

CAPÍTULO 8

BIODIVERSIDAD:

¿CÓMO PROTEGER LO QUE NO SE CONOCE?

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos que enfrenta nuestra sociedad respecto a la problemática de la sustentabilidad, dice relación con una adecuada protección de la biodiversidad. Esta preocupación se evidenció en la Conferencia de Río en 1992, donde se adoptó la llamada Convención de Diversidad Biológica. Desde entonces, más de 160 naciones han ratificado dicha Convención, tres conferencias se han llevado a cabo y una Secretaría se encuentra en operación permanente.

Biodiversidad es una contracción lingüística de diversidad biológica. Diversidad se refiere a variedad entre un conjunto de entidades, por lo que biodiversidad hace referencia a variedad dentro del mundo viviente. Debemos destacar que el término biodiversidad se usa indistintamente para referirse tanto a número, variedad o variabilidad de los organismos vivos. Ella se puede definir en términos de genes, especies y ecosistemas:

- a) **Diversidad Genética:** Representa la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos. Llevada a su nivel más básico, corresponde a las variaciones de los componentes en los ácidos nucleicos que constituyen el código genético. Cada especie es el resultado sintético de muchos organismos, y aún más, cada miembro de una misma especie es genéticamente distinto a los demás.
- b) **Diversidad de Especies:** En la literatura generalmente se la trata como sinónimo de biodiversidad, ya que el mundo viviente es considerado usualmente en términos del número particular de especies en un determinado hábitat. Resulta interesante destacar que aunque el número

de especies en la tierra se encuentra actualmente en el rango de 5 a 30 millones¹, sólo 2 millones se encuentran taxonómicamente identificadas.

- c) **Diversidad Ecosistémica:** Se refiere a la abundancia relativa de diferentes especies dentro de un área dada (obviamente a mayor número de especies, dicha área será considerada como más diversa). Otra consideración a tener en cuenta es el peso en importancia de cada especie dentro de un determinado medio ambiente. No existe en la actualidad ningún índice para medir adecuadamente la diversidad ecosistémica (es decir, de cómo asignar dichos “pesos”).

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE PROTEGER LA BIODIVERSIDAD?

Sin afán de ser exhaustivos, podemos identificar al menos las siguientes funciones que cumple la biodiversidad, y que hoy se encuentran amenazadas:

- a) **Usos actuales y potenciales:** las especies animales y vegetales nos proveen de un enorme y variado rango de productos y servicios de uso común en todas las sociedades: alimento, madera, combustible, materiales para la construcción, ropas, medicamentos, insumos para el trabajo, polinización, valores estéticos y servicios recreacionales, entre otros. Uno de los más importantes servicios de la biodiversidad corresponde al vasto desarrollo y potencial investigativo en las áreas farmacéuticas, alimenticia y energética.
- b) **Mantención de un medio ambiente soportante de las especies vivientes:** los activos biológicos se transforman necesariamente en activos productivos, en el sentido de que generan crecimiento en el tiempo, y de que mientras más diversa sea dicha base de recursos, más asegurada en términos de resiliencia se encontrará dicha producción. En efecto, la retención de una mayor diversidad maximizará el efecto portfolio, asegurando un menor riesgo de agotamiento de dichos activos biológicos.
- c) **Otras funciones:** diferentes facetas o roles de la biodiversidad han sido objeto de numerosos análisis, entre los que se destacan: 1) bosques que regulan el ciclo hídrico, condicionan el clima local y protegen el suelo contra la erosión; 2) especies estabilizadoras de áreas costeras; 3) arrecifes de coral que sustentan recursos pesqueros, y 4) ecosistemas que generan ingresos por ecoturismo.

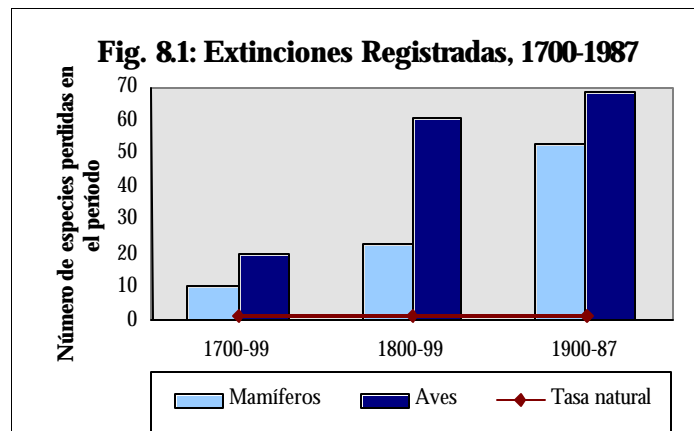
¹ WCMC (1992), “*Global Biodiversity: Status of the Earth’s Living Resources*”, Chapman & Hall.

¿QUÉ SE ENTIENDE POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD?

La pérdida de diversidad biológica puede tomar muchas formas, pero la más importante e irreversible es la que dice relación con la extinción de especies². Debemos señalar que la extinción ha existido siempre como parte del proceso de evolución natural. De los registros fósiles sabemos que la longevidad natural de cualquier especie se encuentra en el rango de 1-10 millones de años. La amenaza a la biodiversidad se produce cuando la tasa de extinción excede la tasa a la cual se crean nuevas especies.

Es en eras de extinciones masivas cuando se produce una amenaza a la entidad biológica global. De acuerdo a Raup³, el registro fósil muestra al menos cinco ocasiones en las cuales se han producido estas extinciones masivas. Esto se traduce finalmente en una tasa natural de extinción de especies de 9% por millón de años.

Aunque la extinción es un componente esencial del proceso evolucionario, aquellas que son resultado de las actividades humanas representan un fenómeno que se aparta totalmente del patrón “natural” (ver figura 8.1). Las estimaciones existentes indican que la actividad del hombre en la Tierra se ha traducido en un proceso de extinción que es entre tres y cuatro órdenes de magnitud superior a la tasa natural.



Swanson (1995, 1997) señala que en virtud del gran número de especies *no catalogadas* (lo que él llama “el” problema de la diversidad biológica), cualquier análisis de pérdida de biodiversidad debe tomar en cuenta que la magnitud del problema real es mucho mayor que el reflejado en las estadísticas

² Para efectos ilustrativos, en lo que sigue del capítulo nos concentraremos en la biodiversidad entendida como diversidad de especies.

³ Raup D (1988), *Diversity Crisis in the Geological Past*, editado en Wilson E, “Biodiversity”, National Academy Press.

disponibles. Existen diferentes ejercicios conceptuales estimando la tasa actual de extinción global y ellos la sitúan en el rango del 5-10% por década. Proyectando dichos resultados hacia mediados del nuevo siglo, las actividades humanas podrían conducir a una extinción mayor que cualquiera de las registradas hasta ahora en el planeta (25-50% de todas las formas vivientes).

UN MODELO ANALÍTICO SIMPLE DE EXTINCIÓN DE ESPECIES TERRESTRES

Hasta hace un cuarto de siglo, el análisis tradicional de la captura de poblaciones biológicas (caza, cosecha, pesca), seguía el mismo patrón característico: primero había un período de captura creciente y rápida, acompañada de un gran avance tecnológico en sus métodos de operación. A medida que la captura aumentaba, comenzaban a manifestarse las preocupaciones de la sociedad por la sobrevivencia de la población biológica remanente (y de la industria asociada a ella). Se introducían a continuación distintas medidas de conservación, las que tenían diferente grado de éxito (dependiendo de la forma, magnitud y oportunidad de la intervención reguladora).

El estudio de la administración de recursos naturales se concentró básicamente en el análisis del sector pesquero, particularmente sobre los efectos de los regímenes de acceso abierto. En la literatura relacionada, frecuentemente se asumía que la extinción de especies era imposible o no rentable. Quizás esto pudiera ser cierto para el caso de la pesquería, pero ciertamente no lo es para el caso de otras poblaciones animales.

El análisis de pesquerías reguladas ha estado generalmente basado en el concepto de maximización de la renta anual, donde los aumentos esperados de los costos de captura derivados de una disponibilidad decreciente del recurso, conducen a que la política de maximización de rentas “auto-máticamente” se transforme en una que asegure la conservación de un cierto stock remanente.

Sin embargo, en el caso del propietario de un área que contenga una determinada población animal, lo más probable es que elija maximizar el valor presente de la captura intertemporal. En tal caso, es perfectamente posible que el patrón óptimo de captura conduzca a la extinción de la población (cuando la tasa de descuento es muy alta y cuando capturar los últimos animales remanentes es aún económicamente beneficioso).

Caractericemos la función de crecimiento de la población animal a través de la llamada función logística:

$$G(x) = g_o x \left(1 - \frac{x}{K}\right) \quad (8.1)$$

Consideremos además los siguientes parámetros:

(continúa...)

UN MODELO ANALÍTICO SIMPLE DE EXTINCIÓN (CONT.)

P	: Precio unitario derivado de la captura
c	: Costo medio de captura (para simplificar el análisis, será considerado constante)
$h(t)$: Nivel de captura en cada instante del tiempo
$x(t)$: Población existente en t
t	: Beneficio unitario “no destructivo” derivado de existencia de una población de tamaño x (será considerado constante para efectos ilustrativos)
D	: Valor unitario del daño causado por una población x (imagínemos una sobredotación de elefantes que compacta el suelo, depreda la base de recursos alimenticios de un área, destruye ciertos hábitats, etc.). Será considerado constante para efectos de simplificar el análisis
r	: Tasa de descuento anual

Luego, la función objetivo del administrador del área donde residen los animales será maximizar:

$$\int_0^t \{(P - c)h(t) + tx(t) - Dx(t)\}e^{-rt} dt \quad (8.2)$$

y estará sujeto a:

$$\frac{dx}{dt} = G(x(t)) - h(t) \quad (8.3)$$

Aplicando el Hamiltoniano:

$$H = e^{-rt} \{(P - c)h(t) + tx(t) - Dx(t)\} + I(t)\{G(x(t)) - h(t)\} \quad (8.4)$$

Tenemos que encontrar el nivel de captura, h , que maximiza el valor del Hamiltoniano (y por ende maximiza el valor de nuestra función objetivo). Para ello derivamos H con respecto a h y obtenemos:

$$\frac{dH}{dh} = e^{-rt} (P - c) - I(t) \quad (8.5)$$

Conceptualmente dH/dh puede tomar tres valores distintos, y ello determinará el nivel de captura:

- $dH/dh > 0 \Rightarrow$ A medida que aumenta la tasa de captura, aumenta el valor de la función objetivo, por lo tanto la tasa de captura óptima será la correspondiente al nivel máximo sostenible (h_{max}).
- $dH/dh < 0 \Rightarrow$ A medida que aumenta la tasa de captura, disminuye el valor de la función objetivo, por lo tanto, conviene no cazar nada.
- $dH/dh = 0 \Rightarrow$ Existe un cierto nivel de captura entre 0 y h_{max} que maximiza el valor de la función objetivo.

(continúa...)

UN MODELO ANALÍTICO SIMPLE DE EXTINCIÓN (CONT.)

En este último caso ($dH/dh = 0$), se tendrá que:

$$I(t) = e^{-rt} (P - c) \quad (8.6)$$

Adicionalmente tenemos que se verifica la siguiente condición:

$$\dot{I} = -\frac{dH}{dx} = -(t - D)e^{-rt} - I(t)G'(x) \quad (8.7)$$

$$I(t) = e^{-rt} (P - c) \Rightarrow \dot{I}(t) = -re^{-rt} (P - c) \quad (8.8)$$

Además sabemos que:

$$G(x) = g_o x \left(1 - \frac{x}{K}\right) \Rightarrow G'(x) = g_o - \frac{2xg_o}{K} \quad (8.9)$$

Reemplazando y simplificando se obtiene que:

$$x^* = \frac{K\{(P - c)(g_o - r) + (t - D)\}}{2(P - c)g_o} \quad (8.10)$$

En función de los valores que adopten t y D , se puede dar el caso que la política óptima puede sea cazar todos los animales, o no cazar ninguno:

a) Para que no convenga cazar animales, $x^* \geq K$:

$$K \leq \frac{K\{(P - c)(g_o - r) + (t - D)\}}{2(P - c)g_o} \quad (8.11)$$

$$t \geq (P - c)g_o + (P - c)r + D \quad (8.12)$$

es decir, conviene no cazar en absoluto si el valor in situ de poseer una población de animales es mayor que el valor del daño que ellos producen, más la renta de cazar a tasa máxima, más el costo de oportunidad de invertir la renta derivada de la cosecha a tasa r .

b) Para que convenga cazar todos los animales, $x^* \leq 0$:

$$0 \geq \frac{K\{(P - c)(g_o - r) + (t - D)\}}{2(P - c)g_o} \quad (8.13)$$

$$D \geq (P - c)(g_o - r) + t \quad (8.14)$$

(continúa...)

UN MODELO ANALÍTICO SIMPLE DE EXTINCIÓN (CONT.)

En este caso la lógica de por qué conviene exterminar la población de animales es análoga a la del caso a). Sin embargo, conceptualmente podemos hacer una pequeña extensión a la formulación presentada, y decir que D , en lugar de representar un costo por “daño”, puede corresponder al costo de oportunidad de utilizar la tierra ocupada por esta población animal en un mejor uso alternativo. Esto, como veremos, corresponde a lo que Swanson (1997) describe como la competencia por el mismo “nicho” espacial. Si una especie es desconocida o tiene poco valor comercial, y además el valor de conservación de ella es bajo, se desprende claramente de la ecuación anterior el porqué el propietario de una cierta área geográfica tiene incentivos claros a eliminar el recurso que le impide maximizar la renta alternativa del activo que posee.

CAUSAS APARENTES DE PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Tanto en la literatura de biodiversidad como en la base de muchos análisis publicados para describir situaciones específicas de países o regiones donde la biodiversidad ha sido afectada, resulta común la confusión de causas aparentes de este proceso con aquellas de fondo. Presentaremos una breve descripción de Swanson (1997) que resume las causas por las que la actividad humana conduciría al proceso de extinción de especies terrestres:

- a) **Conversión de la base de recursos:** está representado por aquellas especies en peligro dada la progresiva pérdida del espacio geográfico disponible para su uso. Ellas tienen poco o desconocido valor para los seres humanos, por lo cual no son sobreexplotadas, sino socavadas: ellas se pierden porque el hombre encuentra usos alternativos de mayor valor para la tierra que ocupan (ejemplos son la extinción de numerosos tipos de plantas e insectos cuando se produce la deforestación de bosques tropicales para destinar la tierra hacia usos agrícolas).
- b) **Desviación en el manejo de los recursos:** corresponde a aquellos recursos que se encuentran en una situación de riesgo en razón de la ausencia de adecuadas políticas de manejo para su conservación. Tienden a ser especies percibidas como de mediano valor por el hombre, pero que poseen bajas tasas de crecimiento (ejemplo son los grandes mamíferos). Generalmente esta amenaza se asocia a regímenes de acceso abierto (reales o *de facto*).
- c) **Desincentivos a la formación de stocks mínimos:** existen especies que se encuentran en peligro dadas las fallas por asegurar un adecuado stock de regeneración (típico ejemplo son las especies con altos ratios precio/costo pero de bajo crecimiento en los bosques tropicales).

Tanto Pearce y Moran (1994) como Swanson (1997) destacan el hecho de que las fuerzas recién detalladas corresponden a *consecuencias* más que a factores de base, razón por la cual a continuación detallaremos las fuerzas fundamentales que determinan porqué la conservación de ciertos activos biológicos resulta menos atractiva que su degradación y/o extinción.

CAUSAS FUNDAMENTALES DE PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La literatura especializada del último tiempo clasifica las causas fundamentales de degradación de la biodiversidad en dos grandes grupos, a saber: **fallas de valorización y captura** de los beneficios de la diversidad biológica, y **tasas de crecimiento y distribución demográfica**.

En relación con las fallas, ellas se pueden dividir en tres categorías:

- a) **Fallas locales de mercado:** Se relacionan con la falta de mercados para capturar los beneficios locales de la protección de biodiversidad (producción de agua, por ejemplo).
- b) **Fallas gubernamentales:** Dicen relación con las distorsiones derivadas de políticas o acciones del gobierno, que provocan un desbalance en contra de las alternativas de conservación (entre ellas debemos destacar la existencia de subsidios para la conversión de tierras, o para actividades agropecuarias que de otro modo resultarían antieconómicas⁴).
- c) **Fallas globales:** Dicen relación con el hecho de que la protección de la diversidad biológica conlleva beneficios para los habitantes de otros países. Lo anterior puede ejemplificarse a través del llamado “valor de existencia”⁵, o por la captura indirecta de carbono que se produce en los bosques tropicales, la cual impide su emisión a la atmósfera, contribuyendo a reducir el calentamiento global.

Ilustraremos el efecto de estas causas fundamentales por medio del siguiente ejemplo: supongamos que tenemos al propietario de una cierta área geográfica cubierta de bosques naturales, que poseen valor ambiental derivado de la biodiversidad que contienen. Este propietario debe decidir qué

⁴ Para un mayor detalle ver en Pearce y Wadford (1993) los perversos efectos de incentivos fiscales en Brasil que derivaron en la pérdida de valiosos ecosistemas en el Amazonas.

⁵ Para los habitantes de otros países tiene valor la conservación nuestros hábitats silvestres, así como la protección de diferentes especies. Ello no guarda relación con sus posibilidades de hacer uso de ellos, directa o indirectamente, sino del beneficio que les proporciona saber que estas especies o ecosistemas seguirán existiendo (pensar por ejemplo en la gente que está dispuesta a pagar por proteger la ballena azul, aún cuando no la vea en un acuario, ni en videos o revistas).

porcentaje de su propiedad “convierte” a usos productivos tales como agricultura o habitacional. Sean:

$BMgP$:	Beneficio marginal privado de la “conversión”
$CMgP$:	Costo marginal privado de la “conversión”
s	:	Subsidio por unidad de superficie convertida
$CMgE$:	Costo marginal de la externalidad (local o global según corresponda)
FLM	:	Falla local de mercado
FG	:	Falla gubernamental
FGM	:	Falla global de mercado
LP	:	Superficie convertida óptima desde la perspectiva privada
LPS	:	Superficie convertida en presencia de un subsidio
LE	:	Superficie convertida considerando externalidades locales
LG	:	Superficie convertida considerando externalidades globales
PS	:	Precio social óptimo de la tierra

Desde la perspectiva racional del propietario privado, él determinaría la cantidad óptima de bosques a convertir igualando los beneficios marginales de tal acción ($BMgP$) con los costos marginales privados ($CMgP$). Así, la superficie convertida (LP) correspondería a la que maximizaría sus utilidades. Sin embargo, si el propietario recibe un subsidio unitario s por parte del gobierno cuando convierte los bosques a otros usos, su nueva función de costos marginales será $CMgP - s$, y por ende convertirá una superficie igual a LPS . La distancia FG denota la magnitud de la falla gubernamental.

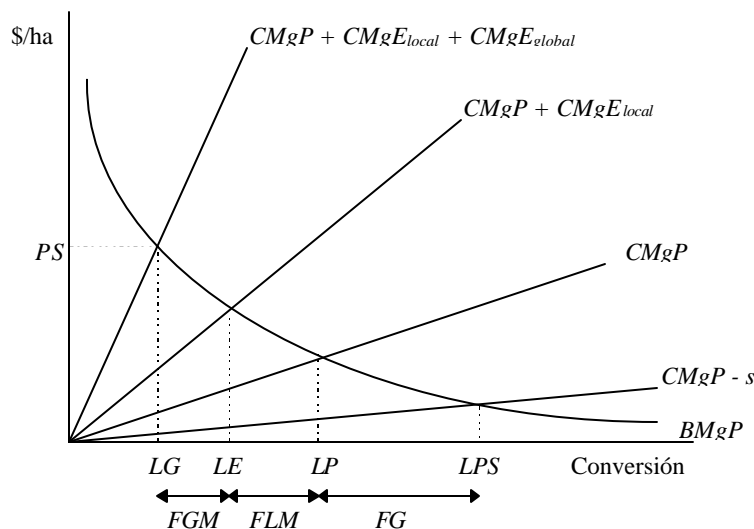


Fig. 8.2: Efectos de las fallas de valorización y captura de los beneficios de la biodiversidad

Para encontrar el nivel de conversión socialmente óptimo, deben tomarse en consideración las externalidades locales y globales. Si las primeras son internalizadas, una menor superficie será convertida (LE). En tal caso, la distancia FLM denota la magnitud de la falla de mercado *local*. Asimismo, LG corresponde a la superficie convertida cuando todas las externalidades han sido tomadas en cuenta, y la distancia FGM representa la magnitud de la falla de mercado *global*.

Luego, el precio social de la tierra debería ser:

$$PS = CMgP + CMgE_{local} + CMgE_{global} \quad (8.14)$$

Así, si el propietario enfrentara este precio alternativo, la superficie reemplazada de bosques sería económicamente óptima (nótese que este óptimo no corresponde a un nivel nulo de conversión).

¿Y qué pasa con el crecimiento poblacional? Este introduce presiones sobre los recursos terrestres, ya sea tanto para producción de alimentos como a través de las necesidades de espacio para infraestructura caminera o habitacional. ¿Cómo puede traducirse esta presión demográfica en términos de la figura 7.2? Su efecto puede ser ilustrado a través de un desplazamiento hacia la derecha de la curva de beneficios marginales de conversión ($BMgP$). En tal caso, la conversión será más atractiva, y nos llevará aún más lejos en términos de la pérdida de biodiversidad que hubiese sido socialmente deseable.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

No existe una “receta” simple para estos problemas y salvo ciertas excepciones, la literatura referida al tema es vaga y poco concluyente. Básicamente podemos dividir las alternativas existentes de acuerdo al esquema de especies catalogadas y especies no catalogadas taxonómicamente. Para las primeras, existe mayor consenso respecto a la necesidad de: (1) favorecer regímenes de propiedad privada⁶, (2) eliminar los subsidios que distorsionan el análisis costo/beneficio en relación con la alternativa de conservación, y (3) focalizar la ayuda internacional en esta área en el incremento de la productividad agrícola de los países subdesarrollados⁷.

⁶ Aunque una discusión más acabada no se encuentra en ningún capítulo específico de este apunte (salvo parcialmente en el caso de la regulación de las pesquerías, Capítulo 6), esta propuesta se basa en el hecho de que en los regímenes de acceso abierto se produce una sobre-explotación de los recursos existentes más allá del óptimo social, por cuanto ninguno de los actores tiene incentivos para maximizar el flujo de servicios de esta base de recursos, dado que no pueden apropiarse de los beneficios derivados de tal estrategia.

⁷ Ya que en estos países se aplican esquemas agrícolas extensivos, los cuales, una vez agotada la base de recursos productivos, fomentan la ocupación de nuevas áreas (originalmente

Para el segundo grupo, no existe una visión común referida a los mecanismos más recomendables de solución. Una alternativa “sintética” podría contener: (1) aprovechamiento de los beneficios *indirectos* de la conservación de la biodiversidad, como son la regulación del ciclo hídrico y la captura de carbono, ya que ellos tienen actualmente mecanismos formales de captura de valor de los beneficios que esos servicios representan; (2) asignación de derechos de propiedad intelectual para los países en los cuales radique la fuente de biodiversidad de los nuevos descubrimientos que tengan lugar (medicamentos, cosméticos, productos industriales, etc.), pero siempre permitiendo la existencia de rentas para las firmas que realicen tales descubrimientos, a fin de no destruir los incentivos a la investigación y el desarrollo; y (3) desarrollar un organismo internacional de carácter ejecutivo que coordine los esfuerzos en esta área, dada la presencia de numerosas externalidades globales derivadas de la protección de la diversidad biológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Clark C (1973), “*Profit Maximization and the Extinction of Animal Species*”, *Journal of Political Economy*, 950-61
2. Pearce D y Warford J (1993), “*World Without End: Economics, Environment and Sustainable Development*”, World Bank, Oxford University Press
3. Pearce D y Moran D (1994), *The Economic Value of Biodiversity*, IUCN, Earthscan Publications Ltd.
4. Swanson T (1995), “*The Economics and Ecology of Biodiversity Decline*”, Cambridge University Press
5. Swanson T (1997), “*Global Action for Biodiversity*”, Earthscan Publications Ltd.
6. UNEP (1995), “*Global Biodiversity Assessment*”, Press Syndicate of the University of Cambridge

cubiertas por bosques contenedores de una rica biodiversidad), a fin de satisfacer la demanda alimenticia interna.