003).

Cuadro 1.

Justificación de la conservación	(7) 1,2%
Manejo y recuperación	(4) 0,7%
Problemas de conservación	(32) 5,5%
Biología Básica con relación a la conservación	(71) 12,1%
Biología Básica	(472) 80,5%

Bibliografía

Bradshaw, G.A. & J.G. Borchers. 2000. "Uncertainty as information: narrowing the science-policy gap". Conservation Ecology, 4: 7.

Castilla, J.C. & L.R. Durán. 1985. "Human exclusion from rocky intertidal of Las Cruces, central Chile: the effects on Concholepas concholepas (Gastropoda)". Oikos, 45: 391-399.

Ellison, A.M. 1996. "An introduction to bayesian inference for ecological research and environmental decision-making". Ecological Applications 6: 1036-1046.

Greenwood, J.J.D. 2003. "The monitoring of British breeding birds: a success story for conservation science?" Science of the Total Environment, 310: 221-230.

Hopkins, G.W. & R.P. Freckleton. 2002. "Declines in the numbers of amateur and professional taxonomists: implications for conservation". Animal Conservation, 5: 245-249.

Johnson, D.H. 1999. "The insignificance of statistical significance testing". Journal of Wildlife Management 63: 763-772.

Gaston, K.J. & A.S.L. Rodrigues. 2003. "Reserve Selection in Regions with Poor Biological Data". Conservation Biology, 17: 188-195.

Griffiths, R.A. 2004. "Mismatches between conservation science and practice". Trends in Ecology and Evolution, 19: 564-565.

Moreno, C.A., J.P. Sutherland & H.F. Jara. 1984. "Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile". Oikos, 42: 155-160.

Shrader-Frechette, K.S. & E.D. McCoy. 1993. Method in ecology: strategies for conservation. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Simonetti, J.A. 1997. "Biodiversity and a taxonomy of Chilean taxonomists". Biodiversity and Conservation, 6: 633-637.

Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno & E. Lozada (eds.). 1995. Diversidad biológica de Chile. CONICYT, Santiago

Viederman, S., G.K. Meffe & C.R. Carroll. 1994. "The role of institutions and policymaking in conservation". In: Meffe, G.K. & C.R. Carroll (eds.), Principles of Conservation Biology. Sinauer, pp. 466-490.

Walters, C., & R. Green. 1997. "Valuation of Experimental Management Options for Ecological Systems". Journal of Wildlife Management, 61: 987-1006.

Wheeler, Q.D., P.H. Raven & E.O. Wilson. 2004. "Taxonomy: Impediment or Expedient?" Science 303: 285.

Whitten, T., D. Holmes, & K. MacKinnon. 2001. "Conservation biology: a displacement behavior for academia?" Conservation Biology, 15: 1-3.

EDUCACIÓN PARA VALORAR LA BIODIVERSIDAD

INTRODUCCIÓN

SOLANGE DAROCH

¿Qué es una especie? ¿Qué es biodiversidad? ¿Por qué tenemos que entender estos temas? ¿Qué razones éticas y morales hacen que las personas estemos interesadas en comprender la dinámica de los ecosistemas considerando que vivimos cada vez más en el mundo de la tecnología? Estas preguntas y sus respuestas han sido naturalmente resueltas por los seres humanos durante miles de años. La comprensión de los ciclos de la naturaleza, la valoración de la diversidad biológica y la observación del lugar que la especie humana ocupa en los ecosistemas permitió la sobrevivencia y el desarrollo de los pueblos originarios. Hoy, desde un enfoque de desarrollo distinto, los seres humanos estamos observando nuevamente estos ciclos.

¿POR QUÉ?

La pérdida de biodiversidad es un problema de escala global. También es posible observar sus consecuencias en Chile. Aunque somos una región que se ve a sí misma como aislada de los problemas ambientales de nuestros vecinos, flanqueada por la cordillera de los Andes, por el mar y por el desierto, la realidad es que existen amenazas internas que comprometen zonas de altísimo valor en biodiversidad, como los bosques de la selva valdiviana o los valles de la zona central. Estas dificultades son consecuencia de la suma de los aportes de quienes utilizamos estos espacios sin considerar adecuadamente los ritmos que los sistemas de la naturaleza requieren para asegurar la vida de las distintas especies que lo habitan.

Sin embargo, este problema no se resuelve fácilmente. Aun si todos los chilenos y chilenas nos pusiésemos de acuerdo para actuar enfrentando la pérdida de biodiversidad que nuestras acciones acarrean, seguramente persistirían debilidades de estructura social que deberíamos enfrentar. En Latinoamérica y Chile, al menos tres son los desafíos que hay que tener en cuenta a la hora de actuar responsablemente frente a la conservación de la diversidad biológica: i) superar los índices de pobreza; ii) modificar pautas insostenibles de producción y consumo; iii) generar un ordenamiento en el uso y de los recursos naturales y el territorio, para mejorar nuestro desarrollo social y económico.

En Chile, la degradación de la biodiversidad, así como otros problemas ambientales, están en estrecha relación con los problemas sociales que vivimos. Por ello, toda estrategia que quiera abordar con éxito la pérdida de diversidad biológica debe acompañarse de pautas que permitan avanzar en la superación de los problemas sociales. La formula debe tener en cuenta que la conservación de nuestro patrimonio natural y de nuestra biodiversidad es también una mejoría en la calidad de vida y en desarrollo humano del país.

Sin embargo, aún persisten propuestas ciudadanas que intentan enfrentar este complejo problema en el ámbito escolar, en la esfera pública y privada, que tienden a entender la educación y acción sobre biodiversidad como una temática vinculada a "lo verde", a la "construcción de parques" y a la relación de este tema con la investigación exclusivamente "biológica y científica". Tiende a quedar excluida toda referencia a la necesidad del ser humano de observar sus pautas de consumo o su valoración de la diversidad en la naturaleza. También queda fuera la acción individual que, sumada a la de otros, constituye una masa crítica con capacidad suficiente para torcer la ruta de presión sobre la naturaleza que muchas veces nos imponen quienes proveen servicios o artículos de consumo.

Las experiencias que se relatan a continuación son referencias que intentan demostrar que es posible innovar en materia de conservación de la biodiversidad, incorporando decididamente la dimensión social que una estrategia de este tipo requiere. El programa de "Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales", desarrollado en conjunto por el Ministerio de Educación y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, intenta incorporar la dimensión ambiental en la gestión de la escuela, con la participación de toda la

comunidad escolar. El programa tiene un fuerte arraigo en el espacio ambiental que el establecimiento ocupa, reemplazando el aula por el ecosistema en que habitan todos los que conforman la comunidad.

Por ejemplo, el Sendero de Chile otorgará conectividad a nuestro largo territorio, a través del reconocimiento de los recursos naturales y la biodiversidad, incorporando en gran medida a comunidades generalmente aisladas y de escasos recursos a espacios de microdesarrollo vinculados al turismo sustentable, una forma particular de "concientización" ciudadana, que busca acercar a la ciudadanía toda a la naturaleza.

De igual forma, la experiencia de "Educación Informal para el turismo sustentable en cabo de Hornos: Turismo con Lupa en el Parque Omora" en la Patagonia chilena, abandona la idea que la naturaleza debe ser cuidada como pieza de museo. Por el contrario, establece y pretende generar un vínculo afectivo de las cuidadanas y ciudadanos con el patrimonio natural y la biodiversidad, haciendo de ese encuentro una experiencia para la vida.

Por último, es importante recordar la invitación que nos hizo la Asamblea de las Naciones Unidas cuando decretó que el período 2005-2014 sería el "Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible". En esta declaración los países reconocimos que "la educación para el desarrollo sostenible está en ese punto donde ella representa el proceso de aprendizaje que permite tomar las decisiones propias para preservar a largo plazo el futuro de la economía, de la ecología y de la igualdad en todas las comunidades. Crear capacidades de manera de elaborar una reflexión orientada hacia el futuro constituye la principal misión de la educación".





En 1896, en una enorme cueva magallánica ubicada en el cerro Benítez, cerca del fiordo que hoy lleva su nombre, el Capitán Ebenhard descubrió los restos de piel, carne, huesos y hasta coprolitos de una desconocida criatura mamífera de enormes proporciones y de aspecto parecido a un perezoso gigante, bautizado como Milodón. La Caverna del Milodón —declarada Monumento Nacional en 1968— posee un interesante valor arqueológico, y la reconstrucción del animal es hoy uno de los principales atractivos turísticos del sector de Puerto Natales. Fotos: Renato Srepel.



BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN FORMAL

VALERIA FUENTEALBA

La biodiversidad actual es el resultado de un proceso evolutivo de más de 3 mil millones de años, del cual conocemos aún muy poco. Por dar un ejemplo, se estima que en realidad existen 13 millones de especies entre plantas, animales y microorganismos, pero menos del 14 por ciento de todas las especies que se supone existen han sido identificadas y clasificadas.

La diversidad biológica nos proporciona enormes servicios a los seres humanos y al planeta. No sólo obtenemos nuestros alimentos, sino también medicamentos, fibras, diversos materiales, oxígeno, bienestar espiritual, por mencionar algunos. Muchos beneficios ni siquiera los conocemos o no han sido suficientemente valorados aún. Si se pierde biodiversidad, perdemos posibilidades de futuro, reducimos nuestro destino como especie y nuestro potencial de bienestar como humanidad.

LA NECESIDAD DE EDUCAR PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

En la última Conferencia de la Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica, celebrada en La Haya en abril de 2002, se formalizó la puesta en marcha de una Iniciativa Global en Comunicación, Educación y Concienciación Pública (CECP), mediante un programa de trabajo que enfatiza la CECP como herramienta clave para tener éxito en la instrumentación de la Convención. Por lo tanto, contamos con una validación internacional de la necesidad de educar a la población para conservar nuestra diversidad biológica.

Educar para la biodiversidad plantea algunos desafíos. En primer término, el concepto de biodiversidad tiene desafíos de comunicación y de educación muy particulares, derivados, por una parte, de la amplitud y complejidad del concepto y, por otra, de la dependencia de un delicado equilibrio en la interacción de procesos ecológicos, culturales, económicos y de intervención humana que harán o no posible la conservación de nuestra especie.

En segundo término y concatenado con lo anterior, se observa la necesidad de un abordaje concertado del tema entre los distintos sectores: público, privado y sociedad civil.

Por último, es relevante señalar que los cambios de valores, actitudes y comportamientos tan necesarios para construir una cultura que conozca, valore, respete y conserve la diversidad biológica, no están necesariamente relacionados directamente con el suministro de información, aunque esta sea científicamente relevante y entregada en forma oportuna.

Estamos de acuerdo, pues, en que la educación formal debe 'educar ambientalmente'. Esto implica preparar para una vida donde lo ambiental y su conservación es primordial para la supervivencia humana; significa educar desde la vida, desde la realidad de las personas, para conseguir una comprensión cabal y sistémica de lo ambiental. El aprendizaje debe entenderse como un proceso de creación de vínculos entre lo intelectual y lo afectivo, entre la teoría y la realidad. No hay mejor modo de llegar al futuro con madurez que practicando desde hoy responsablemente en nuestro entorno inmediato.

La diversidad biológica de nuestro país invita a usarla como un recurso didáctico casi inagotable. En todas las regiones, en todos los rincones del norte o del sur de Chile hay animales, plantas, ecosistemas y paisajes variados que propician el interés e indagación de niños, niñas y jóvenes. Esto, que parece obvio, aún no es una realidad en la educación chilena; sin embargo, hay múltiples oportunidades desde que se puso en marcha la Reforma Educacional en la década de los noventa.

LAS OPORTUNIDADES EN LA REFORMA EDUCACIONAL PARA ABORDAR LA BIODIVERSIDAD

El cambio curricular iniciado por la Reforma Educacional en Chile responde a la necesidad de actualizar los contenidos de las áreas de estudio, mejorar los objetivos fundamentales de aprendizaje y establecer, a través de objetivos transversales, temas de relevancia para la formación de los estudiantes, haciendo del currículo una herramienta que prepare a las personas para vivir en una sociedad en permanente cambio.

En lo sustantivo, la reforma curricular no sólo actualiza los contenidos educacionales, sino que desplaza el eje de la educación desde la enseñanza al aprendizaje, promoviendo una pedagogía centrada en el protagonismo del sujeto que aprende, y por tanto, preocupada de la pertinencia de los

contenidos que se abordan en las distintas etapas de desarrollo de los niños, niñas y jóvenes.

Como lo ha acogido nuestra legislación, corresponde también al Proyecto Educativo Institucional (PEI) de cada establecimiento educacional contribuir a identificar y precisar el tipo de formación que cada comunidad escolar procura desarrollar, de acuerdo con su propia concepción de vida. Las aspiraciones que la comunidad escolar comparte y desea expresar en su propio PEI deben compatibilizarse con las finalidades más generales incorporadas en la malla curricular, de manera que en su organización y en la acción pedagógica concreta de cada establecimiento se conjuguen y expresen los principios de diversidad e identidad cultural propios.

El nuevo procedimiento curricular de los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios (OF-CMO) contribuye a descentralizar la elaboración de planes y programas, permitiendo que esta tarea sea atribución de cada comunidad escolar. También incentiva que las definiciones curriculares sean producto del encuentro y la participación de los diversos grupos que integran la comunidad escolar. Con esto, se procura superar la excesiva uniformidad y homogeneización que tradicionalmente han tenido los contenidos y asume las diferencias de intereses y expectativas educacionales que existen en una sociedad democrática y plural.

Adicionalmente, de acuerdo con el propósito de su respectivo PEI, la organización interna del establecimiento educacional y su proceso educativo, corresponderá a estos incluir en la proposición de planes y programas que presenten al Ministerio de Educación, una indicación acerca de las estrategias metodológicas que empleará para desarrollar las capacidades correspondientes a cada grupo de objetivos fundamentales de tipo transversal (OFT). A este respecto, puede darle especial relevancia a uno de los OFT más que a otro, por ejemplo al OFT "la persona y su entorno", cuyo vínculo con lo ambiental se explicita en el mandato de "*proteger el entorno natural como contexto de desarrollo humano*", abriendo un espacio de trabajo explícito acerca del medio ambiente en general, y de la biodiversidad en particular.

Con los antecedentes expuestos observamos que la Reforma Educacional da al establecimiento la oportunidad de incorporar temáticas relevantes para el contexto local en que se inserta. Las oportunidades donde puede incorporarse el trabajo acerca de la biodiversidad son:

- Los espacios explícitos e implícitos existentes en los distintos sectores de aprendizaje (asignaturas).
- A través de los OFT, los que vinculan horizontalmente los sectores y subsectores de aprendizaje, especialmente a través del referido a "la persona y su entorno".
- En la elaboración de planes y programas hechos por la comunidad escolar y presentados al Ministerio de Educación.
- En el PEI, el que debe ser coherente con el tipo de enseñanza que quiere impartirse y acorde con la realidad social, histórica y cultural en donde se encuentra inserto el establecimiento.

En suma, construir un currículo relevante y apropiado a las necesidades y características de los estudiantes y de su entorno, como asimismo, la inserción de innovaciones metodológicas y didácticas, es una tarea que debe asumir cada unidad educativa conjuntamente con todos los actores intervinientes.

EL ABORDAJE ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN FORMAL

Actualmente, se conocen algunos ejemplos de abordaje sistémico de la temática de biodiversidad en algunas escuelas y liceos del país; sin embargo, su cobertura es muy baja así como también la difusión de estas experiencias.

Dentro del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales, programa de educación ambiental coordinado por el Ministerio de Educación, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y la Corporación Nacional Forestal, participan desde el año 2002 más de 400 establecimientos de todo el país. La idea fuerza del sistema de certificación ambiental es introducir una mirada sistémica para abordar la temática ambiental al interior de los establecimientos y, a su vez, entender que cada uno se inserta en un entorno particular que es importante comprender, conocer, valorar y respetar. El abordaje de la biodiversidad como tema relevante, no obstante, depende de la definición de prioridades de cada unidad educativa participante.

Se cuenta con algunos ejemplos de unidades educativas que han abordado de forma sistémica la temática ambiental y han relevado algún elemento de la diversidad biológica de su entorno, evidenciando una relación más armoniosa y provechosa con este, tanto desde el punto de vista educativo como social. Por citar algunos, a continuación se exponen los siguientes casos:

- Liceo Técnico-Profesional Manuel Blanco Encalada, Caldera, III Región. Realizan experimentalmente el cultivo del camarón de río, especie muy amenazada en su hábitat natural debido a la irracional captura de que ha sido objeto. Enfocan el proyecto en el aprovechamiento eficiente del agua, recurso muy escaso en la zona, y en la conservación del recurso camarón.
- Escuela La Greda, Puchuncaví, V Región. Observación y comprensión de la agricultura de la zona, aplicación de técnicas de cultivo para el manejo del huerto escolar y aprovechamiento de este para una alimentación saludable de niños y niñas.
- Escuela Capitán José Luis Araneda, Renca, Región Metropolitana. Anualmente realizan visitas guiadas al Sendero de Chile, tramo ubicado en el Parque La Reina, con niños y niñas acompañados por sus profesores para conocer mejor la flora y fauna de la precordillera santiaguina.
- Centro Educacional Valle Hermoso, Peñalolén, Región Metropolitana. Efectúan mediciones periódicas y análisis de la calidad de las aguas de la quebrada de Macul y participan en actividades de reforestación en la precordillera, ecosistema muy cercano a su liceo. De esta manera, hay una comprensión del ecosistema local que se conoce en terreno.

Por su parte, el Programa de Ciudadanía Ambiental Global (PCAG) es un programa internacional que se desarrolla en siete países de América Latina. Los gobiernos de esos países y seis redes ciudadanas, trabajan coordinadamente para difundir y capacitar a los ciudadanos en cuatro temas ambientales globales: biodiversidad, capa de ozono, cambio climático y aguas internacionales. Hay una línea de trabajo con educadores de 22 escuelas chilenas de las regiones IV, VIII, X, XI y Metropolitana. El propósito es introducir el concepto de "ciudadanía ambiental" como parte de los contenidos a abordar en las escuelas, dando énfasis al tratamiento de los cuatro temas ambientales globales prioritarios, uno de ellos la biodiversidad.

Las oportunidades dadas por la Reforma para asumir temas locales relevantes son acogidas, actualmente, por un porcentaje menor de establecimientos educacionales debido al bajo reconocimiento del aporte que puede hacer a la pertinencia de los contenidos y contextualización de los aprendizajes.

Contamos, entonces, con espacios formales para tratar temas de interés. Los llamados a participar y exigir el mejor aprovechamiento de estos son las familias y los mismos estudiantes, en pro de una educación de mejor calidad para todos.

EL DECENIO DE LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Nos encontramos en el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable, 2005-2014, de las Naciones Unidas. Por ello, en Chile se está elaborando un documento que defina lo que entenderemos por educación para el desarrollo sustentable (EDS) e instale las bases de una política pública al respecto.

Lo que se ha venido definiendo como educación para el desarrollo sustentable es una variación de la educación ambiental, ampliando las temáticas de abordaje: superación de la pobreza, igualdad de género, promoción de la salud, **conservación y protección ambiental**, transformación rural, derechos humanos, entendimiento intercultural, paz, producción y consumo sustentable, diversidad cultural, tecnologías de comunicación e información (TIC).

Frente a esta propuesta internacional, emerge una nueva visión de educación, que busca instalar capacidades en las personas de todas las edades para asumir la responsabilidad de crear y disfrutar una sociedad sustentable.

La conservación ambiental es parte de esta nueva visión, la que abre espacios de acción y de sinergia que deben aprovecharse entre los distintos actores e instituciones, para la construcción de un futuro sustentable.

Observamos nuevamente que los espacios para asumir responsable y formalmente el tema ambiental —y dentro de este, el respeto a la diversidad biológica y su conservación, o cualquier otro relevante para una comunidad escolar—, están dados, a pesar de que no siempre son asumidos ni comprendidos a cabalidad por la totalidad de los equipos técnicos de los establecimientos educacionales. Estamos en un buen momento para revisitar la escuela y reposicionarla como un agente de cambio, formadora de ciudadanos capaces de asumir la gran responsabilidad y de crear escenarios de sustentabilidad que redundarán en una mejor calidad de vida para todos los habitantes de este planeta.







La legislación chilena incorpora a la educación ambiental como uno de los principales instrumentos de gestión ambiental. Para avanzar en esa línea, se propone incorporar en los distintos componentes de la Reforma Educacional contenidos relacionados con el patrimonio natural renovable y desarrollar programas educativos y materiales pedagógicos. Entre las iniciativas concretas se incluyen programas de educación ambiental rural, escuelas al aire libre, y campañas de información y formación ligadas al patrimonio natural.
Fotos: Archivo CONAMA.



Foto: Verónica Rojas.



Foto: Verónica Rojas.



Foto: Archivo CONAMA.

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN INFORMAL

EL SENDERO DE CHILE

ESTEBAN DELGADO Y DIEGO FLORES

Durante el discurso del 21 de Mayo del año 2000, el entonces Presidente de la República, Don Ricardo Lagos Escobar, nos invitó a que *"...todos juntos construyamos el Sendero de Chile, un sendero peatonal que recorra nuestro Chile por la precordillera y cordillera andina desde Visviri hasta el extremo austral, como tributo a nuestra naturaleza maravillosa, que podamos conquistar y recorrer a pie"*. A través de esta invitación se daba inicio a la implementación del programa, cuya finalidad es contribuir a la protección de la naturaleza por medio del aumento de la valoración que los ciudadanos tienen de nuestro patrimonio natural.

La implementación de un programa de las características del Sendero de Chile apunta a los siguientes objetivos: i) aumentar el acceso público a espacios naturales, a objeto de dar respuesta a una demanda ciudadana creciente sobre la materia (véase el cuadro y gráfico 1); ii) dar cumplimiento a los compromisos internacionales adquiridos por el país en el ámbito del Convenio sobre Diversidad Biológica;[1] iii) generar instrumentos concretos para desarrollar acciones de educación ambiental al aire libre, tanto formales (en el marco de la Reforma Educacional en Chile),[2] como no formales e informales, y; iv) promover un estilo de vida sana entre la ciudadanía, que colabore en la disminución de los índices de obesidad y sedentarismo, los cuales superan el 90 por ciento en nuestro país (MINSAL, 2000).[3]

Consecuentemente con lo señalado, en su artículo 70, la Ley General sobre Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300) establece como uno de sus objetivos relevantes promover la protección de los recursos naturales. En tal sentido, asigna a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), la responsabilidad de: *c) Actuar como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con el medio ambiente; f) Colaborar con las autoridades*

1 Principalmente en lo concerniente a los artículos 10 y 13 de la Convención Sobre Diversidad Biológica, emanados de la denominada "Cumbre de la Tierra", en 1992.

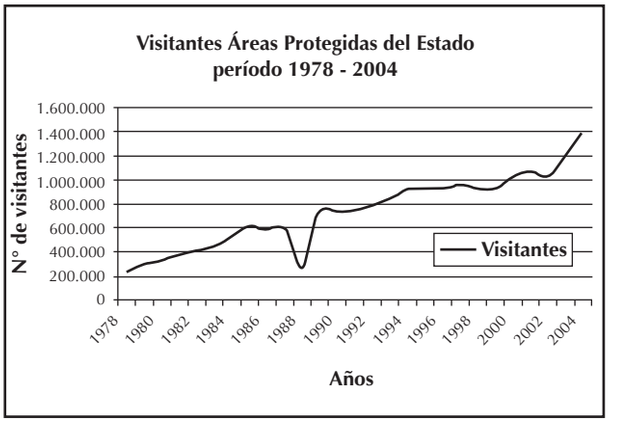
2 Tanto en lo referente a la realización de las Actividades Motrices en Contacto con la Naturaleza (AMCN) desde séptimo básico a cuarto medio, como en lo concerniente a las relaciones con el entorno en todos los niveles educacionales.

3 Resultado Encuesta Vida Sana 2000, Ministerio de Salud.

***Cuadro 1:* Visitantes a Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile, en el período 1978-2004.**

Año	Número de visitantes	Año	Número de visitantes	Año	Número de visitantes
1978	243,920	1987	590,680	1996	915,376
1979	290,000	1988	276,476	1997	953,030
1980	325,000	1989	736,843	1998	930,729
1981	378,300	1990	732,070	1999	914,182
1982	410,830	1991	752,213	2000	1,022,002
1983	450,000	1992	782,071	2001	1,063,679
1984	532,356	1993	840,290	2002	1,024,213
1985	606,000	1994	911,988	2003	1,187,407
1986	588,213	1995	908,937	2004	1,378,076

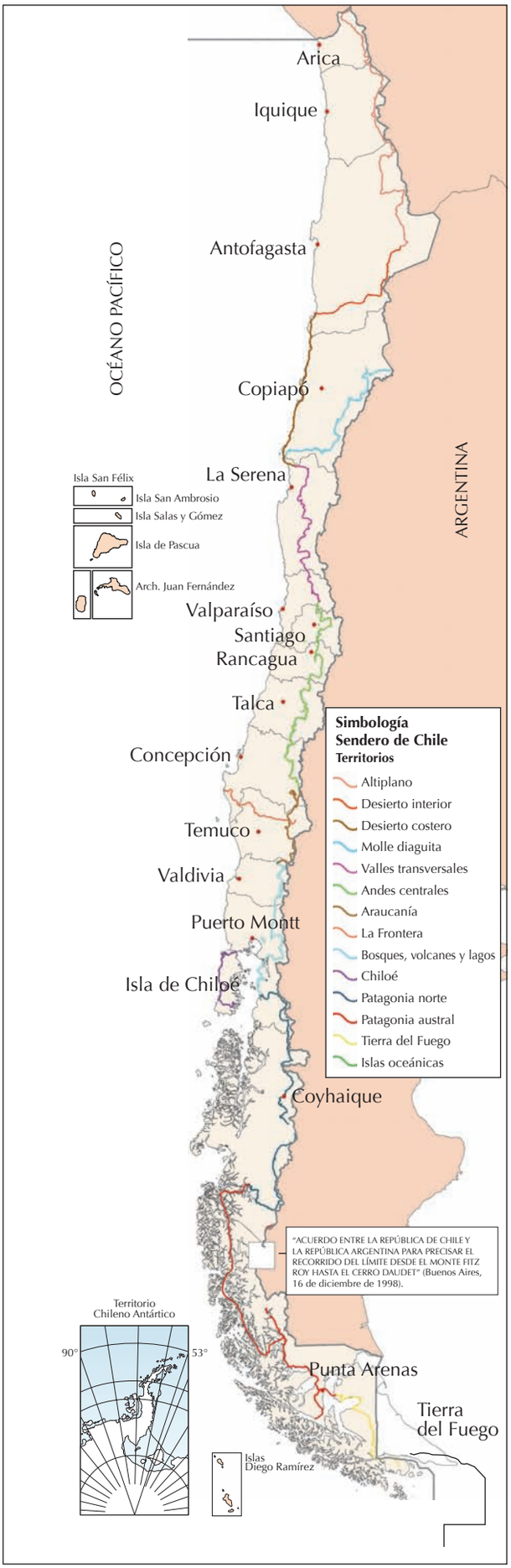
Gráfico 1:



Fuente ambos cuadros: Elaborado por el autor, a partir de datos de la Corporación Nacional Forestal.



Sendero de Chile; Laguna del Laja. Foto: Archivo CONAMA.



competentes en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana en estas materias; y h) Financiar proyectos y actividades orientados a la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. Es así como corresponde a este servicio público la responsabilidad de coordinar la implementación del programa, en el marco de trabajo del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA).

Adicionalmente a lo anterior, la creciente demanda por acceso, conocimiento, uso y goce de espacios naturales por parte de la ciudadanía, reflejada en el aumento sostenido de las visitas, tanto a parques y reservas nacionales, como a otros espacios naturales, constituye un valioso indicador del crecimiento de la actividad turística en el país, actividad que registra una de las mayores tasas de crecimiento económico a nivel mundial y dentro de la cual el turismo de naturaleza crece a tasas superiores, aspirando a constituirse como una efectiva herramienta para la generación de ingresos alternativos de las comunidades locales.

Concordante con lo anterior, uno de los principios básicos de gestión del Sendero de Chile apunta a la participación ciudadana, en todos los niveles de gestión y en todas las etapas de su desarrollo. El principio resulta vital por cuanto en



Sendero de Chile; San Félix. Foto: Archivo CONAMA.

el trazado del Sendero existen una serie de actores locales y regionales —comunidades aledañas, líderes locales, propietarios, autoridades locales y regionales, etc.— cruciales de incorporar para asegurar la sostenibilidad de la iniciativa. Así, tanto la participación ciudadana, como luego la gestión ambiental local, materializada a través del fortalecimiento de las capacidades técnicas y financieras de las comunidades locales asociadas al Sendero. se centran básicamente en hacer de éste, un instrumento que no solamente permita la valoración y protección de la naturaleza, sino que también contribuya al desarrollo integral de las comunidades cuyos territorios se vean comprendidos en su trazado.

DEFINICIÓN

El Sendero de Chile es un programa público, de carácter nacional, coordinado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y cuyo fin es contribuir a la protección de la naturaleza, a través de la generación de un espacio de acceso público, que permita a la ciudadanía acceder, conocer y valorar el patrimonio natural de nuestro país.

En términos físicos, el Sendero de Chile es:

a) La ***huella***: una carpeta natural de circulación, libre de obstáculos y vegetación, cuyo ancho promedio es de 1,20 metros, diseñada y concebida bajo estándares de mínimo impacto ambiental.
b) Su ***infraestructura asociada*** o "*infraestructura Sendero*": constituida por una serie de elementos tales como la señalética (paneles de acceso, mesas-paneles y balizas); los refugios y las áreas de acampado asociadas; las plazas o nodos de acceso; los miradores y sombreaderos; los puentes y pasarelas y las obras menores dispuestas en la misma huella que favorezcan el recorrido y minimicen la erosión (escalines, barandas, envaralados, alcantarillas, badenes, entre otros). Esta infraestructura debe ser concebida e implementada con estándares técnicos de mínimo impacto ambiental y servirá de apoyo a los usuarios en la prestación de servicios básicos de información y en algunas facilidades para realizar su recorrido.
c) El ***área de protección ecológica*** asociada a la huella. Esta corresponde a la franja de terreno aledaña a la huella del Sendero que garantiza la permanencia de las cualidades escénicas y la conservación de las condiciones ecológicas en torno del mismo, asegurando, de esta manera, que el Sendero mantenga el atractivo que motiva su diseño y habilitación en cada escenario territorial y su utilidad, como instrumento de conservación de la biodiversidad, las condiciones paisajísticas y el cumplimiento del propósito del programa.

Territorialmente, el Sendero de Chile configurará una red de senderos, desde Visviri a cabo de Hornos, la cual estará constituida, por una parte, por todas aquellas sendas y circuitos que intercepten su eje longitudinal principal y adhieran voluntariamente a la iniciativa respetando los requisitos establecidos, y por otra, por todas aquellas iniciativas de senderos emplazadas sobre otras áreas no necesariamente contiguas al trazado central del Sendero y que, teniendo objetivos similares, requieran apoyo del programa y adhieran a él.



Sendero de Chile; San Pedro Pichasca. Foto: Archivo CONAMA.

De esta manera, por medio de un eje principal precordillerano y cordillerano superior a los 8.500 kilómetros, el Sendero de Chile articulará una oferta de iniciativas de senderos a nivel nacional, la cual, considerando sus innumerables variaciones e implicancias en términos altitudinales y latitudinales, constituirá sin duda, una de las sendas de mayor diversidad natural, cultural y paisajística a nivel mundial.

FUNCIONALIDAD

Dependiendo de la carga de diseño y las condiciones de manejo de cada tramo, el Sendero responderá a distintos "usos-objetivos", que emergen, por una parte, de la diversidad de espacios geográficos y territorios donde se emplazará y, por otra, de los beneficios que este pueda prestar a los ciudadanos, comunidades y entorno.

En este sentido, y a partir de su propia definición y naturaleza, las principales funciones del Sendero serán la recreación y educación de los ciudadanos, la protección del patrimonio natural y cultural y el desarrollo del turismo sustentable (ecoturismo).

Uso ecológico

Se estima que entre el 50 y el 70 por ciento de la diversidad biológica no representada en el SNASPE se encuentra localizada en terrenos de propiedad privada. Uno de los mayores estímulos de conservación para dichos propietarios privados a escala mundial son las servidumbres ecológicas (*conservation easements*) y las iniciativas ligadas al ecoturismo, dentro de las posibilidades que estas tienen para rendir cierta rentabilidad económica privada. Estos mecanismos, aunque todavía poco probados en Chile, podrían vincular fuertemente a dichos propósitos las posibilidades de desarrollo del Sendero.

En este contexto, el Sendero puede ser promovido como un instrumento de enlace territorial y funcional entre áreas silvestres protegidas, para interconectar de mejor manera los sistemas públicos y privados de conservación (corredores). Esto, a través del fomento de acciones y proyectos de protección de la naturaleza, en torno del área de protección ecológica de los tramos habilitados o por habilitar.

Importancia relativa de las formaciones vegetacionales potencialmente posibles de reconocer a través del Sendero de Chile hacia el año 2010	
Matorral	46%
Estepa	3%
Turbera	1%
Herbazal	1%
Bosques	49%

Fuente: Elaborado por el autor, a partir del trazado preliminar nacional del Sendero de Chile y el estudio de Clasificación de pisos de Vegetación y Análisis de representatividad de Áreas Propuestas de Protección de Chile (F. Luebert y P. Pliscoff, 2005).

Uso recreativo y educativo

El Sendero —sobre todo en sus tramos de mayor cercanía y accesibilidad a ciudades y carreteras— también será utilizado con fines de esparcimiento, recreación y educación ambiental al aire libre, contemplando tanto su utilización por jóvenes, familias, grupos de escolares, delegaciones y personas de la tercera edad, entre otros. De igual manera, y como una iniciativa que abre nuevas oportunidades de encuentro y desarrollo ciudadano, el Sendero, más allá de su necesaria sostenibilidad económica, persigue un fin de responsabilidad social, ligado en este caso a la protección de los recursos naturales a través del acceso ciudadano a los sitios de diversidad natural, para su conocimiento y valoración. En virtud de esto, no basta promover su construcción, sino que también las condiciones para su adecuado uso. En este sentido, el Sendero constituye una plataforma educativa al aire libre, de gran potencial pedagógico en el marco de la actual reforma educacional.

Uso turístico

Uno de los principales usos del Sendero será el turístico, bajo alguna de las formas de turismo sustentable (ecoturismo, turismo rural y turismo deportivo), una iniciativa desarrollada como un producto turístico de categoría nacional e internacional, incorporada en la dinámica de los destinos turísticos, donde la complementariedad con otros circuitos, hitos, atractivos y servicios será de relevancia en el establecimiento de sinergias y encadenamientos productivos que potencien su sostenibilidad.

Se aspira a desarrollar un *Sendero multipropósito* para diversos públicos destinatarios: familias, escuelas, universidades, turistas nacionales e internacionales, deportistas, caminantes de corto y largo aliento, entre otros. Esta diversidad que persigue el programa y que buscan diferentes tipos de usuarios, requiere de la generación y operacionalización de variados modelos de gestión locales del Sendero, más que de un esquema nacional único.

BENEFICIOS ESPERADOS

Los senderos ofrecen una serie de beneficios tanto para los ciudadanos, en forma individual, como para las comunidades y el entorno. Entre estos, los más evidentes incluyen la promoción de la salud física, y mental, la conciencia, y socialización, la posibilidad de realizar actividades de educación ambiental sobre aspectos naturales y culturales del medio y la generación de ingresos económicos alternativos para las comunidades locales.

Numerosos estudios internacionales (National Park Service, 1998;[4] Victorian Trails Coordinating Committee, 2005),[5]



Sendero de Chile; Negro Francisco. Foto: Archivo CONAMA.

describen, de manera más o menos detallada, algunos de los beneficios generados por la existencia y operación de los senderos, los cuales es posible agrupar de la siguiente manera:

a. Beneficios en la salud individual y colectiva:

- Son una alternativa para que las personas accedan a un estilo de vida activo a bajo costo.
- Proporcionan un espacio seguro y agradable para variadas actividades recreacionales, tanto individuales, como grupales.
- Vinculan a las personas a los lugares, fomentando la noción de pertenencia.
- Desarrollan y fomentan la asociación entre propietarios, gobiernos locales, comunidad y grupos de usuarios, proporcionando un espacio para la interacción social.

b. Beneficios en la protección del patrimonio natural y cultural:

- Ofrecen oportunidades para comprender el medio ambiente natural y cultural.
- Reducen el impacto de la fragmentación sobre espacios naturales.
- Posibilitan el manejo adecuado del acceso a espacios sensibles.
- Reutilizan, mantienen y revalorizan infraestructura y vías históricas.

c. Beneficios económicos:

- Posibilitan la generación de oportunidades de empleo asociadas a la construcción y provisión de servicios de alimentación, alojamiento, transporte, equipamiento, entretenimiento y otros productos.
- Aumentan el valor de las propiedades adyacentes.
- Proporcionan un servicio de salud preventiva, disminuyendo los costos en salud de la población.
- Proporcionan una diversidad de oportunidades para el desarrollo del turismo, actuando como un catalizador de esta actividad.
- Generan inversión en protección del medio ambiente en espacios destinados a la conservación.

4 The Economics Impacts an Uses of Long-Distance Trail. A Case Study of the Overmountain Victory National Historic Trail. United States Department of Interior, National Park Service, 1998. USA.

5 Victorian Trails Strategy 2005–2010. Victorian Trails Coordinating Committee, http://www.tourismvictoria.com.au/images/assets/All_PDFs/nature-based/Final-Trails-Strategy-2005.pdf

EL PATRIMONIO NATURAL INVOLUCRADO

Considerando la extensión y la amplitud de su localización geográfica, el Sendero de Chile constituirá una de las sendas con mayor heterogeneidad ecosistémica de la Tierra. Este comenzará en el Altiplano, sobre los 4.000 msnm, y atravesará el desierto; la zona semiárida; los valles transversales; la zona de los volcanes y bosques siempreverdes; el área de los canales, fiordos y hielos continentales; la Patagonia, para finalizar en Tierra de Fuego (isla Navarino), a nivel del mar, en cabo de Hornos.

Desde el punto de vista vegetacional, en términos generales, a través del Sendero de Chile, la ciudadanía podrá acceder, recorrer y conocer aproximadamente 3.675 kilómetros de bosques, 3.460 kilómetros de matorrales, 249 kilómetros de estepas, 107 kilómetros de turberas y 57 kilómetros de herbazales.[6]

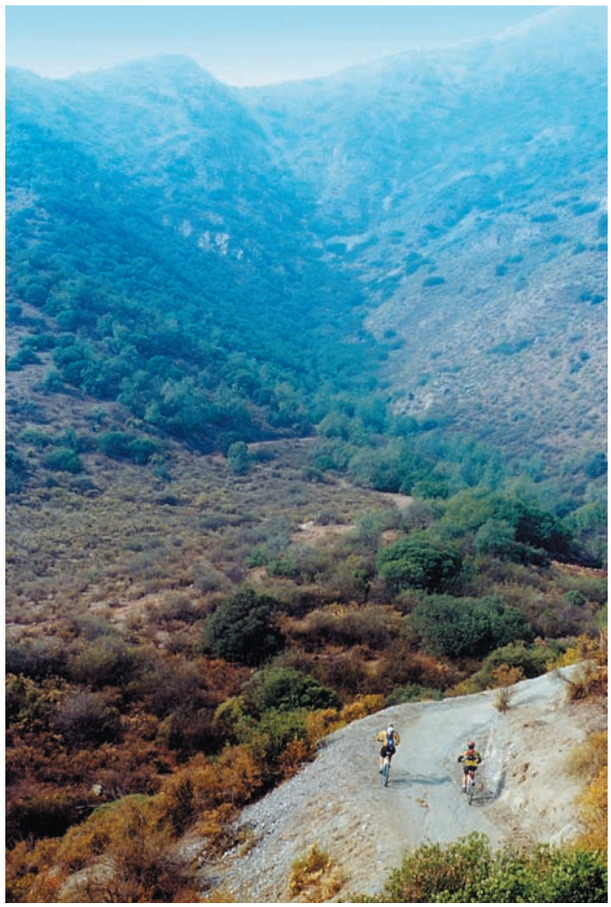
Como se desprende de la lectura de los datos y la gráfica de la página 617, el Sendero de Chile se emplazará principalmente sobre áreas de bosques y matorrales (95 por ciento de su longitud total estimada preliminarmente).

En el caso de los bosques, estos se encuentran representados por 38 tipos (pisos), entre los cuales sobresalen el bosque caducifolio templado andino de lenga (*Nothofagus pumilio*) y michai (*Berberis ilicifolia*), con alrededor de 487 kilómetros (Provincia de Coyhaique, Región de Aisén); el bosque siempreverde templado interior de coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y mañío de hojas punzantes (*Podocarpus nubigena*), con 325 kilómetros (presente desde la latitud de Valdivia hasta Palena, Región de Los Lagos) y el bosque caducifolio mediterráneo andino de roble (*Nothofagus obliqua*) y ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), con 270 kilómetros (Provincia de Ñuble, Región del Biobío).

Respecto de los matorrales, estos están representados por 29 tipos y podrán ser reconocidos aproximadamente a través del 46 por ciento de la extensión total del Sendero de Chile. Entre ellos, destacan principalmente los tipos matorral arborescente caducifolio mediterráneo andino de ñirre (*Nothofagus antarctica*) y zarzaparrilla (*Chiliotrichum d*) (Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes, 356 kilómetros), matorral bajo desértico tropical andino de ojalar (*Atriplex imbricata*) y rica-rica (*Acantholippia deserticola*) (Provincia de El Loa, Región de Antofagasta, con 320 kilómetros) y matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior de quillay (*Quillaja saponaria*) y guayacán (*Porlieria chilensis*) (Provincia de Cachapoal, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, 255 kilómetros).

EL ESTADO DE AVANCE

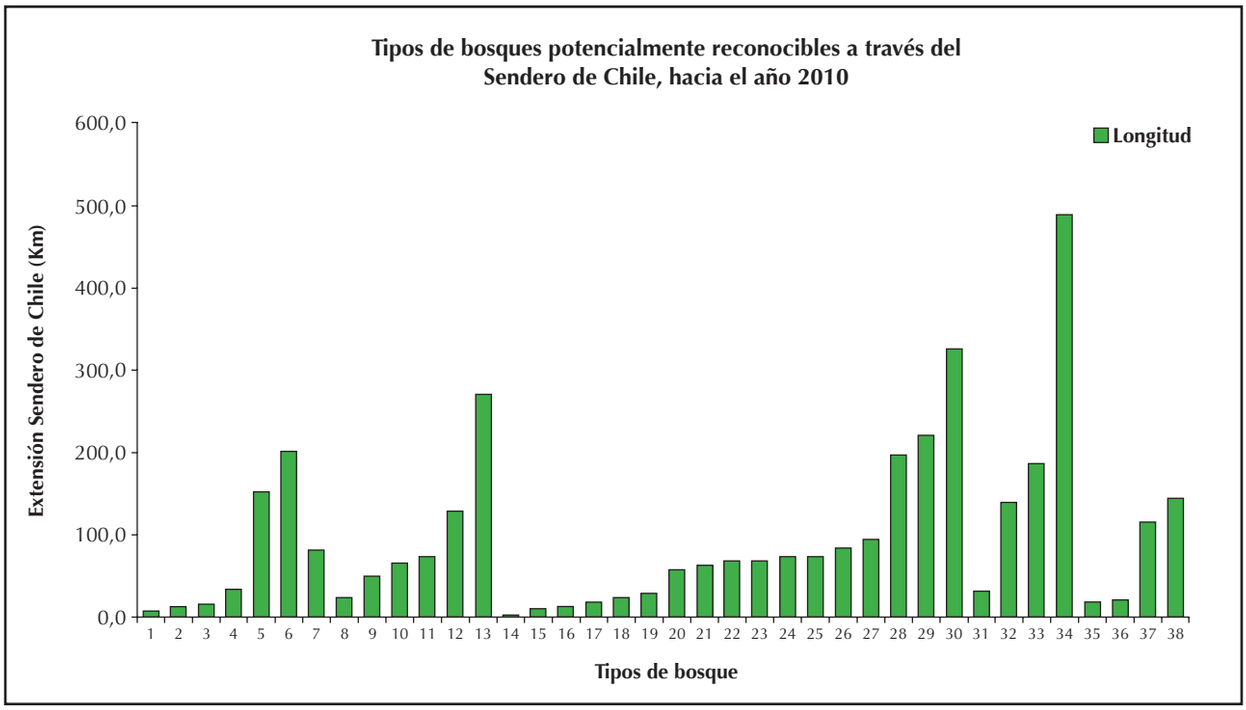
Desde su puesta en marcha hasta el año 2007, el Sendero de Chile ha alcanzado una extensión total de 1.882 kilómetros, habilitados en 60 tramos desarrollados en las 15 regiones del país, restando por habilitar 6.610 kilómetros del mismo. Simultáneamente, se han apoyado técnica y financieramente más de 40 proyectos de protección de la naturaleza y emprendimientos productivos en el área del turismo de naturaleza, desarrollados por miembros de las comunidades locales aledañas a los tramos habilitados del Sendero; se han realizado campañas de visitas guiadas con variados segmentos de la ciudadanía (población escolar; tercera edad, personas con movilidad restringida, scouts, etc.); se han efectuado actividades de capacitación con profesores; y se ha establecido convenios de cooperación con diversas instituciones y desarrollado, anualmente, campañas de difusión masiva de la iniciativa, tanto a nivel nacional como regional.





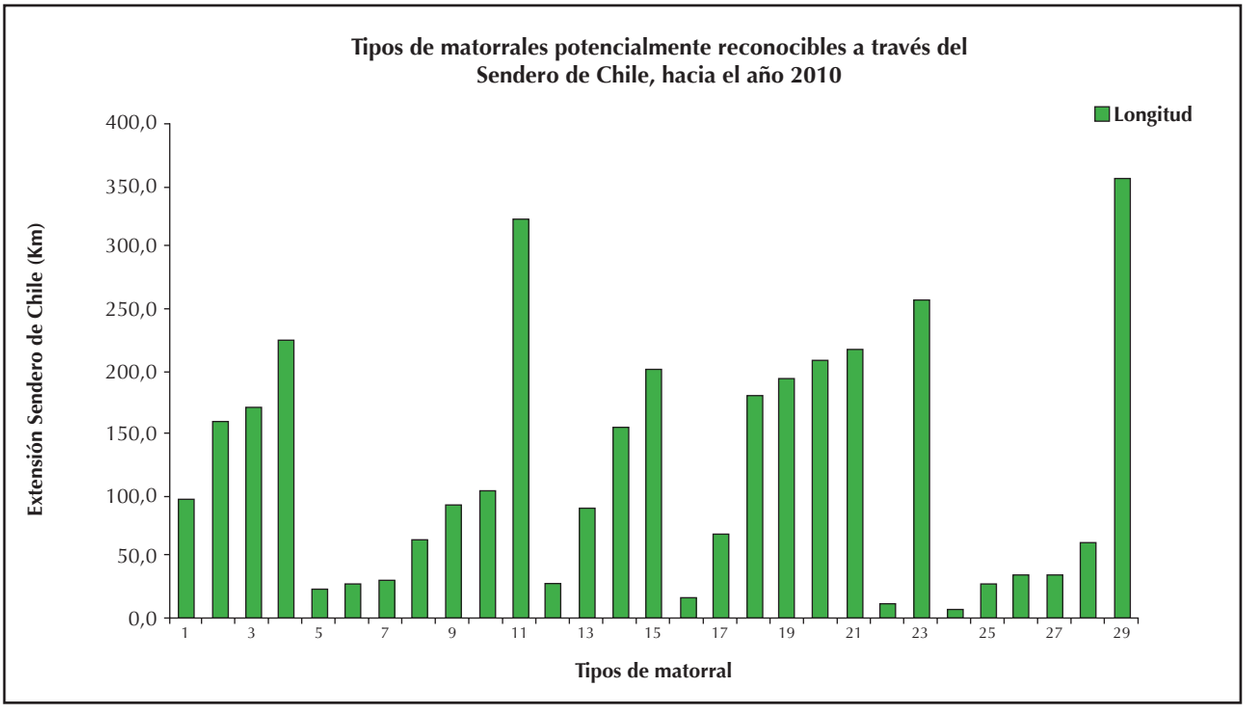
Sendero de Chile; precordillera de Santiago.
Fotos: Archivo CONAMA.

6 Las categorías *bosques, matorrales, estepas, turberas* y *herbazales* son entendidas aquí tal y como las definen Luebert y Pliscoff (2005).



1 **Bosque esclerófilo mediterráneo interior de** *Lithrea cáustica* **y** *Peumus boldus***;**
2 **Bosque espinoso mediterráneo interior de** *Acacia caven* **y** *Lithrea cáustica***;**
3 **Bosque espinoso de mediterráneo andino** *Acacia caven* **y** *Baccharis paniculata***:**
4 **Bosque espinoso mediterráneo interior de** *Acacia caven* **y** *Prosopis chilensis***;**
5 **Bosque esclerófilo mediterráneo andino de** *Quillaja saponaria* **y** *Lithrea cáustica***:**
6 **Bosque esclerófilo mediterráneo andino de** *Kageneckia angustifolia* **y** *Guindilia trinervis***;**
7 **Bosque esclerófilo mediterráneo andino de** *Lithrea cáustica* **y** *Lomatia hirsuta***;**
8 **Bosque caducifolio templado de** *Nothofagus obliqua* **y** *Persea lingue***;**
9 **Bosque caducifolio transicional andino de** *Nothofagus alpina* **y** *N. obliqua***;**
10 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *N. obliqua***;**
11 **Bosque caducifolio mediterráneo interior de** *Nothofagus obliqua* **y** *Cryptocarya alba***;**
12 **Bosque caducifolio mediterráneo andino de** *Nothofagus glauca* **y** *N. obliqua***;**
13 **Bosque caducifolio mediterráneo andino de** *Nothofagus obliqua* **y** *Austrocedrus chilensis;*
14 **Bosque resinoso templado andino de** *Araucaria araucana* **y** *Festuca scabriuscula;*
15 **Bosque resinoso templado costero de** *Fitzroya cupressoides;*
16 **Bosque siempreverde templado andino de** *Nothofagus dombeyi* **y** *Gaultheria phillyreifolia;*
17 **Bosque resinoso templado andino de** *Austrocedrus chilensis* **y** *Nothofagus dombeyi;*
18 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Ribes cucullatum;*
19 **Bosque laurifolio templado costero de** *Weinmannia trichosperma* **y** *Laureliopsis philippiana;*
20 **Bosque resinoso templado andino de** *Fitzroya cupressoides;*
21 **Bosque siempreverde templado andino de** *Nothofagus dombeyi* **y** *Saxegothaea conspicua;*
22 **Bosque laurifolio templado interior de** *Nothofagus dombeyi* **y** *Eucryphia cordifolia;*
23 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Drimys andina;*
24: Bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana* **y** *Nothofagus dombeyi;*
25 **Bosque resinoso templado costero de** *Pilgerodendron uvifera* **y** *Tepualia stipularis;*
26 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus alpina* **y** *N. dombeyi;*
27 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Azara alpina***;**
28 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus alpina* **y** *Dasyphyllum diacanthoides;*
29 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Araucaria araucana;*
30 **Bosque siempreverde templado interior de** *Nothofagus nitida* **y** *Podocarpus nubigena;*
31 **Bosque siempreverde templado interior de** *Nothofagus betuloides* **y** *Desfontainia spinosa;*
32 **Bosque siempreverde mixto templado andino de** *Nothofagus betuloides* **y** *Berberis serrato-dentata;*
33 **Bosque siempreverde templado andino de** *Nothofagus betuloides* **y** *Chusquea macrostachya,*
34 **Bosque caducifolio templado andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Berberis ilicifolia;*
35 **Bosque siempreverde templado costero de** *Nothofagus betuloides* **y** *Drimys winteri;*
36 **Bosque siempreverde templado costero de** *Nothofagus betuloides* **y** *Embothrium coccineum;*
37 **Bosque mixto transicional andino de** *Nothofagus betuloides* **y** *Nothofagus pumilio;*
38 **Bosque caducifolio antiboreal andino de** *Nothofagus pumilio* **y** *Maytenus disticha*

Fuente: Elaborado por el autor, a partir del trazado preliminar nacional del Sendero de Chile y el estudio de Clasificación de Pisos de Vegetación y Análisis de Representatividad de Áreas Propuestas de Protección de Chile (F. Luebert y P. Pliscoff, 2005).



1 **Matorral bajo tropical andino de** *Parastrephia lucida* **y** *Azorella compacta*;
2 **Matorral bajo tropical andino de** *Parastrephia lepidophylla* **y** *P. qudrangularis*;
3 **Matorral bajo tropical andino de** *Parastrephia lucida* **y** *Festuca orthophylla*;
4 **Matorral bajo tropical andino de** *Fabiana ramulosa* **y** *Diplostephium meyenii*;
5 **Matorral bajo tropical andino de** *Fabiana denudata* **y** *Chuquiraga atacamensis*;
6 **Matorral bajo tropical andino de** *Fabiana squamata* **y** *Festuca chrysophylla*;
7 **Matorral bajo desértico tropical interior de** *Adesmia atacamensis* **y** *Cistanthe salsoloides*;
8 **Matorral desértico tropical interior de** *Atriplex atacamensis y Tessaria absinthioides*;
9 **Matorral bajo tropical andino de** *Mulinum crassifolium* **y** *Urbania pappigera*;
10 **Matorral bajo tropical andino de** *Artemisia copa* **y** *Stipa frigida*;
11 **Matorral bajo desértico tropical andino de** *Atriplex imbricata* **y** *Acantholippia deserticola*;
12 **Matorral bajo tropical andino de** *Adesmia frigida* **y** *Stipa frigida*;
13 **Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de** *Adesmia subterránea* **y** *Adesmia echinus*;
14 **Matorral bajo tropical andino de** *Fabiana bryoides* **y** *Parastrephia quadrangularis*;
15 **Matorral bajo desértico tropical andino de** *Atriplex imbricata*;
16 **Matorral desértico mediterráneo interior de** *Heliotropium stenophyllum* **y** *Flourensia thurifera*;
17 **Matorral bajo desértico mediterráneo andino de** *Senecio proteus* **y** *Haplopappus baylahuen*;
18 **Matorral desértico mediterráneo interior de** *Adesmia argentea* **y** *Bulnesia chilensis*;
19 **Matorral desértico mediterráneo interior de** *Flourensia thurifera* **y** *Colliguaja odorifera*;
20 **Matorral bajo mediterráneo andino de** *Adesmia hystrix* **y** *Ephedra breana*;
21 **Matorral espinoso mediterráneo interior de** *Trevoa quinquinervia y Colliguaja odorifera*;
22 **Matorral bajo mediterráneo andino de** *Chuquiraga oppositifolia* **y** *Nardophyllum lanatum*;
23 **Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior** *Quillaja saponaria* **y** *Porlieria chilensis;*
24 **Matorral bajo mediterráneo andino de** *Chuquiraga oppositifolia* **y** *Discaria articulata*
25 **Matorral bajo mediterráneo andino de** *Laretia acaulis* **y** *Berberis empetrifolia*;
26 **Matorral arborescente caducifolio templado de** *Nothofagus antarctica* **y** *Berberis microphylla*;
27 **Matorral bajo templado-antiboreal andino de** *Bolax gummifera* **y** *Azorella selago*;
28 **Matorral caducifolio templado andino de** *Nothofagus antarctica* **y** *Empetrum rubrum*;
29 **Matorral arborescente caducifolio mediterráneo andino de** *Nothofagus antarctica* **y** *Chiliotrichm d*

Fuente: Elaborado por el autor, a partir del trazado preliminar nacional del Sendero de Chile y el estudio de Clasificación de Pisos de Vegetación y Análisis de Representatividad de Áreas Propuestas de Protección de Chile (F. Luebert y P. Pliscoff, 2005).

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN INFORMAL

TURISMO CON LUPA EN CABO DE HORNOS

RICARDO ROZZI

La crisis de la conservación de la diversidad biológica y cultural es en gran medida una crisis cognitiva, afectiva y vivencial, porque no percibimos a la mayoría de los seres y sus procesos vitales; menos desarrollamos una relación de convivencia con ellos. Por eso, consideramos que es fundamental abrir la experiencia educativa formal hacia prácticas educativas informales, como el ecoturismo, que abarcan sectores más amplios de la sociedad (Rozzi et al. 2006).

En el contexto de la Reserva de la Biosfera Cabo de Hornos, el programa educativo del Parque Omora provoca y guía el encuentro inmediato entre los participantes y las montañas, los arroyos, el viento y la diversidad de formas de vida que habitan el extremo austral de América (véase la figura 1). Actualmente, la mayor parte de nuestro conocimiento acerca de la naturaleza está mediado por documentales de televisión, modelos computacionales, formulaciones matemáticas, marcos lógicos y/o teorías científicas establecidas. Además, hoy, cuando un 85 por ciento de la población mundial se concentra en ciudades, la exposición directa a los hábitat naturales es una experiencia cada vez más rara.

Con el énfasis en el encuentro directo y la percepción integral e inmediata de la naturaleza, la experiencia educativa del Parque Omora procura compensar el exceso de "información mediada" que prevalece en la educación formal e informal (véase la figura 2). Por esta razón, la aproximación educacional de Omora promueve un aprendizaje *in situ,* con una inmersión en el hábitat y su red de interacciones ecológicas y culturales, en un escenario donde la diversidad biológica supera a sus representaciones matemáticas o computacionales: cada momento, cada sector del espacio y cada ser viviente parece ser diferente del otro. Explorando en terreno volvemos a asombrarnos con la inaprensible diversidad de seres vivos, con sus colores, olores, formas, conductas, cambios estacionales e historias de vida. En este reencuentro físico, emocional y sensorial con la multiplicidad y singularidad de cada uno de los seres vivos, la noción de biodiversidad deja de ser un mero concepto y comienza a ser una vivencia de estar cohabitando entre muchos y diversos seres.

Los investigadores del Parque facilitan este tipo de indagación de la diversidad biocultural a través de las actividades de observación del medio ambiente que incluyen la elaboración de dibujos, narraciones descriptivas y metáforas, junto con formular preguntas que son contestables "a primera mano" y en un tiempo acorde con la duración de la experiencia turística o educativa.[1] Esta aproximación enfatiza los procesos de aprendizaje por sobre los contenidos; las actitudes y prácticas de la indagación son más importantes que el conocimiento de los nombres de las especies y otros tipos de información. Las preguntas sobre la biodiversidad se establecen en un lenguaje simple para superar el problema de la especialización y del lenguaje técnico, permitiendo la participación de un amplio espectro de personas.

La experiencia involucra el descubrimiento y descripción de la variedad de formas de vida en un sitio y momento determinado. Por ejemplo, se indaga acerca de los patrones de distribución de una especie en particular y aprende acerca de sus historias de vida. Así, se llega a descubrir que los líquenes que crecen sobre la corteza a menudo difieren en color, forma y tamaño de aquellos que crecen sobre las rocas (véase la figura 3). De esta manera, los visitantes o estudiantes son iniciados en la comprensión básica de los patrones de distribución de la biodiversidad. Para familiarizarse con la biodiversidad del sitio, dibujan esquemas de los líquenes observados. Un hecho interesante que suele ocurrir en esta etapa es que los colores de los lápices no coinciden con aquellos de los líquenes. Surge así una experiencia de la dificultad de "capturar" los colores y otras dimensiones de los seres vivos con que convivimos. Esta experiencia nos ayuda a reflexionar sobre las limitaciones de nuestra capacidad para aprehender la biodiversidad dentro de nuestras categorías y con nuestras herramientas y a la vez estimula la conciencia sobre las singularidades sin límite de cada ser vivo (Rozzi et al. 2005).

Para descubrir singularidades como aquellas que surgen de la gran diversidad de seres pequeños, tales como musgos, líquenes o insectos; se requiere una mirada diferente de aquella aprendida en la mayoría de los centros de educación

1 La aproximación educativa de Omora modifica las propuestas de ecología en el patio de la escuela (Margutti et al. 2001) y de la ecología en el entorno cotidiano (Rozzi et al. 1997), al enfatizar: a) la descripción como una experiencia fenomenológica previa a formularse preguntas acerca de lo observado, y b) la acción de conservación que deriva del aprendizaje como forma de asumir una responsabilidad ética frente a nuestros modos de convivir con otros seres humanos y no humanos.

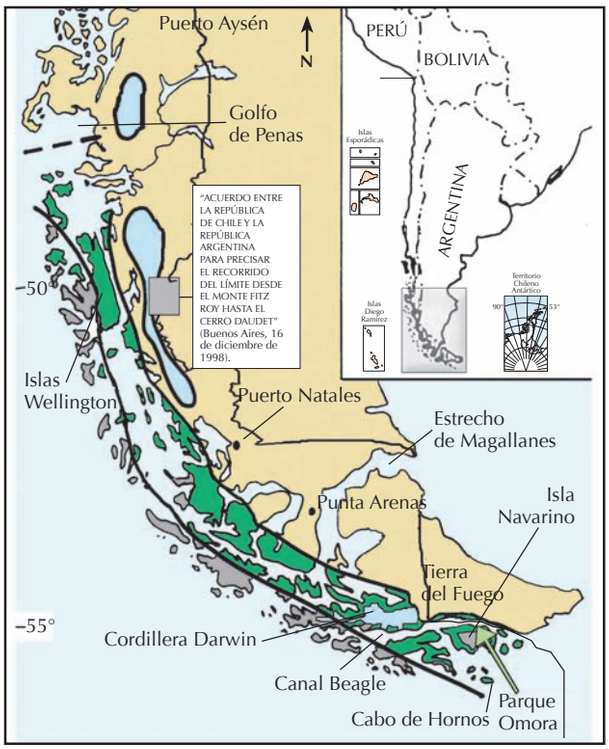


Figura 1. **Localización del Parque Etnobotánico Omora (55°S) en la isla Navarino, Comuna Cabo de Hornos, Provincia Antártica Chilena. El Parque se encuentra a 3 kilómetros al oeste de Puerto Williams e incluye un mosaico representativo de los ecosistemas de cabo de Hornos. El Parque corresponde a una concesión del Ministerio de Bienes Nacionales a la Fundación Omora y la Universidad de Magallanes.**

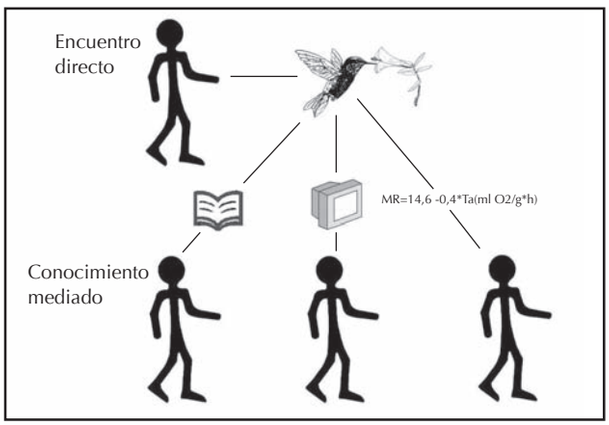


Figura 2. **El programa de educación y ética ambiental del Parque Etnobotánico Omora enfatiza las experiencias de campo y encuentros directos con otros seres vivos, procurando compensar el exceso de "información mediada" que prevalece en la educación formal e informal. Actualmente, la mayor parte de nuestro conocimiento acerca de la naturaleza está mediado por: a) ecuaciones matemáticas (por ejemplo, el picaflor *Sephanoides sephaniodes*, "omora" en lengua yagán, es estudiado a través de una ecuación de su metabolismo; López-Calleja y Bozinovic, 1995); b) por modelos computacionales y tecnologías audiovisuales como la televisión (por ejemplo, la filmación del picaflor visitando las flores de copihue magallánico o coicopihue, *Philesia magellanica*); y c) por teorías y/o narrativas científicas históricamente establecidas (por ejemplo, los relatos del Diario de Viaje del *Beagle* donde Darwin se refiere al vuelo de un picaflor en medio de una tormenta en Magallanes, Darwin, 1839). (Figura modificada de Rozzi et al. 2005b, *Ecology & Society*, 2006, en prensa).**

formal. Un gran árbol salta a la vista en los estudios de impacto ambiental, en los catastros de biodiversidad y en los recorridos turísticos. Sin embargo, los pequeños seres sólo son visibles cuando se toma una lupa y se comienzan a descubrir los coloridos de los líquenes, las variadas formas de los musgos y hepáticas. De esta manera, surge ante la mirada de los visitantes o estudiantes la flora más diversa del extremo austral de Chile: con más de 800 especies de musgos y hepáticas de las 15.000 especies conocidas a nivel mundial, el cabo de Hornos constituye un "*hotspot* de biodiversidad" para la flora no vascular a nivel mundial (Rozzi et al. 2008).

Con el afán de explorar estos exuberantes "bosques en miniatura del cabo de Hornos", el año 2002 iniciamos, como una práctica científica aplicada de educación informal y ecoturismo, el "turismo con lupa" en el Parque Etnobotánico Omora. En 50 metros de una quebrada boscosa o de litoral rocoso, los estudiantes, científicos y turistas pueden pasar horas descubriendo mundos de colores, formas foliares e historias de vida desconocidas en los textos y aulas de nuestra educación formal.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental, el "turismo con lupa" presenta la gran ventaja de impactar áreas muy pequeñas; un par de hectáreas son suficientes para descubrir centenares de especies, formas de crecimiento, comunidades bióticas, "microecosistemas", etc.

Respecto a la sustentabilidad económica, la calma necesaria para explorar con lupa esta inagotable diversidad y el encantamiento producido por esta "biodiversidad atípica" invita a estadías más largas y permanencia de los visitantes en un sitio dado.

Desde la perspectiva del visitante, la actividad del "turismo con lupa" no sólo permite observar mundos diferentes, sino que también conlleva una vivencia que se desvía del hábito globalizado de "lo rápido y fácil". Es necesario un cambio de ritmo; disponerse con concentración y tiempo para que emerjan ante la mirada las texturas foliares, las tonalidades de los pigmentos o los movimientos de los pequeños invertebrados en medio de esta trama micro-boscosa. El descubrimiento de los bosques en miniatura conlleva una necesaria disposición de calma y atención para percibir expresiones de vida que quedan ignoradas si se pasa caminando rápido, "queriendo verlo todo y no viendo nada". Esta vivencia revitaliza al visitante, quien además descubre que en los "bosques en miniatura del cabo de Hornos" lo pequeño es hermoso. Estos acontecimientos provocan y maravillan a los turistas procedentes de un mundo global dominado por lo rápido y cuantitativo, donde "más es mejor" y se elogia lo grande. En el acto de indagar la micro-biodiversidad, la calma para observar lo pequeño conlleva también una atención para observarnos a nosotros mismos, con nuestra respiración, emociones y asombro. Se alcanza así un propósito esencial del ecoturismo: una experiencia recreativa de educación informal desplegada en las tramas de diversidad biológica y cultural (Mitzi Acevedo, com. pers.).

En suma, el "turismo con lupa" posee sólidos componentes de sustentabilidad ambiental y económica, e invita a los visitantes a participar en una experiencia genuinamente ecoturística, cuya práctica predispone la sensibilidad para



***Figura 3*. Los líquenes del género *Cladonia* constituyen uno de los grupos más diversos y coloridos en los "bosques en miniatura del cabo de Hornos".** Fotografía: Silvina Ippi. Archivo Fotográfico Parque Etnobotánico Omora.

descubrir las múltiples expresiones de vida, incluyendo las menos aparentes.

Desde el punto de vista de la conservación y la ética ambiental, la práctica por cultivar la percepción de la ilimitada diversidad de expresiones de vida es urgentemente necesaria para liberarnos del mecanicismo que caracteriza a la acelerada vida cotidiana en las urbes. Sólo deteniéndonos a observar es posible descubrir la existencia de las diversas formas de vida que quedan negadas bajo la unidimensionalidad y vertiginosidad de la sociedad globalizada. El descubrimiento y la observación de estos seres "invisibles" va alimentando nuestra conciencia acerca de cuán poco conocemos de nuestro entorno. Las observaciones de las constantes variaciones e interrelaciones, y las experiencias estéticas y de asombro que surgen al detenerse y observar con una lupa o el lente de acercamiento de una cámara fotográfica van invitándonos a revisar las limitaciones de los modos prevalecientes del conocer con un marcado sesgo hacia la enseñanza basada en un único alfabeto y sistema numérico. La conciencia acerca de nuestra ignorancia respecto a la diversidad de seres con que cohabitamos y de las limitaciones de nuestros modos de conocer debiera invitarnos a actuar con más cautela. En este contexto, el "turismo con lupa" representa una práctica que contribuye a la coexistencia, a una convivencia respetuosa con la diversidad biocultural en que estamos inmersos.

En la práctica del turismo con lupa en el Parque Omora los investigadores actúan como "facilitadores socráticos" que permiten a los turistas observar y descubrir la diversidad por sí mismos. La vivencia de ser descubridores e inventores de sus propios relatos sobre la biodiversidad permite a los visitantes reencontrarse con la belleza de los líquenes, los musgos, los paisajes de cabo de Hornos y otros parajes del país y del mundo. Los visitantes internalizan así una actitud de aprendizaje más holista y perdurable que aquella derivada de visitas guiadas basadas en un relato o transferencia unilateral de información biológica o histórica. Estamos demasiado acostumbrados a ser receptores y consumidores de información. Estamos adormecidos por el hedonismo de consumir y "gozar" historias que nos cuentan. Para salir de este adormecimiento, la invitación de Omora es hacia un turismo naturalista activo, donde los visitantes pasan a ser como escultores que en cada liquen van descubriendo-inventando formas e historias de vida, desentrañando las singularidades e inaprensible riqueza de las existencias de los diversos seres con que convivimos en Cabo de Hornos y el planeta.

Bibliografía

Darwin, C. 1839. The Zoology of the voyage of H.M.S. Beagle, under the command of Captain Fitzroy, R.N., during the years 1832 to 1836. Published with the approval of the Lords Commissioners of Her Majesty's Treasury. Smith, Elder & Co., Londres.

López-Calleja, M.V. & F. Bozinovic. 1995. "Maximun metabolic rate, thermal insulation and aerobic scope in a small-sized Chilean hummingbird (*Sephanoides sephanoides*)". The Auk, 112: 1.034-1.036.

Margutti, L., R. Oviedo, M. Herbel y P. Feinsiger. 2001. "Indagación ecológica en el patio de la escuela". En: Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo, Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas. FCE, México, pp. 526-528.

Rozzi, R., P. Feinsinger y R. Riveros. 1997. La enseñanza de la ecología en el entorno cotidiano. Ministerio de Educación de Chile, Santiago de Chile.

Rozzi, R., J.M. Draguicevic, X. Arango, M. Sherriffs, S. Ippi, C.B. Anderson, M. Acevedo, J. Plana, E. Cortés y F. Massardo. 2005. "Desde la ciencia hacia la conservación: el programa de educación y ética ambiental del Parque Etnobotánico Omora". Ambiente y Desarrollo, XXI (2): 20-29.

Rozzi, R., F. Massardo, C. Anderson, K. Heidinger & J. Silander JR. 2006. "Ten principles for biocultural conservation at the southern tip of the Americas: The approach of the Omora Ethnobotanical Park". Ecology & Society, 11(1): 43. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art43/

Rozzi, R., J.J. Armesto, B. Goffinet, W. Buck, F. Massardo, J. Silander, M.T.K. Arroyo, S. Russell, C.B. Anderson, L.A. Cavieres & J.B. Callicott. 2008. "Changing biodiversity conservation lenses: insights from the sub-Antarctic non-vascular flora of southern South America". Frontiers in Ecology and the Environment, 6: 131-137.

***Página derecha:* "El bosque es bello porque es complejo, diverso y armonioso. La infinita comunidad biótica que lo constituye, se sustenta y equilibra en la cooperación y la interdependencia. El bosque es la expresión más frondosa y concreta de la unidad en la multiplicidad que es posible verificar en este mundo; y que han atisbado los místicos afortunados en sus éxtasis y que sueñan realizar conscientemente los seres humanos en sus utopías más audaces".** Fuente: Juan Pablo Orrego, Del Bosque a la Ciudad; La Tragedia del Bosque Chileno, Coedición, Ocho Libros Editores y Defensores del Bosque, 1998. Foto: Nicolás Piwonka.

***Páginas siguientes:* "La capacidad de comprensión y reflexión son nuestros dones como seres humanos. Y son estos dones lo que necesitamos para actuar sabiamente frente al mundo natural al modificarlo —el bosque nativo en este caso—, pues tanto su modificación como su conservación tienen consecuencias en el devenir, ya sea en la conservación, en la transformación o en la extinción de la vida humana y no humana, y en último término, de la biosfera que nos hace posibles como seres humanos, esto es, como homo sapiens amans".** Fuente: Humberto Maturana, El Bosque Nativo y Nosotros; La Tragedia del Bosque Chileno, Coedición, Ocho Libros Editores y Defensores del Bosque, 1998. Foto: Nicolás Piwonka.







EPÍLOGO

DESAFÍOS PARA LA GESTIÓN DE NUESTRA BIODIVERSIDAD

Comité Editorial

Las recientes y variadas manifestaciones con que la naturaleza parece advertirnos de los riesgos asociados al llamado calentamiento del planeta, en momentos en que se enfrenta además el fin de un ciclo en lo que respecta al aprovechamiento a bajo costo de la energía fósil, contribuyen a que la humanidad tome progresiva conciencia de que está entrando en un punto de quiebre en lo que ha sido hasta ahora su relación con la naturaleza. Aun cuando inmersos en procesos de globalización y revolución tecnológica que potencian el crecimiento, la sustentabilidad de este modo de desarrollo enfrenta un futuro incierto. De alguna manera, vulnerar el funcionamiento y regulación ecológica de los grandes ciclos naturales abrió un espacio de consecuencias imprevisibles para nuestro modo de vida y bienestar futuro.

La pérdida de biodiversidad es otra de las manifestaciones de este desencuentro y de hecho, junto al cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono, constituyó uno de los tres ejes en los que la llamada Cumbre de la Tierra (1992) llamó a priorizar la acción política. La diversidad es un atributo esencial de la vida y hasta el momento el hombre no ha sabido relacionarse con ella de una manera sostenible, empobreciéndola sistemáticamente, en un proceso que se suele ejemplificar en la tasa creciente de extinción de especies.

A diferencia de la concienciación existente respecto de los peligros del cambio climático o del agotamiento de la capa de ozono, donde la percepción de la opinión pública europea ha sido clave para que la mayor parte de los gobiernos de países desarrollados avancen en la aplicación de costosas medidas de remediación, el grado de conciencia respecto a los peligros que representa la pérdida de biodiversidad es todavía incipiente. Educar, informar, desarrollar esa percepción, convertir la conservación de la biodiversidad en un problema político, constituye un primer gran desafío.

Sólo a través de una toma de conciencia se podrán establecer los mecanismos para desacoplar la tasa de crecimiento económico con la tasa de destrucción de ecosistemas, de especies y de reservas genéticas. Para Chile, cuyo modelo económico se basa en el aprovechamiento directo de recursos naturales, avanzar en la línea de ese desacoplamiento reviste un carácter particularmente desafiante. Incorporar la conservación de la biodiversidad asociada a nuestros recursos naturales como uno de los principios guías para el desarrollo de las actividades económicas que los utilizan, constituye sin lugar a duda uno de los ejes centrales para cualquier estrategia de desarrollo sostenible de esos sectores. Sea que estos se basen en el uso directo de poblaciones naturales como la pesca o la silvicultura del bosque nativo, en cultivos como la agricultura, salmonicultura o silvicultura de plantaciones o en recursos no vivos como la minería o como la energía.

Dar una respuesta eficaz a esta cuestión es parte de nuestra integración a un mundo global, integración que implica no sólo asimilarse y ser exitoso en términos de parámetros económicos y sociales. Velar por la sostenibilidad de ese desarrollo, compartir una ética y una responsabilidad como habitantes del planeta y hacerlo a partir de una identidad propia, es parte importante de nuestro desafío.

Las características propias de nuestra biodiversidad le dan también matices particulares a este reto. El carácter longitudinal y el relieve de esta loca geografía que acompaña la cordillera de los Andes en su caída al Pacífico, desde el trópico hasta el centro de la Antártica, incide en la formación de múltiples ecosistemas de dimensiones relativamente reducidas, cuestión que también plantea dificultades en el

Página izquierda: **Cascada al interior del Parque Pumalín.**
Los chilenos de hoy necesitamos desarrollar una estrategia de conservación de la biodiversidad propia y a nuestro alcance, que aborde la conservación desde una visión más compleja con objetivos claros y precisos y, sobre todo, evaluables.
Comité Editorial Biodiversidad de Chile.
Foto: Nicolás Piwonka.

aprovechamiento sostenible de sus componentes. Nuestro aislamiento geográfico incide en que parte importante de nuestro territorio y de su biodiversidad asociada representen una prioridad en el marco de las estrategias internacionales de conservación de la biodiversidad, ya que somos una ecorregión terrestre prioritaria por su riqueza en endemismos. Cobijamos representantes de estirpes evolutivas ya extintas, relictos que sobrevivieron en Chile millones de años después que sus familias se extinguieran en otras partes del planeta. Este aislamiento de su desarrollo evolutivo, ese carácter "insular" de nuestra biota, incide también en su mayor vulnerabilidad a factores como la introducción de especies invasoras.

Otro factor que particulariza la situación de Chile es nuestra historia reciente, la que condujo a nuestro país a abrir su economía a lógicas de acumulación a escala mundial antes que el resto de los países en desarrollo, transformando radicalmente el rol del Estado. Durante el medio siglo anterior, en el marco de un proceso de industrialización promovido desde el Estado, la sobreexplotación de los recursos naturales para la industria y para implementar la infraestructura del intenso proceso urbanizador conduce casi naturalmente al deterioro ambiental y la contaminación indiscriminada producto de los desechos industriales, considerado apenas un síntoma de ese desarrollo.

En ese contexto, el Estado —que debía generar las condiciones para que ese proceso económico ocurriera— difícilmente pudo contravenir la dirección de ese proceso. Lo que sí hizo fue implementar una política proteccionista en los espacios que dejaba el desarrollo económico, la que se expresó en la creación de parques nacionales, en el fomento de un masivo proceso de forestación, amén de ciertas restricciones a la explotación de bosques naturales.

Con la implantación de un modelo de economía de mercado abierta al mundo y el desplazamiento de la dinámica del desarrollo hacia la gran empresa privada, se nos plantea más temprana y claramente la necesidad por parte del Estado de articular políticas ambientales que logren regular el proceso económico "desde fuera" y la necesidad de incorporar la participación ciudadana en la generación e implementación de políticas sustentables. La incorporación creciente de una lógica de mercado abre también nuevos espacios para la acción ambiental, ante la posibilidad de establecer incentivos de mercado y en la medida que ciertos servicios o productos ambientales empiezan a tener valor de mercado, consecuencia de su escasez.

La promulgación de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA, 19.300/94), a mediados de los años noventa, responde a la necesidad de desarrollar un nuevo marco jurídico adaptado a esta realidad. Desde un accionar institucional transversal y una creciente participación de la ciudadanía en los temas ambientales, se busca implementar una política que desde el Estado filtre los proyectos no amigables con el entorno, apuntando a una creciente armonización del crecimiento y desarrollo de nuevas actividades productivas con la protección de la salud de las personas y de los recursos naturales. La implementación de esta nueva institucionalidad es un proceso en curso, que registra avances y debilidades, y donde queda todavía mucho por hacer, pero su extensión en el ámbito de la gestión en biodiversidad entrega ya sus primeros frutos.

La aplicación del enfoque transversal que caracteriza la gestión ambiental, superando el carácter marcadamente sectorial, ha permitido por ejemplo ampliar sustantivamente la protección de franjas de nuestro territorio marino-costero. En efecto, aunando en un solo acto administrativo las competencias radicadas en los ministerios de Defensa, Economía y Bienes Nacionales, se han creado en los últimos años tres grandes Áreas Marinas y Costeras Protegidas, AMPC. Este mismo enfoque ha llevado a establecer un procedimiento único de clasificación para las categorías de conservación de las especies de nuestra flora y fauna silvestre. La instalación de estos instrumentos impone a los servicios competentes, centrados en cuestiones sectoriales, requerimientos adicionales de especialización en el ámbito de la vida silvestre. Su aplicación y puesta en marcha constituye una oportunidad para enfrentar los problemas e insuficiencias de la institucionalidad gubernamental relacionada con la biodiversidad.

A estas experiencias se suma, recientemente, el desarrollo de una Estrategia de Cuencas, como instrumento de gestión ambiental territorial, que permitirá trabajar las variables ambientales en límites más cercanos a los de la propia naturaleza, en comparación con la situación actual en que se trabaja con las divisiones administrativas del país. Esta estrategia incluye en su primera etapa la definición de normas biológicas de calidad ambiental de las aguas, aspecto muy relacionado con la protección de la biodiversidad dulceacuícola.

En diciembre de 2007, por otra parte, fue aprobada en el Congreso Nacional la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, que incluye numerosas normas de protección de especies y ecosistemas asociadas al bosque; bonificaciones para los propietarios que protejan el bosque; mejoras en recursos de investigación para temas relacionados, y más fiscalizadores, entre otros avances importantes.

Hay grandes expectativas también respecto a dos nuevos instrumentos en construcción: una estrategia nacional para la protección de nuestros glaciares y un plan de acción en temas de mitigación y adaptación al cambio climático global. Pero, quizás lo más relevante para nuestra biodiversidad, en materia de políticas públicas, es el proyecto de Ministerio de Medio Ambiente, que se encuentra en elaboración y que, probablemente, traiga importantes novedades como la creación de un Servicio de Parques y Vida Silvestre, que pudiera concentrar las competencias en materia de protección de la biodiversidad.

La naturaleza de estos desafíos se puede ejemplificar bien en la situación del más antiguo e importante de nuestros instrumentos para la conservación de la biodiversidad: el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, SNASPE. El carácter sectorial de su administración parece crecientemente incompatible con el rol supervisor que le corresponde al Estado en relación con un sistema que abarca progresivamente unidades y actores diversos y crecientes requerimientos de especialización. No sólo está la incorporación de otro tipo de unidades como las ya mencionadas AMCP. También está la contundente incorporación del sector

privado a estas tareas, que sin requerir apoyo financiero del Estado ni marcos legales especiales, ya protege más de un millón de hectáreas en áreas silvestres de propiedad privada que representan en muchos casos un importante complemento en la tarea de cubrir áreas de nuestros ecosistemas más relevantes.

De este modo, no sólo debemos abordar aquellos desafíos "históricos" del sistema, tales como la representatividad dentro del SNASPE del conjunto de ecosistemas relevantes; o aspectos como su contribución al desarrollo regional, su relación con las comunidades locales o las potencialidades de desarrollo de un turismo compatible con la protección de la vida silvestre. También podríamos plantearnos preguntas del tipo: ¿no será mejor ponerse metas de conservación en torno a cuatro o cinco "ecosistemas mayores" a lo largo del país, en que las respuestas a la conservación pudiesen ser más 'ecosistémicas' en términos de mejoramientos en la estructura de las comunidades y sus dinámicas? ¿No será conveniente, desde el punto de vista de la inversión país, contar con análisis ecosistémicos precisos del antes y del después? Estudios que nos permitan evaluar si los objetivos se cumplen, si la reserva o parque fueron exitosos o la inversión adecuada.

La necesidad urgente de declarar áreas protegidas no siempre va acompañada de recursos para investigación científica en ellas —considerando su pre-creación y durante un período ecológicamente prudente—, aun en temas de conservación de la biodiversidad. Las creamos y nos quedamos satisfechos. ¿Nos hemos preguntado si algunas de ellas podrían ser ecológicamente inadecuadas o incluso nocivas al ecosistema? No. Porque en el trasfondo del ejercicio está el concepto que el efecto del quehacer humano es intrínsicamente dañino, sin asumir plenamente que la biodiversidad que admiramos es también fruto de disturbios, de invasiones y extinciones.

Porque más allá de estas consideraciones críticas, parece ser que en relación con la conservación de la biodiversidad los tiempos están cambiando. La idea inicial de conservar en forma de "islas de preservación" administradas por el Estado está siendo desafiada científica, social y económicamente. Hoy día se reconoce la necesidad de contar con espacios del territorio donde se proteja la biodiversidad en forma estricta y el rol supervisor del Estado en estos temas sigue siendo prioritario. Pero, también se reconoce la necesidad de desarrollar diversas figuras de protección en el territorio, que permitan integrar la protección de la naturaleza con las actividades económicas más diversas y conectar las diferentes iniciativas: estatales, privadas, de los gobiernos locales y de las comunidades. La visión más moderna busca incorporar el enfoque ecosistémico a todas las principales actividades económicas de forma tal que la biodiversidad y el territorio donde está inserta sea mejor considerado.

Para ello entonces resulta indispensable abrir un diálogo a nivel país que permita responder con fundamento preguntas como: ¿Cuáles son los ecosistemas más amenazados? ¿Cuáles los más relevantes para brindar los servicios ecosistémicos fundamentales? ¿A dónde se dirigirán los recursos futuros de conservación? ¿Dónde rendirán más ecológicamente?

Para resolver adecuadamente estas cuestiones resulta indispensable incorporar ciencia y conocimiento. No es aplicar recetas; hay que saber incorporar experiencia internacional pero también reforzar la investigación. Es fundamental incrementar nuestro desarrollo científico y práctico en el manejo de la incertidumbre inherente a nuestros sistemas naturales. Nadie los resolverá por nosotros, y debemos resolverlos aplicando inteligencia y voluntad política. Frente a estos desafíos se requiere por tanto potenciar la educación, no sólo en términos de generar conciencia, sino creando capacidades.

Se requiere investigación no sólo para complementar el inventario de nuestra biodiversidad y para establecer los potenciales usos o identificar secuencias genéticas valiosas que permitan valorizar nuestra riqueza biológica en términos de recursos biotecnológicos; se requiere también investigación para resolver los desafíos e interrogantes que plantea la conservación de la biodiversidad, su incorporación a la gestión sostenible de los recursos naturales. Resolver adecuadamente estos desafíos representa un imperativo de éxito e identidad en el marco de un mundo globalizado.

Se nos plantea abordar la conservación de la biodiversidad desde una visión más compleja y que demanda objetivos claros, precisos y, sobre todo, evaluables. Eso no es lo que pasa actualmente, ni en Chile ni en la mayoría de los países en vías de desarrollo. Necesitamos, los chilenos de hoy, generar una estrategia de conservación de la biodiversidad propia y a nuestro alcance. Esperamos que este libro nos ayude a discutir, a proponer y eventualmente a ejecutar una política de conservación de la biodiversidad al servicio del bienestar integral de los chilenos y del resto de los habitantes del planeta.

LISTADO DE AUTORES Y AGRADECIMIENTOS

CAPÍTULO 1: EL MEDIO FÍSICO

Autores:

- ***Fernando Santibáñez Q.***
  Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Pablo Roa M.***
  Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Paula Santibáñez V.***
  Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.

CAPÍTULO 2: NUESTRA BIODIVERSIDAD

INTRODUCCIÓN

Autores:

- ***Iván Lazo A.***
  Biólogo / bubo@vtr.net
- ***Rosanna Ginocchio C.***
  Centro de Investigación Minera y Metalúrgica (CIMM), Santiago.
- ***Hernán Cofré***
  Escuela de Educación Inicial, Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago.
- ***Yerko Vilina***
  Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Santiago.
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Agustín Iriarte W.***
  Director Programa de Magíster en Conservación de la Biodiversidad, Universidad Mayor, Santiago.

Agradecimientos:

Recreación de árbol filogenético de Reinaldo Avilés y Cristián Estades.
Fotografía de Álex Brajovic y Yamil Hussein.

Aporte a la actualización:

Ricardo Serrano.

FLUCTUACIONES CLIMÁTICAS CUATERNARIAS Y SUS IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE

Autor:

- ***Claudio Latorre H.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

Agradecimientos:

CASEB, IEB y premio BBVA en Conservación.
Fotografía de Julio Betancourt.

LA BIODIVERSIDAD EXTINTA DE CHILE

Autores:

- ***Jhoann Canto H.***
  Área Proyectos Paleontológica / jcanto@paleontologica.org
- ***Daniel Frassinetti***
  Sección Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural.

Agradecimientos:

Fotografía de Sergio Hillebrandt, quien también ayudó en la preparación de los materiales fósiles.

ECOSISTEMAS TERRESTRES

Autores:

- ***Patricio Pliscoff V.***
  Geógrafo.
- ***Federico Luebert B.***
  Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

Agradecimientos:

Este trabajo fue posible gracias al apoyo proporcionado por WWF-Chile, TNC-Chile y CONAMA.
Fotografía de Charif Tala.

EL HOTSPOT CHILENO, PRIORIDAD MUNDIAL PARA LA CONSERVACIÓN

Autores:

- ***Mary T. K. Arroyo***
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Pablo Marquet I.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Clodomiro Marticorena P.***
  Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.
- ***Javier Simonetti Z.***
  Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Lohengrin Cavieres G.***
  Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Francisco Squeo P.***
  Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Universidad de La Serena.
  Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Ricardo Rozzi M.***
  Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes, Puerto Williams.
  Fundación Omora, Puerto Williams, Provincia Antártica Chilena.
  Department of Philosophy and Religion Studies, University of North Texas, USA.
- ***Francisca Massardo V.***
  Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes, Puerto Williams.

Agradecimientos:

FONDECYT, Proyecto ICM P02-051-FICM, Premio BBVA-España, y FONDAP-CASEB.

ECOSISTEMAS MARINOS

Autores:

- ***José Miguel Fariña R.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Paulina Ossa-Zarzalli***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Juan Carlos Castilla Z.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

Agradecimientos:

Este trabajo forma parte del programa de investigación del proyecto FONDAP-FONDECYT 1501-0001 del CASEB.

ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS

Autores:

- ***Carlos Ramírez G.***
  Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- ***Cristina San Martín P.***
  Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

INVERTEBRADOS TERRESTRES

Autores:

- ***Ariel Camousseight M.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- ***Mario Elgueta D.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- ***Christian R. González***
  Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago.

- ***Daniel González-Acuña***
  Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción.
- ***Luis E. Parra***
  Entomologia, Taxonomiay Biología Lepidoptera Geometridae. Departamento de Zoologia, Universidad de Concepcion.
- ***Fresia Ester Rojas A.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- ***Alejandro Vera***
- ***Walter Sielfeld K.***
  Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique.
  Departamento Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago.
- ***Romina Villagrán-Mella***
  Entomologia y Ecologia Comunidades. Caseb, Departamento Ecologia, Pontificia Universidad Catolica de Chile.

Agradecimientos:
Fotografías de Marcelo Guerrero, Ricardo Carrasco, Deneb Camousseight, Oscar León, Elizabeth Arias y Yamil Hussein.

INVERTEBRADOS MARINOS

Autores:
- ***Walter Sielfeld K.***
  Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique.
- ***Guillermo Guzmán G.***
  Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique.
- ***Nicolás Rozbaczylo N.***
  Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Rodrigo A. Moreno M.***
  Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

INVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS

Autor:
- ***Claudio Valdovinos Z.***
  Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción.
  Centro de Investigación de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Concepción.

Agradecimientos:
Oscar Parra B., Viviana Olmos C., Carolina Moya P., Gabriela Mancilla G.; Proyecto FONDECYT 1050576.

Aporte a la actualización:
Charif Tala.

MAMÍFEROS TERRESTRES

Autores:
- ***Hernán Cofré M.***
  Escuela de Educación Inicial, Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago.
- ***Yerko Vilina L.***
  Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Santiago.
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

Agradecimientos:
Fotografías de Mariana Acuña y Yamil Hussein.

MAMÍFEROS MARINOS

Autores:
- ***Juan Capella***
  Fundación Yubarta, Cali, Colombia.
- ***Jorge Gibbons E.***
  Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

Agradecimientos:
Fotografías de María José Pérez.

AVES TERRESTRES Y AVES ACUÁTICAS CONTINENTALES

Autores:
- ***Yerko Vilina L.***
  Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Santiago.
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Hernán Cofré M.***
  Escuela de Educación Inicial, Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago.

Agradecimientos:
Fotografía de Mariana Acuña y Mauricio Páez.

AVES MARINAS

Autores:
- ***Yerko Vilina L.***
  Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Santiago.
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Carolina Pizarro***
  Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

REPTILES

Autor:
- ***Herman Núñez C.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

Agradecimientos:
Fotografía de Heiko Werning.

ANFIBIOS

Autores:
- ***Marco Méndez T.***
  Laboratorio de Bioinformática y Expresión Génica (INTA), Universidad de Chile, Santiago.
  Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Claudio Correa Q.***
  Laboratorio de Bioinformática y Expresión Génica (INTA), Universidad de Chile, Santiago.
  Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

PECES MARINOS

Autor:
- ***Roberto Meléndez C.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

PECES LÍMNICOS

Autores:
- ***Irma Vila P.***
  Departamento de Ciencias Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Rodrigo Pardo L.***
  Departamento de Ciencias Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

Agradecimientos:
MECESUP UCO-0214, por beca doctoral de Rodrigo Pardo.
Fotografías de Simón Elliot, Rodrigo Sandoval y Franco Lama.

FLORA VASCULAR

Autor:
- ***Sebastián Teillier A.***
  Botánico

Agradecimientos:
Carolina Teillier por la revisión del texto; Peter Stevens de Angiosperm Philogeny Group, por información actualizada sobre la riqueza de especies.
Fotografías de Juan C. Torres-Mura, Claudia Márquez, Álvaro Tomé, Patricia García, Margarita Reyes, Luis Faúndez y Javiera Delaunoy.

BRIÓFITAS: MUSGOS, HEPÁTICAS Y ANTOCEROTES

Autores:
- ***Elizabeth Barrera M.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- ***Felipe Osorio Z.***
  Escuela de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

ALGAS MARINAS BENTÓNICAS

Autora:
- ***María Eliana Ramírez C.***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

Agradecimientos:
Museo Nacional de Historia Natural; Héctor Romo, por revisión del texto.
Fotografía de Dra. Juliet Brodie.

FLORA ACUÁTICA
Autores:
- ***Carlos Ramírez G.***
  Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia
- ***Cristina San Martín P.***
  Instituto de Botánica, Universidad Austral de Chile, Valdivia

HONGOS
Autora:
- ***Giuliana Furci G-N.***
  www.hongos.cl
Agradecimientos:
Rodolfo Gajardo M., por la revisión del texto y bibliografía aportada a este trabajo; Waldo Lazo A., por la introducción a las especies de hongos presentes en Chile; Francisco Urzúa I., por el apoyo durante numerosos viajes por nuestro país.
Fotografías de Carolina Magnasco.

LÍQUENES
Autor:
- ***Gerardo Guzmán G.***
  Centro de Estudios Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso.

DIATOMEAS DE AGUAS CONTINENTALES
Autora:
- ***Carolina Díaz P.***
  Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
  Centro de Ecología Aplicada (CEA), Santiago.
  cardiaz@uchile.cl

BACTERIAS EN AMBIENTE TERRESTRE
Autora:
- ***María Teresa Varnero M.***
  Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago.

BACTERIAS EN AMBIENTE MARINO
Autores:
- ***Carlos Riquelme S.***
  Departamento de Acuicultura, Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta.
- ***Rubén Araya V.***
  Departamento de Acuicultura, Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta.

BACTERIAS MARINAS GIGANTES
Autores:
- ***Víctor Ariel Gallardo G.***
  Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.
  Centro FONDAP-COPAS, Universidad de Concepción.
- ***Carola Espinoza F.***
  Centro FONDAP-COPAS, Universidad de Concepción.
Agradecimientos:
US National Museum of Natural History que acogiera al primer autor durante un período sabático con plenos privilegios en el uso de su extensa biblioteca; Census of Marine Life que financió en gran medida la estadía sabática en Washington, DC, del primer autor; J. Craig Venter Institute de Rockville, Maryland, USA, por el apoyo con literatura moderna. Esta es una contribución del Departamento de Oceanografía y del Programa de Investigación sobre Bentos del Centro FONDAP COPAS de la Universidad de Concepción.

LA DIVERSIDAD GENÉTICA
Autora:
- ***María Isabel Manzur N.***
  Fundación Sociedades Sustentables.

EJEMPLOS DE VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES ENDÉMICAS
Autor:
- ***German Manríquez S.***
  Programa de Genética Humana (ICBM), Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago.

CAPÍTULO 3: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Autores:
- ***Juan C. Torres-Mura***
  Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.
- ***Sergio Castro M.***
  Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- ***Doris Oliva E.***
  Universidad de Valparaíso.
Agradecimientos:
René Durán, Sergio Elórtegui, Federico Johow, Marina Lemus y Sebastián Teillier por aportes y revisiones prestados a este trabajo; Patricio Pliscoff por proporcionar el mapa incluido en este trabajo; Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad (CASEB), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, por facilitar y financiar parte del material bibliográfico referente a flora y vegetación. Charif Tala, Sofía Guerrero, Reinaldo Avilés y Jaime Rovira, de CONAMA, por el listado de especies del Comité Nacional de Clasificación del Estado de Conservación de Especies Silvestre Chilenas.

CAPÍTULO 4: EL HOMBRE Y LA BIODIVERSIDAD

INTRODUCCIÓN
Autor:
- ***Jaime Rovira S.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y SU RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD
Autores:
- ***Eugenio Figueroa B.***
  Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), Santiago.
  Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE), Departamento de Economía, Universidad de Chile, Santiago.
  Department of Marketing, Business Economics and Law, University of Alberta, Canadá.
- ***Enrique Calfucura T.***
  Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE), Departamento de Economía, Universidad de Chile, Santiago.

EFECTOS DE LAS PESQUERÍAS INDUSTRIALES Y DE PALANGRE SOBRE LAS AVES MARINAS Y EL CAMINO A SU MITIGACIÓN
Autores:
- ***Carlos A. Moreno***
  Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- ***Javier Arata S.***
  Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
Agradecimientos:
Fotografías de Graham Robertson.

TRADICIONES CULTURALES Y BIODIVERSIDAD
Autoras:
- ***Victoria Castro R.***
  Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Santiago.
- ***Marcela Romo M.***
  Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Santiago. FONDECYT 1050991.

DIVERSIDAD NATURAL Y CULTURAL EN LA CIUDAD
Autor:
- ***Patricio Gross F.***
  Arquitecto, Planificador urbano.
Agradecimientos:
Sergio León, Dirección de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, por bibliografía aportada para este trabajo.

CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTOS EN LA BIODIVERSIDAD: EL CASO CHILENO
Autores:
- ***Juan Pedro Searle***
  Unidad Cambio Climático, Departamento de Protección de

Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Jaime Rovira S.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

SUBSISTEMAS DE ÁREAS PROTEGIDAS
INTRODUCCIÓN
Autores:
- ***Jaime Rovira S.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***David Ortega M.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Daniel Álvarez L.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Karin Molt G.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Colaboradores:
Claudio Cunazza P.; Jefe Departamento de Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal (CONAF).
Iván Benoit C.; Encargado de Flora Silvestre, Departamento de Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal (CONAF).
Eduardo Núñez A.; Encargado Nacional de Planificación, Departamento Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal (CONAF).
María Elena Noel B.; Encargada Comisión de Patrimonio Natural del Consejo de Monumentos Nacionales.
Comandante Fernando Almuna; Jefe Oficina de Borde Costero, Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa.
Leonardo Núñez; Jefe Departamento de Administración Pesquera, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
Rodrigo Pereira C.; Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
Alejandra Figueroa F.; Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Aporte a la actualización:
Roberto de Andrade; Coordinador Proyecto GEF Marino.
Beatriz Ramírez; Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente.

CONSERVACIÓN EX SITU
INTRODUCCIÓN
Autor:
- ***Reinaldo Avilés P.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

JARDINES BOTÁNICOS
Autor:
- ***Sebastián Teillier A.***
  Botánico.

Agradecimientos:
Fotografías de Jardín Botánico Nacional, Jardín Botánico UACh y Jardín del Desierto.

CENTROS DE REHABILITACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE FAUNA NATIVA
Autor:
- ***Miguel Stutzin S.***
  Jefe Departamento de Protección de Recursos Naturales de CONAMA.

BANCOS DE GERMOPLASMA NATIVO
Autora:
- ***Ivette Seguel B.***
  Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco.

ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y CONVENIOS INTERNACIONALES
INTRODUCCIÓN
Autor:
- ***Jaime Rovira S.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

CONVENIOS INTERNACIONALES
Compiladores:
- ***Juan Pedro Searle S.***
  Unidad Cambio Climático, Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Jorge Valenzuela J.***
  Dirección de Medio Ambiente, Ministerio de Relaciones Exteriores.

INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD
Autor:
- ***Cristián Estades M.***
  Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

Agradecimientos:
Jorge Tomsevic, por ayuda con el procesamiento de la información bibliográfica.

EDUCACIÓN PARA VALORAR LA BIODIVERSIDAD
INTRODUCCIÓN
Autora:
- ***Solange Daroch S.***
  Departamento de Educación Ambiental y Participación Ciudadana, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN FORMAL
Autora:
- ***Valeria Fuentealba M.***
  Unidad de Apoyo a la Transversalidad, Ministerio de Educación.

BIODIVERSIDAD EN LA EDUCACIÓN INFORMAL
EL SENDERO DE CHILE
Autores:
- ***Esteban Delgado A.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
- ***Diego Flores A.***
  Departamento de Protección de Recursos Naturales, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

TURISMO CON LUPA EN CABO DE HORNOS
Autor:
- ***Ricardo Rozzi M.***
  Parque Etnobotánico Omora, Universidad de Magallanes, Puerto Williams.
  Fundación Omora, Puerto Williams, Provincia Antártica Chilena
  Department of Philosophy and Religion Studies, University of North Texas, USA.

Agradecimientos:
El "turismo con lupa" ha sido una experiencia interdisciplinaria donde han intervenido muchos investigadores, estudiantes y voluntarios que participan en el Parque Etnobotánico Omora. En su desarrollo la alianza con el Gobierno de la Provincia Antártica Chilena, CONAMA y CONAF XII Región ha sido esencial. Los proyectos BIOKONCHIL (BMBF, Nº-FKZ01LM0208) y Darwin Initiative UK (Nº 13024), han apoyado actividades de investigación y educación para desarrollar este tipo de turismo en cabo de Hornos.

EPÍLOGO: DESAFÍOS PARA LA GESTIÓN DE NUESTRA BIODIVERSIDAD
Autores:
- ***Comité Editorial***

Colaborador:
Vicente Paeile M.; Departamento de Planificación, Presupuesto e Información Ambiental, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

Aporte a la actualización:
Jaime Rovira; Departamento de Protección de Recursos Naturales.



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



OCHOLIBROS

Providencia 2608 of. 63
Providencia, Santiago
Fono-fax: (56-2) 3351767 - 68
www.ocholibros.cl














Se nos plantea abordar la conservación de la biodiversidad desde una visión más compleja y que requiere de objetivos claros y precisos y, sobre todo, evaluables. Eso no es lo que pasa hoy, ni en Chile ni en la mayoría de los países en vías de desarrollo. Necesitamos, los chilenos de hoy, generar una estrategia de conservación de la biodiversidad propia y a nuestro alcance. Esperamos que este libro nos ayude a discutir, a proponer y eventualmente a ejecutar una política de conservación de la biodiversidad al servicio del bienestar integral de los chilenos y del resto de los habitantes del planeta.

(*Extracto del Epílogo, Desafíos para la gestión de nuestra biodiversidad / comité editorial*)

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

ISBN 978-956-8018-56-6