

# CAMBIOS PROYECTADOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DE EVENTOS HÚMEDOS EN EL SUR DE SUDAMÉRICA

\*María Eugenia Pérez de Mendiola<sup>1,2</sup>, Josefina Blázquez<sup>1,2</sup>, Silvina Solman<sup>3,4,5</sup>

\* [mpmendiola@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:mpmendiola@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Clima Variabilidad y Extremos (CLAVE). Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), UNLP.

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>3</sup>CONICET – UBA, Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

<sup>4</sup>CNRS – IRD – CONICET – UBA, Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI)

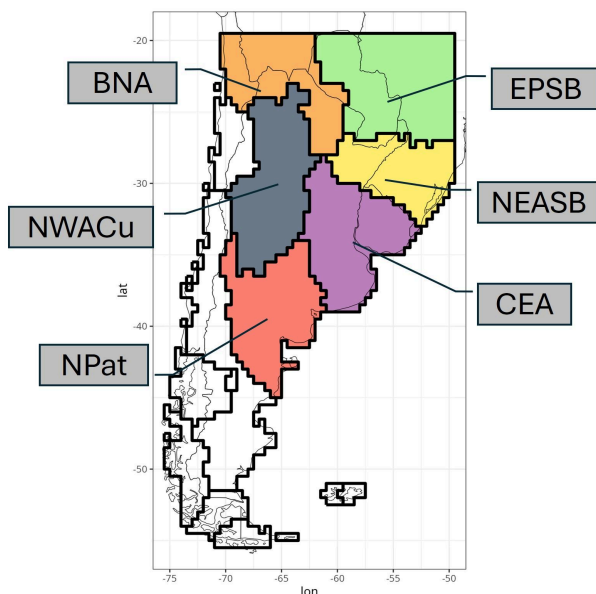
<sup>5</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), FCEN-UBA

**Palabras clave:** CMIP6, SPEI, Umbrales de calentamiento.

## 1) INTRODUCCIÓN

El sur de Sudamérica (SSA) es una vasta región con diversos regímenes de precipitación, lo que influye significativamente en sectores económicos clave como la agricultura, la ganadería, la industria y la producción de energía hidroeléctrica. Por ejemplo, la Cuenca del Plata abastece aproximadamente el 55 % de la demanda energética de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. La disponibilidad de agua y las variaciones en los patrones de precipitación desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de estas actividades, afectando directamente el balance hidrológico y la producción energética.

El análisis de condiciones húmedas es un enfoque común en el análisis climatológico e hidrológico. En una investigación reciente, Pérez de Mendiola et al. (2024) caracterizaron las condiciones húmedas en el sur de Sudamérica, definidas mediante el índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI; Vicente-Serrano et al., 2010). Su estudio caracterizó los eventos húmedos en función de su intensidad, duración y extensión espacial en distintas regiones definidas en SSA (Figura 1).



**Figura 1:** Regiones homogéneas para la ocurrencia de eventos húmedos. Las áreas sombreadas corresponden a regiones seleccionadas donde se centra el análisis. La región BNA está sombreada en naranja, la EPSB en verde, la NPat en rojo, la NWACu en gris, la CEA en morado y la NEASB en amarillo. Adaptado de Pérez de Mendiola et al. (2024).

Actualmente existe un consenso respecto al aumento en la frecuencia de eventos extremos de temperatura y precipitación, especialmente en la región sudeste de Sudamérica (IPCC, 2023).

Dado que la economía de la zona depende en gran medida de actividades vinculadas al recurso hídrico, es esencial disponer de información que permita comprender la evolución futura de estos cambios.

Además, es importante señalar que un incremento en la precipitación no implica necesariamente condiciones más húmedas de manera generalizada, ya que el aumento de la temperatura podría intensificar la evapotranspiración, lo que reduce la disponibilidad efectiva de agua. Por ello, este estudio propone analizar la variabilidad de los eventos húmedos considerando este efecto mediante el índice SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010) que, a diferencia de otros índices que solo consideran la cantidad de lluvia, tiene en cuenta la evapotranspiración potencial.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

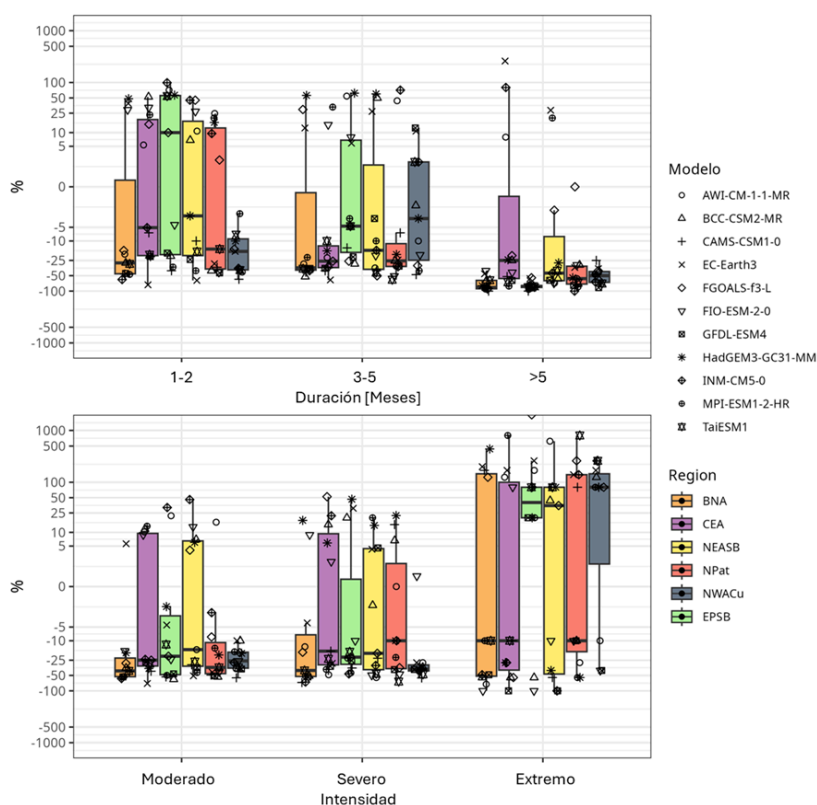
Para este estudio, se seleccionaron 11 modelos de CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) en base al análisis de Brunner et al. (2020), quienes clasificaron los modelos según su desempeño y grado de independencia. Se utilizaron datos correspondientes al período histórico (1979-2014) y a los escenarios de emisiones SSP2-4.5 y SSP5-8.5 para el período 2015-2100.

Todos los modelos fueron ajustados a una retícula común de resolución  $1^\circ \times 1^\circ$ . A partir de estos datos, se calculó el SPEI en escalas temporales de 3 y 12 meses (SPEI3 y SPEI12, respectivamente). Se consideró una condición húmeda cuando  $SPEI3 > 1$  y  $SPEI12 > 0$  de manera simultánea en un punto de la retícula.

Para determinar la extensión y la intensidad de los eventos húmedos, se incorporaron criterios de continuidad espacial y temporal, siguiendo la metodología propuesta por Pérez de Mendiola et al. (2024). El análisis se realizó sobre las seis regiones homogéneas identificadas en dicho estudio (Figura 1).

Finalmente, se evaluaron los cambios proyectados para los umbrales de calentamiento de  $2^\circ\text{C}$  y  $3^\circ\text{C}$  en comparación con el período histórico en términos de la duración, intensidad y extensión espacial de los eventos húmedos.

## 3) RESULTADOS



**Figura 2:** Cambio porcentual en la cantidad de eventos húmedos por año para el umbral de calentamiento de  $3^\circ$  en el escenario SSP5-8.5 con respecto al periodo histórico para distintas categorías de duración (arriba) e intensidad (abajo) de los eventos húmedos en cada región (barras de colores).

La Figura 2 muestra el cambio proyectado en la intensidad y duración de los eventos húmedos bajo un umbral de calentamiento de 3°C, según el escenario SSP5-8.5. En términos generales, la mayoría de los modelos, tomando como referencia la mediana de los boxplots de la Figura 2, predicen una reducción en la cantidad de eventos, reflejada en la disminución de la mayoría de las categorías analizadas. En particular, existe un alto consenso en la proyección de una menor frecuencia de eventos de larga duración (más de cinco meses) en todas las regiones, especialmente en la Patagonia y las regiones del oeste. Para los eventos de menor duración, aunque la mayoría de los modelos indican una disminución, el consenso es menor y algunos modelos sugieren un aumento. En particular, los eventos cortos de entre 1 y 2 meses muestran un incremento en la mayoría de los modelos para la región de EPSB.

Respecto a las intensidades, los eventos moderados tienden a disminuir en la mayoría de los modelos, con un alto consenso en las regiones de BNA, EPSB, NPat y NWACu. Se observa una disminución similar en los eventos severos, aunque con menor consenso, siendo BNA y NWACu las regiones con mayor acuerdo. Para la categoría de eventos extremos, la dispersión entre modelos es aún mayor, excepto en la región de EPSB, donde se registra un alto consenso en el aumento de su frecuencia. Con menor acuerdo, pero en la misma dirección, NWACu y NEASB también muestran una tendencia creciente en la ocurrencia de eventos húmedos extremos. Por otro lado, en BNA, CEA y NPat, la mayoría de los modelos proyectan una disminución en este tipo de eventos.

Para el umbral de 2° y para el escenario SSP2-4.5 los resultados son similares, coincidiendo el signo en la mayoría de los casos con los resultados de la Figura 2, aunque existe en general una mayor dispersión entre modelos (no se muestra).

Finalmente, se observa una reducción generalizada en el área afectada por los eventos húmedos en todas las regiones, con una mayor incidencia en las zonas del norte (no se muestra).

#### **4) CONCLUSIONES**

Las proyecciones indican una disminución general de las condiciones húmedas en el futuro, caracterizada por eventos menos frecuentes, de menor duración y con una extensión espacial reducida. Sin embargo, en algunas regiones, se prevé un aumento en la intensidad de estos eventos, lo que podría generar condiciones más extremas.

#### **REFERENCIAS**

**Brunner, L., Pendergrass, A. G., Lehner, F., Merrifield, A. L., Lorenz, R. y Knutti, R. 2020:** Reduced global warming from CMIP6 projections when weighting models by performance and independence. *Earth System Dynamics Discussions*, 2020, 1-23.

**IPCC, 2023:** Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

**Pérez de Mendiola, M. E., Blázquez, J. y Solman, S. A. 2024:** Characterization of wet and dry periods over southern South America. *Climate Dynamics*, 62(6), 5701-5715.

**Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S. y López-Moreno, J. I. 2010:** A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.