

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE CURSOS DE POSGRADO

1.1. Indique la denominación del curso propuesto: Isotopos estables
Isótopos estables en archivos naturales: antecedentes teóricos, y aplicaciones ecológicas y paleoclimáticas

1.2. Inserto en una carrera de posgrado

Sí No **X**

1.3. En caso de que el curso ya sea dictado en otra carrera indique la siguiente información:

Carrera	Tipo de dictado	Modalidad	Carácter

2. Equipo docente.

2.1. Responsable a cargo.

Apellido: SRUR.....
 Nombre: Ana Marina.....
 Documento:
 Correo electrónico: asrur@mendoza-conicet.gob.ar.....
 CUIT/CUIL:

2.2. Integrantes del equipo docente (repetir cuantas veces sea necesario)

Apellido: DAUX.....
 Nombre: Valérie.....
 Documento:
 Correo electrónico: valerie.daux@lsce.ipsl.fr

Apellido: BELMECHERI.....
 Nombre: Soumaya.....
 Documento:
 Correo electrónico: sbelmecheri@arizona.edu.....

Apellido: MUNDO.....
 Nombre: Ignacio Alberto.....
 Documento:
 Correo electrónico: ignaciomundo@fcen.uncu.edu.ar...
 CUIT/CUIL:

Apellido: VEGA.....
Nombre: Leticia María.....
Documento:
Correo electrónico: lvega@mendoza-conicet.gob.ar...
CUIT/CUIL:

Apellido: VILLALBA.....
Nombre: Ricardo.....
Documento:
Correo electrónico: ricardo@mendoza-conicet.gob.ar.....
CUIT/CUIL:

3. Fecha probable de dictado

Semestre 1er **2do** **X** mes: **agosto (semana del 7 al 11 /8/ 2023)**

4. Número máximo y mínimo de alumnos

Máximo: 30; Mínimo: 10

5. Carga horaria propuesta

45 horas (35 horas presenciales distribuidos en 5 jornadas durante una semana de cursado y 10 horas no presenciales correspondientes a resolución de ejercicios, lectura de trabajos y confección de la propuesta grupal.

5.1. Exprese la carga horaria relacionada al dictado de la actividad en horas reloj.

Modalidad	Carga teórica	Carga práctica	Total	Porcentaje
Presencial	27	8	35	78
No presencial		10	10	22
Total	8	37	45	

6. Objetivos (2000 caracteres)

En los últimos años ha habido un aumento significativo en los estudios relacionados al cambio climático y los efectos que puede tener sobre los ecosistemas naturales y la biodiversidad que los mismos albergan. Sin embargo, las predicciones de los cambios futuros siguen siendo inciertas debido a la complejidad de las interacciones ambientales y al conocimiento aún incompleto de los procesos y retroalimentaciones entre las condiciones meteorológicas y climáticas globales y las respuestas que los ecosistemas puedan tener en relación a estos cambios. La evolución y la dinámica de los intercambios entre los principales componentes del sistema terrestre (atmósfera, hidrósfera, biósfera y geósfera) sólo podrán conocerse mejor mediante un enfoque integrado que combine la comprensión de las condiciones presentes y pasadas.

Los isótopos estables en compuestos naturales, cuya distribución se rige por las condiciones ambientales, son una de las herramientas más poderosas que pueden utilizarse para investigar las variaciones climáticas y la respuesta del ambiente a los cambios climáticos. Este curso proporcionará los fundamentos de la teoría isotópica en archivos naturales y en qué formas los isótopos pueden utilizarse como herramientas para abordar problemáticas ecológicas, climáticas y ecofisiológicas relacionadas con las variaciones ambientales causadas por el cambio global. El presente curso se centrará en los ciclos del carbono y del agua y sobre los correspondientes fraccionamientos de los isótopos de C, O y H.

Al final del curso, se espera que los estudiantes sean capaces de:

- describir y explicar los procesos responsables de la incorporación y del fraccionamiento isotópico (codificación de señales isotópicas de carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes archivos),
- identificar la estrategia de muestreo de campo y el procedimiento de laboratorio para responder a una pregunta científica ecológica, ambiental o climática,
- interpretar datos isotópicos en diferentes archivos biogeoquímicos (carbonatos, fosfatos, madera) utilizando enfoques cuantitativos mecanicistas y estadísticos a un nivel básico y,
- utilizar datos de entrada y plataformas de programación de última generación para analizar series temporales de isótopos estables.

7. Contenidos. (2000 caracteres)

El curso constará de las siguientes cuatro unidades:

I. Fundamentos de los isótopos estables

- a. Definición de isótopos (estables frente a radiactivos)
- b. Notación isotópica (por ejemplo, relación isotópica)
- c. Fraccionamiento isotópico (equilibrio, cinética)

II. Los isótopos estables del carbono y el ciclo del carbono

- a. Definición y medida del isótopo estable del C.
- b. Reservorios de carbono (atmósfera, océano, combustibles fósiles, biosfera terrestre).
- c. Teoría del fraccionamiento isotópico del carbono en las plantas.
- d. Vinculación del $\delta^{13}\text{C}$ en tejidos vegetales con su ecofisiología (difusión a través de los estomas, actividad de la Rubisco, concentración de $\delta^{13}\text{C}$ en azúcares) y el ambiente. Eficiencia en el uso del agua (cálculo e interpretación). Efecto juvenil.

III. Isótopos estables de hidrógeno y oxígeno y el ciclo del agua

- a. Definición y medida de los isótopos estables de H y O.
- b. Los isótopos del agua en el ciclo del agua (océano, atmósfera, vapor, suelo)
- c. La destilación de Rayleigh, la línea del agua meteórica y el exceso de deuterio.
- d. Enriquecimiento evaporativo a nivel foliar (fraccionamiento, efecto Pécllet). Fraccionamiento durante la formación de azúcares. Intercambio isotópico con el agua del xilema. Concentración de $\delta^{18}\text{O}$ en los azúcares. Señal ambiental.

IV. Proyecto de grupo en ecología o paleoclima

En esta unidad se busca la consolidación de los conocimientos adquiridos en las exposiciones teóricas y actividades prácticas realizadas en el curso. Las actividades de esta unidad se desarrollarán mediante la presentación de proyectos por parte de los estudiantes. Para ello, trabajarán en pequeños grupos (3-4 integrantes) con el fin de diseñar preguntas ecológicas o paleoclimatológicas, y responderlas utilizando un enfoque metodológico isotópico (tanto para la obtención como el procesamiento de las muestras y análisis de sus resultados). En el desarrollo del proyecto se deberá justificar la selección del sitio de muestreo, tipo y cantidad de muestras y metodología asociada a su procesamiento y obtención de resultados.

1. Describa las actividades prácticas desarrolladas, indicando lugar donde se desarrollan y modalidad de supervisión. (Si corresponde). (2000 caracteres)

Las exposiciones teóricas y actividades prácticas se llevarán a cabo en un aula de la sede central de FCEN-UNCuyo. Además, se contempla una visita al Laboratorio de extracción de celulosa del IANIGLA en el CCT CONICET Mendoza. Dado que los contenidos teóricos serán dictados mayormente en inglés por las Prof. Daux y Belmecheri, los docentes

hispanoparlantes (Srur, Mundo, Vega y Villalba) actuarán como intérpretes facilitando la comunicación con los estudiantes.

I. Fundamentos de los isótopos estables

Se llevarán a cabo tres actividades prácticas para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante la exposición teórica. Los estudiantes calcularán: 1) la relación isotópica del agua, 2) la composición isotópica y el coeficiente de fraccionamiento de un carbono inorgánico en equilibrio con bicarbonato. En la tercera actividad, los estudiantes predecirán la composición isotópica de los fosfatos basándose en la relación empírica entre los isótopos de los fosfatos y el agua de origen y entre el agua de origen y la temperatura del aire.

II. Los isótopos estables del carbono y el ciclo del carbono

Esta actividad enriquecerá la experiencia de los estudiantes para analizar y tratar datos de $\delta^{13}\text{C}$ provenientes de anillos de árboles. Utilizando el entorno del programa R, los estudiantes calcularán índices fisiológicos basados en el fraccionamiento teórico de isótopos de carbono en plantas. La actividad se dividirá en seis partes principales que incluirán la descripción de tendencias y la interpretación ecofisiológica.

III. Los isótopos estables de hidrógeno y oxígeno y el ciclo del agua

Los alumnos aplicarán los conocimientos teóricos de la destilación de Rayleigh para construir una curva de destilación y una línea de agua meteórica. Además, utilizando el programa R y planillas de cálculo, los estudiantes aplicarán los conceptos aprendidos sobre los procesos de fraccionamiento en el agua y las plantas para calcular la composición isotópica de oxígeno en el material vegetal (azúcares y celulosa).

IV. Proyecto de grupo en ecología o paleoclima

Guiados por los docentes, los estudiantes explorarán tres bases de datos globales: 1) series temporales de oxígeno y carbono de los anillos de los árboles; 2) oxígeno e hidrógeno del xilema y agua de las hojas; y 3) isótopos de carbono en las hojas. Se aplicarán conceptos de fraccionamiento isotópico y sus impulsores ambientales para responder a preguntas ecológicas o paleoclimáticas. Los estudiantes, en forma grupal, expondrán sus proyectos en forma de presentación oral (PowerPoint) a sus compañeros y docentes.

2. Bibliografía propuesta (2000 caracteres)

Isótopos en geociencias

- Faure, G., 1986. Principles of isotope geology (2nd Ed.), John Wiley & Sons, p. 589.
- Criss, R.E., 1999. Principles of stable isotope distribution. Oxford University Press, p. 264. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195117752.001.0001>
- Faure & Mensing, 2005. Isotopes : Principles and applications (3rd Ed.) Wiley, p 897, ISBN 978-0-471-38437-3.
- Gat, J.R., 2010. Isotope hydrology: a study of the water cycle. Imp. College Press, p. 200
- IAEA, 2010, Isótopos Ambientales en el Ciclo Hidrológico: Principios y Aplicaciones, I: Teoría, Métodos, Correcciones. https://www-naweb.iaea.org/napc/ih/IHS_resources_publication_hydroCycle_es.html
- White W.M., 2014. Isotope geochemistry, Wiley, p. 160.
- Baskaran, M., 2011. Handbook of environmental Isotope Geochemistry. Springer Science & Business

media

- Hoefs, J., 2018. Stable isotope geochemistry. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment.

Isótopos en ecofisiología vegetal y dendrocronología

- Mateo M.A., Ferrio J.P., & Araus J.L. (2004) Isótopos estables en fisiología vegetal. In: La ecofisiología vegetal, una ciencia de síntesis (eds M.J. Reigosa, N. Pedrol, & A. Sánchez), 113-160. Paraninfo, S.A., Madrid.
https://www.researchgate.net/publication/225083261_Isotopos_estables_en_fisiologia_vegetal
- McCarroll D. & Loader N. J. (2004). Stable isotopes in tree rings. *Quatern. Sci. Rev.*, 23, 771–801. doi: 10.1016/j.quascirev.2003.06.017
- Gessler, A., Ferrio, J. P., Hommel, R., Treydte, K., Werner, R. a, & Monson, R. K. (2014). Stable isotopes in tree rings: towards a mechanistic understanding of isotope fractionation and mixing processes from the leaves to the wood. *Tree Physiology*, 1–23. doi:10.1093/treephys/tpu040
- Barbour, M. M., & Song, X. (2014). Do tree-ring stable isotope compositions faithfully record tree carbon/water dynamics? *Tree Physiology*, 34(8), 792–795. doi: 10.1093/treephys/tpu064

3. Modalidad de evaluación y requisitos de aprobación y promoción. (2000 caracteres)

La evaluación del curso se realizará el último día mediante la calificación de la exposición de los proyectos grupales presentados por los estudiantes y relacionados al uso de isótopos estables para responder preguntas ecológicas o paleoambientales. Se prestará atención a:

- la capacidad de desarrollar una pregunta científica relacionada con una aplicación isotópica,
- el uso apropiado de la nomenclatura,
- la interpretación de los resultados en relación con los conceptos teóricos brindados durante el curso,
- el enfoque adoptado para interpretar los resultados, y
- la calidad general de la presentación.

Para aprobar y promocionar el curso, cada estudiante deberá obtener una calificación superior a 6 (seis) en esa evaluación (de acuerdo a la escala establecida por la Ordenanza 108/2010 CS) y haber asistido como mínimo al 85% de las clases.

4. Tiempo de entrega de evaluaciones y calificaciones una vez finalizado el curso

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes serán informadas la semana siguiente de la finalización del curso.

5. Ingrese toda otra información que considere pertinente, incluidos requisitos específicos si corresponde. (1600 caracteres)

El aula deberá estar equipada con un sistema de proyección. Además, dado que se contará con la participación remota de otro colega (Dr Paul Szejner), será necesario contar con conexión a internet estable, acceso a una cuenta de Zoom y un altavoz o parlante.