

# PROYECCIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN BASE A MODELOS CLIMÁTICOS REGIONALES A LO LARGO DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES, ARGENTINA

Georgina Marianetti<sup>1</sup>, Juan A. Rivera<sup>1</sup>, Maria L. Bettolli<sup>2</sup>  
[gmarianetti@conicet-mendoza.gob.ar](mailto:gmarianetti@conicet-mendoza.gob.ar)

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA, CONICET-Mendoza)

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA)

**Palabras clave:** CORDEX, cambio climático, extremos.

## 1) INTRODUCCIÓN

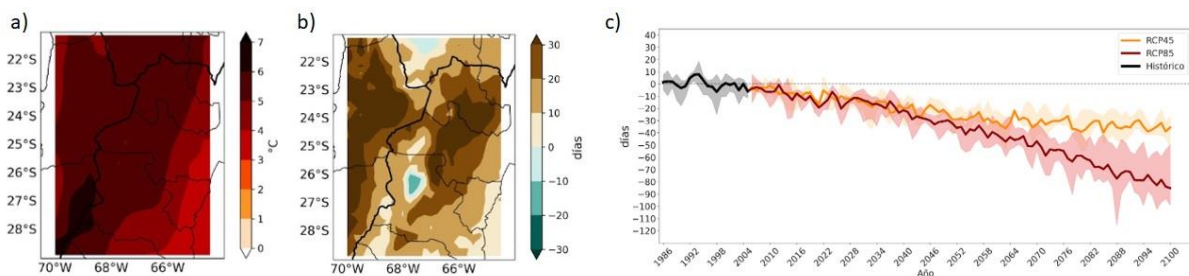
La porción argentina de la Cordillera de los Andes ubicada al norte de 47°S presenta diversas características climáticas que dependen tanto de la elevación como la latitud (Viale et al. 2019), lo cual representa un desafío para la modelación. Los recursos hídricos que sostienen a las poblaciones ubicadas en las adyacencias de la cadena montañosa y a los ecosistemas altoandinos dependen altamente de las precipitaciones y del aporte nivo-glaciar a los ríos. Las tendencias climáticas recientes muestran una reducción en la precipitación invernal y un incremento en la temperatura a lo largo de la Cordillera de los Andes, aunque con diferencias en magnitud que dependen de la región considerada. Se espera que estas tendencias continúen a futuro, aunque existe una alta incertidumbre en relación a su magnitud y comportamiento espacial, lo cual requiere el uso de modelos climáticos regionales (MCR) para su cuantificación (Falco et al. 2019). Esto puede contribuir al desarrollo de medidas de adaptación y mitigación para las poblaciones locales en relación al manejo de los recursos hídricos, así como también la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es cuantificar los cambios proyectados en los valores medios y extremos de la temperatura y la precipitación a lo largo del siglo XXI en base a un conjunto de MCR que simulen adecuadamente las características climáticas a lo largo de la Cordillera de los Andes.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

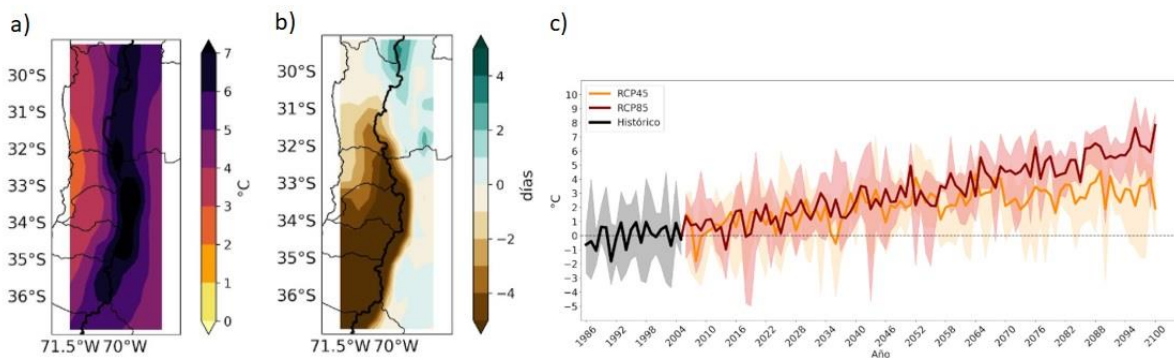
Se utilizaron simulaciones en escala diaria de temperatura y precipitación de 25 MCRs, 24 pertenecientes al proyecto Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, (CORDEX) y un modelo regional desarrollado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), para un dominio espacial que abarca la Cordillera de los Andes entre las latitudes 21°S y 47°S. Dado que la resolución espacial de los MCR varía entre 0.09° y 0.44°, las simulaciones se llevaron a una retícula común de 0.25° mediante una interpolación bilineal. La región de estudio se dividió en tres sub-regiones coherentes climática y geográficamente: Noroeste Argentino (NA), Andes Centrales (AC) y Patagonia Norte (PN). Para evaluar el desempeño de las simulaciones en un período histórico de referencia, se utilizó la base de datos CRU TS 4.07. Se calcularon diversas métricas estadísticas para seleccionar los modelos que mejor representan las características climáticas de la región y se cuantificaron los cambios proyectados de la temperatura y precipitación en base a los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 para los horizontes temporales 2026-2045, 2051-2070 y 2081-2100, relativos al período de referencia 1986-2005. Se analizaron los cambios de los valores medios y de 9 índices extremos, 5 de precipitación (R20mm, CDD, RX1, RX5 y R75p) y 4 de temperatura (TXx, TNn, SU y FD).

### 3) RESULTADOS

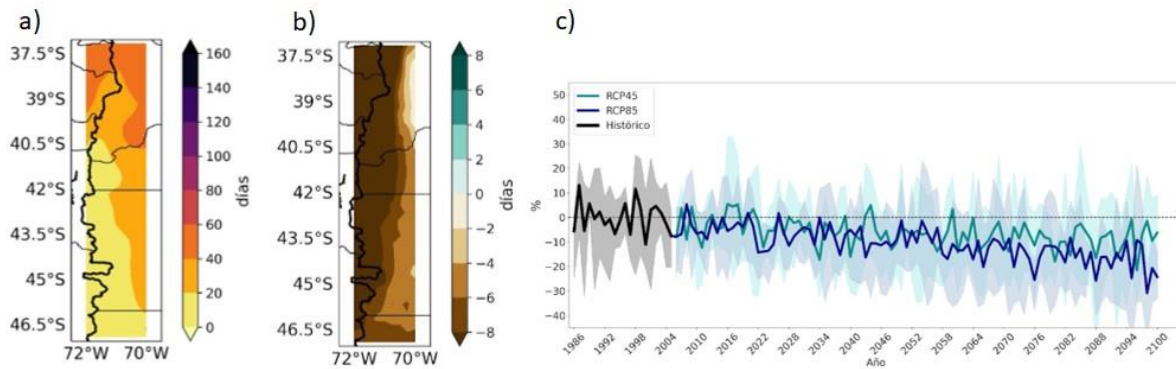
Los modelos que mejor representan la temperatura y la precipitación a lo largo de la región de estudio son: CSIRO-QCCCE-CSIRO-Mk3-6-0 (SMHI-RCA4), NCC-NorESM1-M (SMHI-RCA4), MPI-M-MPI-ESM-LR (MPI-CSC-REMO2009), CCCma-CanESM2 (SMHI-RCA4), MOHC-HadGEM2-ES (ICTP-RegCM4-3), donde se indica entre paréntesis los modelos regionales que utilizan como condiciones de contorno a los modelos globales. A partir del ensamble multi-modelo se realizó la cuantificación de los cambios proyectados en los valores medios y extremos de la temperatura y la precipitación (Figuras 1, 2 y 3). En general, se proyecta una disminución de la precipitación al sur de 30°S, la cual se intensifica considerando el escenario RCP8.5 y el horizonte temporal de fin del siglo XXI. Los cambios oscilan entre -20% a -30% (Figura 3c), lo cual se evidencia además en reducciones en los índices R20mm (Figura 2b), R75p (Figura 3b) y RX5, e incrementos en el índice CDD. En la región del NA se esperan cambios en la precipitación de entre 10% a -10% en todos los horizontes temporales y escenarios. Los cambios en los índices extremos muestran incrementos en el R20mm y CDD (Figura 1b), y una disminución del R75p.



**Figura 1.** a-b) Patrón espacial de los cambios proyectados de la temperatura media (°C) y CDD (días), respectivamente, para el horizonte temporal 2081-2100 bajo el escenario RCP8.5, c) serie temporal FD (días) bajo los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en NA.



**Figura 2.** a-b) Patrón espacial de los cambios proyectados de TXx (°C) y R20mm (días), respectivamente, para el horizonte temporal 2081-2100 bajo el escenario RCP8.5, c) serie temporal del cambio de TNn (°C) bajo los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en AC.



**Figura 3.** a-b) Patrón espacial de los cambios proyectados de SU y R75p, respectivamente, para el horizonte temporal 2081-2100 bajo el escenario RCP8.5, c) serie temporal del cambio de la precipitación media anual (%) bajo los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en PN.

En relación a la temperatura, se proyecta un calentamiento que depende fuertemente del escenario y horizonte temporal seleccionado, con los mayores incrementos proyectados en base al escenario RCP8.5 para el período 2081-2100. Además, estos incrementos presentan una dependencia de la elevación, lo cual presenta una grave amenaza para los cuerpos de hielo en la Cordillera de los Andes. En las regiones NA y AC se proyectan cambios de aproximadamente entre 1°C a 2°C y 4°C a 5°C para fin de siglo en base a los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, respectivamente. En PN los cambios son menos pronunciados, aunque alcanzarían los 4°C según el escenario RCP8.5 para fin de siglo. Los índices extremos de temperatura acompañan estos incrementos, con aumentos en los índices TXx (Figura 2a), TNn (Figura 2c) y SU (Figura 3b), y una disminución del índice FD (Figura 1c) en todas las sub-regiones, con los mayores cambios proyectados para el período 2081-2100.

#### 4) CONCLUSIONES

En base a la selección del conjunto de MCR que simulan adecuadamente las características climáticas a lo largo de la Cordillera de los Andes, se analizaron las proyecciones climáticas futuras para los valores medios y extremos de la precipitación y la temperatura. Se proyecta una disminución de la precipitación media anual principalmente al sur de 30°S, lo cual está acompañado por reducciones en los índices de extremos húmedos e incrementos en los índices de extremos secos. Asimismo, se proyecta un calentamiento sostenido a lo largo del siglo XXI, intensificado en altitud, en sintonía con un incremento en los índices extremos cálidos y una reducción en los índices extremos fríos. Esto tendrá importantes implicancias en la disponibilidad de agua, dado que una reducción en la precipitación invernal y un mayor calentamiento en zonas de mayor altura impactará directamente en el balance de masa de los glaciares, los cuales constituyen las principales reservas de agua dulce en la región. Los cambios esperados suponen una reducción en la disponibilidad hídrica regional. Teniendo en cuenta el incremento en la demanda hídrica y energética futura, los resultados plantean desafíos no solo para la gestión de los recursos hídricos regionales, sino también para la conservación de la biodiversidad andina.

#### REFERENCIAS

**Falco, M. y coautores. 2019:** Assessment of CORDEX simulations over South America: added value on seasonal climatology and resolution considerations. *Clim. Dyn.* 52(7-8): 4771-4786. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4412-z>

**Viale, M. y coautores. 2019:** Contrasting Climates at Both Sides of the Andes in Argentina and Chile. *Front. Environ. Sci.* 7:69. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00069>