

Estimada Directora o estimado Director de Unidad de Investigación Electiva,

Por favor, completar el **Formulario de Inscripción de la Unidad de Investigación Electiva** al final del Programa siguiendo las indicaciones en letras azules. La sección **Resumen de la Unidad de Investigación**, la debe completar el o la estudiante. El o la estudiante debe presentar este documento completo y firmado en Secretaría de Estudios al inicio del semestre para solicitar la inscripción de la Unidad de Investigación. Por favor, borrar todo lo que está en letras azules antes de entregar. Una vez la actividad sea inscrita, se debe subir este Programa a la plataforma U-Cursos en la sección "Presentación". Si usted no es profesor o profesora de la Facultad Ciencias de la Universidad de Chile, puede solicitar ayuda al profesor o profesora Patrocinante de esta actividad para completar este Formulario de Inscripción como también en los otros procesos administrativos de la actividad (por ejemplo, subir el Programa y notas a U-Cursos, y enviar el acta al finalizar el semestre).

Muchos saludos,

Comité Académico Carrera de Ingeniería en Biotecnología Molecular  
Facultad de Ciencias

<b>PROGRAMA GENERAL DE ELECTIVO ESPECIALIDAD* O UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA</b>
<p>*Nota: En caso de que el/la estudiante inscriba un Electivo de Especialidad, el Programa del Curso Electivo reemplazará este Programa General de Electivo de Especialidad o Unidad de Investigación Electiva.</p>
<p><b>1. Nombre de la actividad curricular</b> <b>Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva</b></p>
<p><b>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</b> <i>Elective Specialty or Elective Research Unit</i></p>
<p><b>3. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla</b> La <b>Unidad Académica</b> u organismo de la unidad académica que lo desarrolla depende del lugar donde se desempeña el/la Profesor/a responsable de la actividad (Coordinador o Coordinadora del curso electivo, o Director o Directora de la Unidad de Investigación). Por ello, la Unidad Académica u organismo de la unidad académica que lo desarrolla se señala en el Programa Específico del Curso Electivo o en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa. <i>Nota: Si una Unidad de Investigación Electiva 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></p>
<p><b>4. Ámbito</b> Ámbito de Investigación Biológica Básica (IBB) Ámbito de Difusión Científica (DC)</p>

<b>4. Horas de trabajo</b>	presencial	no presencial
<b>5. Tipo de créditos</b> SCT	4,5	5,0
<b>5. Número de créditos SCT – Chile</b> <b>6 SCT</b>		
<b>6. Requisitos</b>	Requisitos del electivo seleccionado.	
<b>7. Propósito general del curso</b>	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.	
<b>8. Competencias a las que contribuye el curso</b>	<p><b>Se indican competencias y competencias genéricas (G):</b></p> <p>IBB1: Describir sistemas biológicos para comprender su funcionamiento en base a la observación y análisis.</p> <p>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.</p> <p>DC1: Difundir el conocimiento científico y biotecnológico para divulgarlo a diversas audiencias mediante metodologías apropiadas.</p> <p>G3: Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación</p> <p>G4: Capacidad de investigación</p>	
<b>9. Subcompetencias</b>	<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>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>
--	---

### 10. Resultados de Aprendizaje

Los **Resultados de Aprendizaje** dependen de cada curso Electivo Especialidad específico, por ello, en estos casos esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito. Si se trata de una Unidad de Investigación Electiva., los resultados de aprendizaje son:

El estudiante:

- Experimenta el trabajo y herramientas necesarias para el desarrollo de su Unidad de Investigación.
- Integra las competencias y subcompetencias de esta actividad mediante su aplicación en la temática específica de la Unidad de Investigación electiva.
- Explica la temática y las metodologías utilizadas en su unidad de Investigación electiva ya sea mediante la revisión bibliográfica y discusión de trabajos con su tutor o tutora.

### 11. Saberes / contenidos

Los **saberes/contenidos** dependen de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

### 12. Metodología

La **Metodología** depende de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en la sección Resumen de la Unidad de Investigación en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

### 13. Evaluación

La **Evaluación** depende de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

### 14. Requisitos de aprobación

La nota final de este curso debe ser igual o superior a 4,0 (cuatro).

### 15. Palabras Clave

Las **Palabras Clave** depende de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

### 16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)

La **Bibliografía** depende de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en la sección Resumen de la Unidad de Investigación en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

(1) Geldenhuys, W.J., Long, T.E., Saralkar, P. et al. (2019) Crystal structure of the mitochondrial protein mitoNEET bound to a benze-sulfonide ligand. *Commun Chem* 2, 77. <https://doi.org/10.1038/s42004-019-0172-x>

(2) Geldenhuys, W. J., Benkovic, S. A., Lin, L., Yonutas, H. M., Crish, S. D., Sullivan, P. G., Darvesh, A. S., Brown, C. M., & Richardson, J. R. (2017). MitoNEET (CISD1) Knockout Mice Show Signs of Striatal Mitochondrial Dysfunction and a Parkinson's Disease Phenotype. *ACS chemical neuroscience*, 8(12), 2759–2765. <https://doi.org/10.1021/acschemneuro.7b00287>

(3) Lee, S., Lee, S., Lee, S. J., & Chung, S. W. (2022). Inhibition of mitoNEET induces Pink1-Parkin-mediated mitophagy. *BMB reports*, 55(7), 354–359. <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2022.55.7.040>

(4) Núñez, M. T., Urrutia, P., Mena, N., Aguirre, P., Tapia, V., & Salazar, J. (2012). Iron toxicity in neurodegeneration. *Biometals: an international journal on the role of metal ions in biology, biochemistry, and medicine*, 25(4), 761–776. <https://doi.org/10.1007/s10534-012-9523-0>

(5) Nechushtai, R., Karmi, O., Zuo, K., Marjault, H. B., Darash-Yahana, M., Sohn, Y. S., King, S. D., Zandalinas, S. I., Carloni, P., & Mittler, R. (2020). The balancing act of NEET proteins: Iron, ROS, calcium and metabolism. *Biochimica et biophysica acta. Molecular cell research*, 1867(11), 118805. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2020.118805>

### 15. Bibliografía Complementaria

La **Bibliografía** depende de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en la sección Resumen de la Unidad de Investigación en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

### 16. Recursos web

Los **Recursos web** dependen de cada curso Electivo Especialidad o Unidad de Investigación Electiva específicos. Por ello, esta información se indica en el Programa del curso electivo inscrito o en la sección Resumen de la Unidad de Investigación en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA al final de este Programa.

<b>FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN ELECTIVA</b>
<p><b>1. Nombre de la actividad curricular</b></p> <p>“Respuesta comparativa a estímulos oxidantes externos de neuroblastomas SH-SY5Y con knock-down de mitoNEET”.</p>
<p><b>2. Nombre de la actividad curricular en inglés</b></p> <p>“Comparative response to external oxidative stimulus of SH-SY5Y neuroblastomes with knock-down of mitoNEET”.</p>
<p><b>3. Identificación del Estudiante y académicos responsables</b></p> <p><b>Nombre completo del estudiante:</b> Amparo Nadine Saavedra Riquelme</p> <p><b>Nombre completo del tutor y email:</b> Marco Tulio Núñez Gonzalez mnunez@uchile.cl</p> <p><b>Nombre completo del co-tutor (si corresponde):</b> Pamela J. Urrutia Vargas pamela.urrutia@uss.cl</p>
<p><b>4. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla</b></p> <p>Laboratorio Biología del Envejecimiento, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile</p>
<p><b>5. Certificación bioética para Unidades de Investigación desarrolladas en Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.</b></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, <b>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</b>, 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 <a href="mailto:direinvestig.ciencias@uchile.cl">direinvestig.ciencias@uchile.cl</a>.</p>

Certificación bioética: Aplica \_\_\_\_ (adjunte certificado) No aplica: X

## 6. Saberes / contenidos

Biología Celular, Química Orgánica.

## 7. Resumen de la Unidad de Investigación electiva

Las proteínas mitoNEET, pertenecientes al grupo de proteínas NEET; son proteínas diméricas mitocondriales de la membrana externa, orientadas hacia el citoplasma de las células. Se ha sugerido que participan en procesos de homeostasis del hierro y del estrés oxidativo causado por especies reactivas del oxígeno; sus propiedades biofísicas han indicado su implicancia en señalización sensible a redox y transferencia del cluster Fe-S (1).

Su mal funcionamiento o disminución en su expresión puede vincularse a desregulación en los procesos de mitofagia y homeostasis mitocondrial, lo que a gran escala, se ha relacionado con enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson y el Alzheimer, entre otras (2).

En la presente Unidad de Investigación se pretende analizar la respuesta a hierro en clones knockdown de mitoNEET, generados por medio de CRISPR-Cas9, y en células de neuroblastoma humano SH-SY5Y.

Las técnicas a trabajar involucran cultivo celular, manejo adecuado de pipetas, microscopía confocal y análisis de imágenes, inmunocitoquímica y sondas fluorescentes sensibles a hierro para evaluar niveles de estrés oxidativo en las células.

## 8. Evaluación

La Unidad de Investigación electiva 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 esta actividad contempla el desempeño del estudiante durante su desarrollo velando por el logro de los resultados de aprendizaje de la actividad.

Evaluaciones (%):

Dedicación: 30

Presentación resultados obtenidos: 30


Informe: 40

*Indique la **Evaluación** que se aplicará en esta Unidad de Investigación electiva. Se debe considerar **al menos tres evaluaciones parciales**. Ejemplo: Presentación revisión Bibliográfica (30%), Presentación Resultados obtenidos (30%), Autoevaluación (10%), Informe final (30%).*

## 9. Palabras Clave

MitoNEET; neuroenvejecimiento; estrés oxidativo; mitofagia; viabilidad celular; Enfermedad de Parkinson.



Nombre y Firma Tutor/a	Amparo Saavedra Riquelme
 Nombre y Firma Co-Tutora Pamela Urrutia	Nombre y Firma Patrocinante (si corresponde)