

PROGRAMA GENERAL DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO		
1. Nombre de la actividad curricular		
Estudio de la estructura genética de congrio colorado (<i>Genypterus chilensis</i>) de la costa de Los Vilos mediante el uso de marcadores SNPs para plantear estrategias de repoblamiento de la especie.		
2. Nombre de la actividad curricular en inglés		
Study of the genetic structure of the red cusk-eel (<i>Genypterus chilensis</i>) from the coast of Los Vilos through the use of SNP markers to propose repopulation strategies for the species.		
3. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla		
La Unidad Académica u organismo de la unidad académica depende del lugar donde se desempeña el/la Profesor/a responsable de la actividad (Director o Directora de la Unidad de Investigación de Seminario de título). Por ello, la Unidad Académica u organismo de la unidad académica que lo desarrolla se señala en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa. <i>Nota: Si la Unidad de Investigación de Seminario de Título se realiza fuera de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, se requiere contar con un Profesor o Profesora Patrocinante de la Facultad de Ciencias.</i>		
4. Ámbito		
Ámbito de Innovación Biotecnológica (IB)		
Ámbito de Investigación Biológica Básica (IBB)		
4. Horas de trabajo	presencial	no presencial
5. Tipo de créditos	8,0	8,0
SCT		
5. Número de créditos SCT – Chile		
7 SCT		
6. Requisitos	Actividad vinculada al Seminario de Título.	
7. Propósito general del curso	La Unidad de Investigación de Seminario de Título se inscribe al inicio del 9° Semestre. Su propósito es la aproximación del o de la estudiante al Seminario de título que desarrollará en el semestre siguiente en cuanto a la temática propiamente tal como las metodologías a utilizar de tal manera de integrar y aplicar las competencias y subcompetencias adquiridas durante el plan de formación con enfoque en una temática específica.	
8. Competencias a las que contribuye el curso	La Unidad de Investigación de Seminario de Título cubre los cuatro ámbitos de la carrera, contribuye a todas las	

competencias de cada ámbito y a las competencias genéricas (G):

IB1: Diagnosticar demandas o necesidades biotecnológicas para proponer la optimización o generación de bienes o servicios, respaldados teórica y metodológicamente.

IB2: Generar y optimizar procesos para desarrollar bienes y servicios a partir de la investigación científica y la aplicación de biotecnologías.

IB3: Analizar posibilidades de protección intelectual del bien y servicio de manera pertinente.

IBB1: Describir sistemas biológicos para comprender su funcionamiento en base a la observación y análisis.

IBB2: Determinar el problema de investigación basado en sus descripciones y/o análisis de literatura científica.

IBB3: Proponer estrategias de investigación respaldadas teórica y metodológicamente en base al problema identificado, utilizando la tecnología disponible y asegurando la calidad de la investigación.

DC1: Difundir el conocimiento científico y biotecnológico para divulgarlo a diversas audiencias mediante metodologías apropiadas.

AC1: Diseñar metodologías y definir los recursos para el desarrollo de proyectos o emprendimientos biotecnológicos de manera eficiente.

AC2: Proponer y gestionar sistemas de aseguramiento de la calidad para el mejoramiento continuo de los procesos y productos desarrollados de acuerdo con las necesidades del proyecto.

G1: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

G2: Capacidad de comunicación en un segundo idioma

G3: Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación

	<p>G4: Capacidad de investigación</p> <p>G5: Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas</p> <p>G6: Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>G7: Capacidad para formular y gestionar proyectos</p>
<p>9. Subcompetencias</p>	<p>La Unidad de Investigación de Seminario de Título cubre los cuatro ámbitos de la carrera, contribuye a todas las competencias de cada ámbito y a las subcompetencias de cada competencia:</p> <p>IB1.1: Distinguir distintos contextos de investigación biotecnológica.</p> <p>IB1.2: Analizar la información pertinente a la innovación biotecnológica.</p> <p>IB1.3: Analizar posibles soluciones a las demandas biotecnológicas respaldadas teórica y metodológicamente.</p> <p>IB2.1: Formular la propuesta más adecuada para responder a las necesidades de innovación y de desarrollo tecnológico.</p> <p>IB2.2: Desarrollar la propuesta resguardando los criterios de calidad y éticos.</p> <p>IB2.3: Reflexionar críticamente sobre los resultados obtenidos de la aplicación de la propuesta y la necesidad de perfeccionar el proceso.</p> <p>IB3.1: Diferenciar el proceso más adecuado de protección intelectual del bien y/o servicio en sus implicancias académicas, legales y éticas.</p> <p>IB3.2: Seleccionar estudios de protección intelectual y/o patentamiento.</p> <p>IBB1.1: Recopilar la información de los sistemas biológicos para la observación científica.</p> <p>IBB1.2: Caracterizar sistemáticamente los sistemas biológicos mediante la observación científica.</p> <p>IBB1.3: Analizar la información de los sistemas biológicos para comprender su funcionamiento.</p>

	<p>IBB2.1: Analizar la literatura científica del tema a estudiar para determinar el problema de investigación.</p> <p>IBB2.2: Proponer un problema de investigación respaldado científicamente.</p> <p>IBB3.1: Indagar las metodologías adecuadas y factibles para abordar el problema de investigación.</p> <p>IBB3.2: Ejecutar la investigación definida en el sistema biológico velando por su calidad.</p> <p>IBB3.3: Analizar los resultados obtenidos para generar conclusiones respecto del problema de investigación</p> <p>DC1.1: Exponer los resultados de investigación en una presentación oral o escrita desde una perspectiva crítica.</p> <p>DC1.2: Realizar la actividad usando las herramientas audiovisuales y estrategias comunicacionales adecuadas para el público objetivo.</p> <p>AC1.1: Desarrollar procesos de gestión para la realización de proyectos o emprendimientos biotecnológicos.</p> <p>AC1.2: Proponer mejoras a los procesos de gestión de acuerdo a los requerimientos del proyecto.</p> <p>AC2.1: Evaluar periódicamente las estrategias de administración del proyecto.</p> <p>AC2.2: Proponer soluciones acordes a los problemas y los recursos existentes asegurando la calidad de los resultados.</p>
--	--

10. Resultados de Aprendizaje

El estudiante:

- Experimenta el trabajo y aplica las herramientas necesarias para el desarrollo de su Unidad de Investigación mediante el trabajo guiado por su tutor o tutora para iniciar y avanzar en el trabajo de Seminario de Título.
- Integra las competencias y subcompetencias adquiridas durante su plan de formación mediante su aplicación en la temática específica de la Unidad de Investigación de Seminario de Título y redacta el Proyecto de Seminario de Título.
- Aplica la revisión bibliográfica y las metodologías en su unidad de Investigación de Seminario de Título y discute los resultados de manera crítica con su tutor o tutora.
- Confecciona un Proyecto de Seminario de Título mediante la revisión rigurosa de la literatura pertinente y los conocimientos adquiridos durante la Unidad de Investigación

de Seminario de Título para dar solución a una problemática biotecnológica o biológica con proyección biotecnológica integrando los cuatro ámbitos de la carrera.

11. Saberes / contenidos

Los **saberes/contenidos** dependen de los objetivos de cada Unidad de Investigación de Seminario de Título específica. Por ello, los saberes/contenidos se señalan en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa.

12. Metodología

La **Unidad de Investigación de Seminario de Título (UI-ST)** es una actividad curricular obligatoria e individual que se realiza en el 9º semestre de la carrera y está a cargo de un Director o una Directora (Tutor o Tutora). En la UI-ST se busca que el o la estudiante inicie y avance en su trabajo de Seminario de Título aplicando e integrando las competencias desarrolladas durante sus estudios de pregrado y se plasmen en un trabajo acotado y específico. De esta manera, la UI-ST consiste en un trabajo experimental o teórico relacionado con la resolución de un problema científico o tecnológico acorde a los objetivos de la carrera y al perfil de egreso del estudiante de Ingeniería en Biotecnología Molecular, el cual concluye con la elaboración de un Proyecto de Seminario de título (PST) necesario para inscribir el Seminario de Título el semestre siguiente.

La UI-ST se inscribe al inicio del 9º semestre de la carrera incluyendo los plazos de los procesos de modificación académica informados por Secretaría de Estudios. Para la inscripción de la UI-ST el o la estudiante debe presentar este Programa con el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa completo, y firmado por el/la directora/a, el/la codirector/a (si lo tuviera) y el/la patrocinante (en caso de que el trabajo sea realizado fuera de la Facultad de Ciencias) en la Secretaría de Estudios. De Secretaría de Estudios, el Programa será enviado al Coordinador y Jefe de Carrera, quienes lo revisan y podrán sugerir modificaciones en beneficio de la consecución del trabajo. Con su aprobación, la actividad se inscribe. La metodología de cada UI-ST se señala en la sección de Resumen de la UI-ST en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa.

Al finalizar el 9º semestre, el o la estudiante deberá subir a la plataforma de u-cursos el **Proyecto de Seminario de Título** (PST; pauta disponible en la Escuela de Ciencias Ambientales y Biotecnología). En el PST se expone el trabajo que será desarrollado en el Seminario de título, incluyendo resumen, objetivos, metodología, trabajo adelantado y carta Gantt. El trabajo adelantado corresponde a toda actividad y resultados pertinentes al Seminario de Título que hayan sido desarrollados durante la UI-ST dado que esta Unidad de Investigación es conducente al Seminario de Título. Por lo tanto, toda actividad realizada en la UI-ST es parte de algún objetivo del Seminario de título y debe informarse como trabajo adelantado en el PST.

13. Evaluación

La Unidad de Investigación de Seminario de Título es evaluada por el Director o Directora de la Unidad de Investigación. En caso de que la Unidad de Investigación sea desarrollada fuera de la Facultad de Ciencias, el profesor o profesora patrocinante puede apoyar este proceso y debe asegurar que el o la estudiante tenga una nota final al finalizar el semestre. La evaluación de la UI-ST contempla el desempeño del

estudiante durante el desarrollo de la UI-ST y la confección del Proyecto de Seminario de Título velando por el logro de los resultados de aprendizaje de la actividad.

La **Evaluación** de cada UI-ST específica se señala en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa, la que debe considerar un mínimo de tres notas parciales, incluyendo la entrega del **Proyecto de Seminario de Título (PST) al finalizar el semestre**. La calificación final de la asignatura corresponderá al promedio ponderado de todas las evaluaciones parciales.

14. Requisitos de aprobación

La nota mínima de aprobación será 4,0 (cuatro), incluyendo la entrega del **Proyecto de Seminario de Título (PST) al finalizar el semestre**.

15. Palabras Clave

Las **Palabras clave** dependen de cada Unidad de Investigación de Seminario de Título específica. Por ello, las palabras clave de cada UI-ST se señalan en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO al final de este Programa.

16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)

La **Bibliografía** utilizada depende de cada Unidad de Investigación de Seminario de Título. La revisión bibliográfica y discusión de trabajos pertinentes al tema específico de cada UI-ST es parte del trabajo que cada estudiante realiza en el desarrollo de esta actividad. La bibliografía utilizada se cita y detalla en el PST (y luego en la versión escrita del ST, actividad del siguiente semestre) que el o la estudiante entrega al finalizar el semestre.

15. Bibliografía Complementaria

La **Bibliografía** utilizada depende de cada Unidad de Investigación de Seminario de Título. La revisión bibliográfica y discusión de trabajos pertinentes al tema específico de cada UI-ST es parte del trabajo que cada estudiante realiza en el desarrollo de esta actividad. La bibliografía utilizada se cita y detalla en el PST (y luego en la versión escrita del ST, actividad del siguiente semestre) que el o la estudiante entrega al finalizar el semestre.

16. Recursos web

Los **Recursos web** dependen de cada Unidad de Investigación de Seminario de Título específica. Si el o la estudiante utiliza recursos web en el desarrollo de su UI-ST, éstos se citan y detallan en el PST que el o la estudiante entrega al finalizar el semestre.

FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO
<p>1. Nombre de la actividad curricular</p> <p>Estudio de la estructura genética de congrio colorado (<i>Genypterus chilensis</i>) de la costa de Los Vilos mediante el uso de marcadores SNPs para plantear estrategias de repoblamiento de la especie.</p>
<p>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</p> <p>Study of the genetic structure of the red cusk-eel (<i>Genypterus chilensis</i>) from the coast of Los Vilos through the use of SNP markers to propose repopulation strategies for the species.</p>
<p>3. Identificación del Estudiante y académicos responsables</p> <p>Nombre completo del estudiante: Gonzalo Alfredo Camus Morales</p> <p>Nombre completo del tutor y email: Natalia Pamela Lam Pastén nlam@uchile.cl</p> <p>Nombre completo del profesor patrocinante: David Enrique Véliz Baeza</p>
<p>4. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla</p> <p>Laboratorio de Genética y Biotecnología en Acuicultura, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.</p>
<p>5. Certificación bioética para Unidades de Investigación desarrolladas en Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.</p> <p>Basado en la Ley 20.380 sobre Protección de Animales y directrices internacionales, la Universidad de Chile crea, a través del Decreto Universitario Exento No 0020181 – 2017, el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales (CICUA) y aprueba las Normas de su funcionamiento interno de la Universidad por medio de la Resolución N° 001214, regulando las instalaciones para el mantenimiento de los animales en compra y venta, así como el alojamiento, manejo, transporte y crianza de animales, que sean empleados en la Enseñanza, Investigación, muestras y/o producción de animales. El CICUA-CIENCIA, es responsable de revisar todos los protocolos asociados a actividades que utilizan animales en la Facultad de Ciencias. De esta manera, se asegura que los procedimientos experimentales incorporen los criterios descritos en el Programa Institucional de Cuidado y Uso de Animales (PICUA), los cuales se ajustan normativas nacionales e internacionales. En este contexto, los estudiantes de pregrado y postgrado que realizarán Unidades de Investigación y/o Seminarios de título en la Facultad de Ciencias en que utilicen animales, al momento de inscribirla, deben adjuntar el certificado de bioética de la investigación (asociada al profesor tutor), o solicitar la certificación del CICUA-CIENCIAS, escribiendo al email direinvestig.ciencias@uchile.cl.</p> <p>Certificación bioética: Aplica ____ (adjunte certificado) No aplica: <u> x </u></p>

6. Saberes / contenidos

El alumno aprenderá diversas técnicas de genética y genómica, como extracción de DNA, amplificación de fragmentos por PCR, purificación de amplificadores. En relación a los saberes el estudiante desarrollará capacidades en el área de genómica para la búsqueda de marcadores SNPs en el genoma de congrio colorado (*Genypterus chilensis*), mediante diversos análisis informáticos utilizando herramientas de ambiente R y distintos softwares de análisis como STACKS, VCF Tools, entre otros. Junto con esto, la aplicación de distintos análisis estadísticos a los resultados obtenidos de la genotipificación.

7. Resumen de la Unidad de Investigación de Seminario de Título

El congrio colorado (*Genypterus chilensis*) es un pez de la familia Ophidiidae que habita las costas del océano pacífico (suroriental) desde el Archipiélago de Chonos en Chile hasta Paita, norte de Perú. Corresponde a un pez de hábitos bentónicos que vive entre los 50 y 500 metros de profundidad asociado principalmente a sustratos rocosos [1].

En Chile se extrae principalmente de manera artesanal, cuyos meses de mayor esfuerzo pesquero comprende el periodo entre noviembre y marzo, coincidente con la época reproductiva de la especie, afectando además de la extracción de individuos reproductores, en la dispersión de las larvas presentes en la columna de agua. Por esta razón y por su importancia comercial Colorado Chile S.A. ha desarrollado un programa de cultivo de esta especie, el cual incluye la destinación de individuos para repoblamiento de poblaciones naturales en las costas de Los Vilos. En este contexto, se hace necesario conocer la estructura genética de las poblaciones del sector, para proponer la mejor estrategia de repoblamiento. Actualmente, mediante marcadores microsatélites [2] las poblaciones naturales de la especie se pueden diferenciar en dos grupos genéticos. Sin embargo, la utilización de una mayor cantidad de marcadores como del tipo SNPs permitirán una mejor resolución en la detección de grupos poblacionales en la zona central del país. Por esto, en esta unidad de investigación se realizará un análisis bioinformático comparativo entre marcadores SNP obtenidos mediante GBS [3] y DART-Seq [4], para 8 individuos de *G. chilensis*, con la finalidad de definir la técnica a utilizar posteriormente, en base a la profundidad y calidad de la información que entreguen ambos métodos. Además, se realizará la recolección de muestras en terreno tanto de poblaciones naturales de distintas caletas de la comuna de Los Vilos como de individuos de cultivo en Colorado Chile S.A, posteriormente se realizará la extracción de ADN de estas para ser enviadas a analizar en base al método de obtención determinado por el estudio previo.

Bibliografía:

- [1] "Genypterus chilensis, Red cusk-eel : fisheries."
<https://www.fishbase.se/summary/Genypterus-chilensis.html> (accessed Apr. 13, 2022).
- [2] V. R. Córdova-Alarcón, C. Araneda, F. Jilberto, P. Magnolfi, M. I. Toledo, and N. Lam, "Genetic Diversity and Population Structure of *Genypterus chilensis*, a Commercial Benthic Marine Species of the South Pacific," *Front. Mar. Sci.*, vol. 6, 2019, doi: 10.3389/fmars.2019.00748.
- [3] R. J. Elshire *et al.*, "A Robust, Simple Genotyping-by-Sequencing (GBS) Approach for High Diversity Species," *PLoS One*, vol. 6, no. 5, p. 19379, 2011, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0019379.

[4] A. Kilian *et al.*, "Diversity Arrays Technology: A Generic Genome Profiling Technology on Open Platforms," *Methods Mol. Biol.*, vol. 888, pp. 67–89, 2012, doi: 10.1007/978-1-61779-870-2_5.

8. Evaluación

La Unidad de Investigación de Seminario de Título es evaluada por el Director o Directora de la Unidad de Investigación. En caso de que la Unidad de Investigación sea desarrollada fuera de la Facultad de Ciencias, el profesor o profesora patrocinante puede apoyar este proceso y debe asegurar que el o la estudiante tenga una nota final al finalizar el semestre. La evaluación de la UI-ST contempla el desempeño del estudiante durante el desarrollo de la UI-ST y la confección del Proyecto de Seminario de Título velando por el logro de los resultados de aprendizaje de la actividad.

Presentación revisión Bibliográfica (30%), Presentación Resultados obtenidos (30%) o Autoevaluación (10%), Proyecto de Seminario de Título (30%).

9. Palabras Clave

Acuicultura; marcadores moleculares; repoblamiento; diversidad genética; bioinformática; genética de poblaciones;

 <p>Natalia Pamela Lam Pastén</p>	 <p>Gonzalo Alfredo Camus Morales</p>
Nombre y Firma Co-Tutor/a (si corresponde)	 <p>David Enrique Véliz Baeza</p>