



Curso de posgrado **CAMBIA**

(**C**ambio cli**M**ático, **B**iodiversidad e **I**nteracciones en los **A**ndes)

Universidad de Concepción, Santiago de Chile

23-28 de Septiembre de 2024

Justificación

Nueve años después de los acuerdos climáticos de París, en un contexto en el que los incendios, las sequías y los episodios climáticos extremos se han vuelto cada vez más frecuentes en muchos países, nuestras sociedades están intensificando los esfuerzos para adaptar nuestros hábitats y prácticas al cambio climático. Los gestores de espacios naturales ya están observando movimientos de especies, cambios en la dinámica poblacional, impactos sobre la biodiversidad, a corto plazo, a escalas de tiempo y espacio relativamente locales. En la Universidad, la formación de futuros investigadores, capaces de integrar las observaciones de campo y los efectos sobre la biodiversidad, pero también de predecir y modelar los efectos del cambio climático, permanece dividida en distintas formaciones, en ecología, geografía o geología. Sin embargo, se está volviendo esencial reunir experiencia y capacitar a investigadores jóvenes en la interfaz entre el clima y la biodiversidad, para estudiar las adaptaciones locales y sostenibles de la biodiversidad frente al cambio climático, integrando la complejidad biológica y las predicciones a largo plazo.

El cambio climático es particularmente visible en áreas montañosas y se manifiesta por el reemplazo en altura de diferentes tipos de vegetación (Grace et al., 2002, Elsen and Tigley, 2015). Si bien son observables en el campo, estos límites son difíciles de modelar y reflejan la complejidad de los procesos biológicos y climáticos subyacentes. En la actualidad, las bases de datos públicas sobre la distribución de la biodiversidad y la explosión de la secuenciación ambiental permiten estudiar las respuestas de la biodiversidad al cambio climático (Tedesoo et al., 2014). Asimismo, los datos de satélite permiten obtener observaciones sobre el clima a escalas espaciales y temporales cada vez más finas. La convergencia de las escalas de estudio abre múltiples perspectivas de investigación colaborativa entre expertos en biodiversidad y clima, por lo tanto nuestro proyecto tiene como objetivo reunir a expertos de diferentes disciplinas e identificar las contribuciones de las interacciones clima-biodiversidad, trabajando en un territorio común: la Cordillera de los Andes.

La cordillera de los Andes es un “hotspot” de biodiversidad del planeta (Myers et al., 2000; Rahbek et al., 2019). Con una extensión de casi 9000 km de longitud (Graham, 2009) y más de 6000 m de altitud, constituyen la cordillera terrestre más larga y la segunda más alta del mundo. Los Andes albergan unas 40.000 especies de plantas y miles de especies de vertebrados con niveles excepcionalmente altos de endemismo de especies (Kreft y Jetz, 2007; Pennington et al., 2010). Además, sus ambientes naturales incluyendo, punas, páramos, bosques húmedos y secos, matorrales y pastizales de altura brindan servicios ecosistémicos críticos como la protección del suelo, el almacenamiento de carbono y, en particular, la reserva de agua para millones de personas (Morales R. et al., 2006; Reynel et al., 2006; de la Torre et al., 2008; Buytaert et al., 2011; Masiokas et al 2019). Comprender los vínculos entre el clima y la vegetación natural y predecir el impacto del cambio climático futuro es, por tanto, importante para la planificación de la conservación y la adaptación.

Gracias a su amplio rango latitudinal y a su pronunciado gradiente altitudinal, los Andes presentan una gran variabilidad climática (Espinoza et al., 2020; Pabón-Caidedo, 2020; Poveda et al., 2020), lo que los convierte en un laboratorio natural para estudiar los impactos del cambio climático en la biodiversidad vegetal (Tito et al., 2020). Si bien varios estudios han contribuido a una comprensión parcial de los efectos del cambio climático en gradientes de elevación (por ejemplo, Feeley et al., 2011; Blundo et al., 2012; Duque et al., 2015; Salazar et al., 2015; Srur et al., 2016; Carilla et al., 2018b), también existen importantes lagunas de conocimiento e incertidumbres que aún deben abordarse, así como construir la visión integral de los Andes, desde la Patagonia hasta Venezuela. En particular, debido a observaciones escasas e heterogéneas en los Andes, a la combinación de mecanismos complejos y compensatorios entre tierra y atmósfera y, a una falta de estudios en la región, no sabemos todavía con confianza cuál es la intensidad del cambio climático y cómo variará en el futuro con la elevación (Rangwala and Miller, 2012; Pepin et al., 2015). Por tanto, existen múltiples fuentes de incertidumbre que van desde los datos de entrada climáticos y biológicos hasta los métodos utilizados para la modelización y análisis de ambas componentes, lo que se traduce en la necesidad de ampliar la investigación en estos temas para proveer mejores y robustas proyecciones de la distribución de especies de plantas en escenarios de cambio climático.

Curso de postgrado

La propuesta del curso de postgrado “Cambio climático, biodiversidad e interacciones en los Andes” con modalidad en parte presencial y virtual, se focaliza en los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos a lo largo de la cordillera de los Andes. El curso está dirigido a estudiantes de maestría y doctorado en biología, ciencias de la atmósfera, ciencias ambientales, ciencias sociales, y disciplinas afines. Los estudiantes cursarán en modo presencial, mientras que los profesores participarán en modalidad presencial y virtual. Los objetivos del curso son, primero, dar a conocer los avances disciplinares en investigación multidisciplinaria con foco en clima y biodiversidad y co-producción de conocimiento en los Andes. Para ello, el curso contará con un plantel docente que investigue en estos temas. El segundo objetivo, es formar en jóvenes investigadores y profesionales una nueva visión en el desarrollo de tareas multidisciplinarias. La red de investigadores que integran la propuesta busca cumplir con la complementariedad disciplinar para el curso. Tercero, generar una red de jóvenes investigadores latinoamericanos que

trabajan en temas de cambio climático y biodiversidad en los Andes. Para ello, se promocionará el curso a lo largo de las universidades de Latinoamérica

Antecedentes del curso y propuesta 2024

El curso busca promover las interacciones entre ecólogos, climatólogos y científicos sociales, en temas de modelización del clima andino y su impacto en los ecosistemas de montaña. En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, tiene sede el Instituto Franco-Argentino de Estudios Climáticos y su Impacto (IFAECI), un instituto de cooperación auspiciado por la UBA y el CONICET de Argentina, y el CNRS y el IRD de Francia (www.cima.fcen.uba.ar/UMI/). En 2021, el IFAECI consiguió financiación de la Red Regional de Embajadas de Francia para crear una red de cooperación regional para el estudio del cambio climático y biodiversidad en los Andes (CAMBIA). En 2022, el IRD y la Embajada de Francia financiaron la realización del curso CAMBIA en la Universidad del Rosario (en Bogotá, Colombia). Motivados por el éxito del mismo, este año se propone llevarlo a la Universidad de Concepción (en Santiago de Chile), con financiamientos del IRD, y auspiciado por la Embajada de Francia, diversos actores territoriales, así como por la Universidad de San Sebastián, en San José de Maipo, donde también se realizará una salida de campo y se reunirá a los estudiantes. Los profesores invitados son miembros de la red CAMBIA y participarán del curso en modalidad mixta.

Formato del curso

El curso se extenderá entre el 23 y el 28 de septiembre de 2024. Las jornadas serán de tres horas por la mañana y tres por la tarde. Parte del tiempo, los profesores a cargo presentarán el marco conceptual de trabajo y la problemática de cada módulo temático. En el tiempo restante se discutirán dos trabajos de investigación actuales y relacionados con el tema. La discusión de los trabajos estará liderada por un grupo de dos/tres estudiantes que participen del curso. Al cabo de la semana, los estudiantes habrán discutido un amplio abanico de trabajos relacionados con el clima y la biodiversidad de los Andes realizados por especialistas de la región. Al final del curso se realizará una evaluación escrita en la que los estudiantes relacionarán los temas de sus proyectos de investigación.

Calendario propuesto

- **Lunes 23/9: Apertura del curso, Universidad de Concepción (sede Santiago)**
 - Turno mañana
 - **Presentación de los estudiantes y de los profesores**
 - **Los Andes como modelo de estudio** (Pedro Flombaum, Andrea Carril)
 - **El clima en los Andes: observaciones, otro tipo de datos y modelado numérico** (Pedro Flombaum, Andrea Carril)
 - Turno tarde
 - **Evidencias del cambio climático en los Andes: cambios observados, proyecciones a futuro** (Mariano Masiokas y Benjamín Quesada)
- **Martes 24/9:**
 - **Traslado a San José de Maipo**
 - **Visita de campo al Monumento Natural El Morado**
- **Miércoles 25/9: Sede Universidad de San Sebastián**
 - Turno mañana

- **Biodiversidad de los Andes, plantas y hongos** (Mailyn González, Nora Oleas y Aída Vasco)
Turno tarde
- **Evidencia de los impactos del clima en la biodiversidad: experimentos, observaciones, modelos y meta-análisis** (Beatríz Salgado, Melanie Roy y Norma Salinas)
- **Jueves 26/9:**
 - Turno mañana
 - **Respuestas ecológicas al cambio climático: fisiológicos e individuales, poblaciones, comunidades, interacciones entre organismos, y ecosistema** (Álvaro Gutiérrez, Pablo Guerrero, Aníbal Pauchard y Eduardo Fuentes-Lillo)
 - Turno tarde
 - **(Cont.) Respuestas ecológicas al cambio climático: fisiológicos e individuales, poblaciones, comunidades, interacciones entre organismos, y ecosistema** (Álvaro Gutiérrez, Pablo Guerrero, Aníbal Pauchard y Eduardo Fuentes-Lillo)
 - **Presentación del método de evaluación** (Pedro Flombaum)
- **Viernes 27/9:**
 - Turno Mañana
 - **Impacto de los cambios climáticos en los servicios ecosistémicos provistos por la Cordillera de los Andes** (Fabien Anthelme y Thomas Condom)
 - Turno tarde
 - **Co-construcción de conocimiento en el contexto del cambio climático y la pérdida de biodiversidad** (Valeria Hernández y Gonzalo Pérez)
- **Sábado 28/9:**
 - Turno mañana
 - **Actividad de cierre, discusión y evaluación** (Pedro Flombaum, Andrea Carril y Gonzalo Pérez)
 - Mediodía: **traslado de regreso a Santiago / Aeropuerto, arribando aproximadamente 15 hs.**

Plantel de Profesores / Investigadores

Responsables

- Dra. Carril, Andrea F.
Instituto Franco-Argentino para Estudios del Clima y sus Impactos, Argentina
- Dr. Flombaum, Pedro
Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Dr. Guerrero, Pablo C.
Universidad de Concepción, Instituto de Ecología y Biodiversidad, e Instituto Milenio Biodiversidad de Ecosistemas Antárticos y Subantárticos, Chile
- Dr. Gutiérrez, Álvaro
Universidad de Chile e Instituto Ecología y Biodiversidad, Chile

- Dr. Pérez, Gonzalo
Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile

Colaboradores

- Dr. Anthelme, Fabien
IRD, Laboratorio AMAP, Bolivia
- Dr. Condom, Thomas
IRD, Institut des Géosciences de l'Environnement, Francia
- Dr. Fuentes-Lillo, Eduardo
Instituto de Ecología y Biodiversidad, Universidad de Concepción, Chile
- Dra. González Herrera, Maily A.
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Colombia
- Dra. Hernández, Valeria A.
IRD, Universidad Nacional de San Martín, Argentina
- Dr. Masiokas, Mariano
Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Mendoza, Argentina
- Dra. Oleas, Nora
Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador
- Dr. Pauchard, Aníbal
Instituto de Ecología y Biodiversidad, Universidad de Concepción, Chile
- Dr. Quesada, Benjamín
Universidad del Rosario, Colombia
- Dra. Roy, Melanie
IRD, Instituto Franco-Argentino para Estudios del Clima y sus Impactos, Argentina
- Dra. Salgado Negret, Beatriz
Universidad Nacional de Colombia, Colombia
- Dra. Salinas, Norma
Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú
- Dra. Vasco, Aída
Universidad de Antioquia, Colombia

Sitio WEB del curso 2024

http://cambia.cima.fcen.uba.ar/curso_2024.php

Bibliografía

1. Grace, J., Berninger, F. & Nagy, L. Impacts of climate change on the tree line. *Annals of Botany* **90**, 537–544 (2002).
2. Elsen, P. R. & Tingley, M. W. Global mountain topography and the fate of montane species under climate change. *Nature Climate Change* **5**, 772–776 (2015).
3. Tedersoo, L. *et al.* Global diversity and geography of soil fungi. *science* **346**, 1256688 (2014).
4. Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853–858 (2000).
5. Rahbek, C. *et al.* Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. *Science* **365**, 1114–1119 (2019).
6. Graham, A. The Andes: a geological overview from a biological perspective. *Annals of the Missouri Botanical*

Garden **96**, 371–385 (2009).

7. Kreft, H. & Jetz, W. Global patterns and determinants of vascular plant diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**, 5925–5930 (2007).
8. Pennington, R. T. *et al.* Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**, 13783–13787 (2010).
9. Buytaert, W., Vuille, M., Karmalkar, A. V., Urrutia, R. & Celleri, R. Climate change impacts on water resources in tropical mountain regions: an Andean perspective. *AGUFM* **2010**, H53G-04 (2010).
10. Buytaert, W. & De Bièvre, B. Water for cities: The impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes. *Water Resources Research* **48**, (2012).
11. Masiokas, M. H. *et al.* Streamflow variations across the Andes (18–55 S) during the instrumental era. *Scientific reports* **9**, 1–13 (2019).
12. Espinoza, J. C. *et al.* Hydroclimate of the Andes Part I: Main climatic features. *Frontiers in Earth Science* **8**, 64 (2020).
13. Poveda, G. *et al.* High impact weather events in the Andes. (2020).
14. Tito, R., Vasconcelos, H. L. & Feeley, K. J. Mountain ecosystems as natural laboratories for climate change experiments. *Frontiers in Forests and Global Change* **3**, 38 (2020).
15. Feeley, K. J. *et al.* Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography* **38**, 783–791 (2011).
16. Blundo, C., Malizia, L. R., Blake, J. G. & Brown, A. D. Tree species distribution in Andean forests: influence of regional and local factors. *Journal of Tropical Ecology* 83–95 (2012).
17. Duque, A., Stevenson, P. R. & Feeley, K. J. Thermophilization of adult and juvenile tree communities in the northern tropical Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**, 10744–10749 (2015).
18. Salazar, L. *et al.* Diversity patterns of ferns along elevational gradients in Andean tropical forests. *Plant Ecology & Diversity* **8**, 13–24 (2015).
19. Srur, A. M., Villalba, R., Rodríguez-Catón, M., Amoroso, M. M. & Marcotti, E. Climate and *Nothofagus pumilio* establishment at upper treelines in the Patagonian Andes. *Frontiers in Earth Science* **6**, 57 (2018).
20. Carilla, J. *et al.* Vegetation trends over eleven years on mountain summits in NW Argentina. *Ecology and evolution* **8**, 11554–11567 (2018).
21. Fadrique, B. *et al.* Widespread but heterogeneous responses of Andean forests to climate change. *Nature* **564**, 207–212 (2018).
22. Rangwala, I. & Miller, J. R. Climate change in mountains: a review of elevation-dependent warming and its possible causes. *Climatic change* **114**, 527–547 (2012).
23. Pepin, N. *et al.* Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature climate change* **5**, 424–430 (2015).
24. Tovar, C. *et al.* Plant dispersal strategies of high tropical alpine communities across the Andes. *Journal of Ecology* **108**, 1910–1922 (2020).
25. Díaz, S. *et al.* Set ambitious goals for biodiversity and sustainability. *Science* **370**, 411–413 (2020).