

PROGRAMA GENERAL DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO		
1. Nombre de la actividad curricular Unidad de Investigación de Seminario de Título		
2. Nombre de la actividad curricular en inglés <i>Research Unit Leading to Graduation Seminar</i>		
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) Ámbito de Difusión Científica (DC) Ámbito de Administración Científica (AC)		
4. Horas de trabajo	presencial	no presencial
5. Tipo de créditos SCT	8,0	2,5
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 9º 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>Impacto de olas de calor sobre la microbiota intestinal del erizo antártico (Spatangoida) <i>Abatus agassizzi</i></p>
<p>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</p> <p>Impact of heat-waves on the Gut Microbiota of the Antarctic Heart Urchin (Spatangoida) <i>Abatus agassizzi</i></p>
<p>3. Identificación del Estudiante y académicos responsables</p> <p>Nombre completo del estudiante: Diego Ignacio Tapia Godoy</p> <p>Nombre completo del tutor y email: Léa Cabrol lea.cabrol@mio.osupytheas.fr</p> <p>Nombre completo del co-tutor y email (si corresponde): Mélanie Delleuze De Prada melanie.delleuze@ug.uchile.cl</p> <p>Nombre completo del profesor patrocinante y email (si corresponde): Elie Poulin epoulin@uchile.cl</p>
<p>4. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla</p> <p>Laboratorio de Ecología Molecular, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Instituto Milenio Biodiversidad de Ecosistemas Antárticos y Subantárticos, Facultad de Ciencias 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</p>

solicitar la certificación del CICUA-CIENCIAS, escribiendo al email direinvestig.ciencias@uchile.cl.

Certificación bioética: Aplica ____ (adjunte certificado) No aplica: X

6. Saberes / contenidos

- Extracción de ADN y ARN de muestras biológicas (ya obtenidas) y posterior síntesis de cDNA.
- Amplificación y secuenciación masiva por metabarcoding del gen 16S ARNr.
- Uso de herramientas bioinformáticas para el procesamiento y análisis bioestadístico de secuencias de ADN para el estudio de la microbiota intestinal de *A. agassizii*.

4. Resumen de la Unidad de Investigación electiva

El cambio climático ha incrementado la frecuencia de las olas de calor en los ecosistemas marinos antárticos, lo que está modificando rápidamente las comunidades microbianas de estos ambientes. *Abatus agassizii* es un erizo de mar endémico de la región antártica y un bioturbador clave en los ecosistemas bentónicos. Este organismo es depositívoro, es decir, se alimenta de la materia orgánica presente en el sedimento, facilitando la remineralización y resuspensión de los nutrientes. Su microbiota intestinal es única y diversa, desempeñando un papel crucial en su metabolismo y digestión. Frente a las fluctuaciones térmicas de su hábitat, *A. agassizii* se encuentra vulnerable a estos al ser una especie incubadora y poseer una capacidad de dispersión reducida.

La presente unidad de investigación tiene como objetivo general evaluar cómo las olas de calor marinas impactan la microbiota intestinal de *A. agassizii*, y cómo estos cambios en la microbiota afectan la capacidad del organismo para adaptarse a nuevas condiciones térmicas y su resiliencia. Esto se debe a la relevancia de la microbiota en diversos procesos fisiológicos del hospedador, los cuales son esenciales para su adaptación, resistencia y resiliencia al estrés térmico, y para mantener un equilibrio metabólico. Las muestras por analizar fueron obtenidas durante la Expedición Chilena Antártica n°61 (ECA 61), donde se realizaron experimentos de olas de calor en *A. agassizii*. El diseño experimental incluyó cuatro tratamientos de temperatura: 2°C (control), 4°C, 6°C y 8°C. Tras una aclimatación de 5 días a 2°C, se incrementó la temperatura de cada tratamiento a un ritmo de 2°C/día, manteniéndose durante 5 días, para luego retornar gradualmente a 2°C y mantenerse durante 5 días más. Se utilizaron 18 individuos por tratamiento de temperatura. Se tomaron muestras para el análisis de la microbiota tras la exposición a la ola de calor (n=9) y tras la fase de recuperación (n=9), además del sedimento de cada acuario. Estas muestras serán analizadas para caracterizar las comunidades microbianas presentes y comparar su diversidad y funcionalidad en los distintos contextos de estrés térmico a los que fueron expuestos los organismos.

Los objetivos específicos son:

1. Caracterizar la composición de la microbiota intestinal de *Abatus agassizii* mediante metabarcoding del gen 16S rRNA.
2. Identificar los taxones bacterianos que conforman el núcleo ("core") de la microbiota intestinal de *A. agassizii*, con especial énfasis en aquellos que podrían desempeñar un rol clave en su metabolismo.
3. Evaluar los cambios en la composición de la microbiota intestinal en función del

contexto térmico al que fue expuesto cada organismo.

4. Determinar si la microbiota intestinal de *A. agassizii* puede contribuir a su resiliencia en un contexto de cambio climático.

Referencias:

Fontaine, S. S., & Kohl, K. D. (2023). Ectotherm heat tolerance and the microbiome: current understanding, future directions and potential applications. *Journal of Experimental Biology*, 226(12). <https://doi.org/10.1242/jeb.245761>

Schwob, G., Cabrol, L., Poulin, E., & Orlando, J. (2020). Characterization of the Gut Microbiota of the Antarctic Heart Urchin (Spatangoida) *Abatus agassizii*. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00308>

Sepulveda, J., & Moeller, A. H. (2020). The Effects of Temperature on Animal Gut Microbiomes. *Frontiers in Microbiology*, 11(384). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00384>

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%), Autoevaluación (10%), Proyecto de Seminario de Título (30%).

9. Palabras Clave

Metabarcoding 16S ARNr; *Abatus agassizii*; Microbiota intestinal; Ecología microbiana antártica; Biología molecular;

10. Fuente de financiamiento (n° de proyecto fondecyt, ANID, nombre departamento, fondos propios, etc.)

FONDECYT Regular n°1211672, INACH DT_05-23, Instituto Milenio BASE ICN2021_002

Léa Cabrol

Nombre y Firma Tutor/a

Diego Tapia

Nombre y Firma Estudiante

Mélanie Delleuze

Nombre y Firma Co-Tutor/a (si corresponde)

Elie Poulin

Nombre y Firma Patrocinante (si corresponde)