

# Simulación de los extremos de precipitación en Sudamérica

M Florencia Iacovone<sup>1,2</sup>, Vanesa C Pántano<sup>1,2</sup>, Olga C Panalba<sup>1,2</sup>

**Resumen** En las últimas décadas las investigaciones sobre el impacto de los eventos climáticos extremos han aumentado debido a sus efectos en los ecosistemas, la agricultura y la disponibilidad de agua. Por ello, este trabajo analiza el rendimiento de los modelos climáticos globales (MCG) de la Fase 6 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6) para simular dos índices climáticos de precipitaciones extremas: máxima cantidad de días consecutivos húmedos y secos (CWD y CDD respectivamente) en Sudamérica (SA) en el trimestre OND para el período 1981-2010. Existe una gran dispersión entre los modelos al representar los índices extremos, lo cual se hace evidente al analizar el sesgo del conjunto de modelos. En términos generales, hay una tendencia a sobrestimar las rachas húmedas en toda la región y a subestimar las rachas secas, principalmente en el norte de Sudamérica y en el centro-norte de Argentina. Estos resultados son importantes como un primer paso para analizar los MCG a escala regional y en trabajos futuros para comprender mejor las proyecciones de cambio climático en términos de extremos climáticos.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de eventos extremos es de gran interés científico y social. Muchos trabajos han demostrado que en los últimos años los extremos climáticos (olas de calor, inundaciones, sequías, entre otros) son más frecuentes y con mayor impacto. En Sudamérica (SA), algunas investigaciones muestran un incremento de los extremos de precipitación a escala regional. Se han realizado diversos trabajos que avalúan la simulación de extremos climáticos a escala global a partir de los Modelos Climáticos Globales (MCGs) que participan de la fase 6 del Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados (CMIP6; [Eyring et al. \(2016\)](#)). Sin embargo, aún hay pocos trabajos que analizan su desempeño a escala regional en un análisis comparativo con las observaciones. A partir de lo expuesto, este trabajo tiene como objetivo realizar una validación de los índices extremos climáticos que representan la máxima cantidad de días consecutivos húmedos y secos (CWD y CDD respectivamente por sus siglas en inglés) en SA.

## METODOLOGÍA

El siguiente trabajo se desarrolla en SA, haciendo foco en las subregiones consideradas en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Las subregiones son: Noroeste de SA (NWS), Norte de SA (NSA), Noreste de SA (NES), Monzón de SA (SAM), Suroeste de SA (SWS), Sureste de SA (SES), y Sur de SA (SSA). El análisis se realiza en el período 1981-2010, en el trimestre octubre-diciembre (OND).

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizaron datos de precipitación diaria de ERA5 ([Hersbach et al., 2020](#)) y las salidas de precipitación diaria de 15 modelos climáticos globales pertenecientes al CMIP6. Para una mejor comparación de los resultados, las salidas de precipitación fueron interpoladas a una retícula común de  $1^\circ \times 1^\circ$ . Con los datos diarios de precipitación, se calcularon los siguientes índices extremos a escala trimestral: máxima cantidad de días consecutivos secos y húmedos (CDD y CWD respectivamente).

En una primera etapa, se calcularon los campos medios de los índices extremos para evaluar la capacidad de los modelos en reproducir la climatología. Posteriormente, se estimó el BIAS o

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y Océanos (DCAO), Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina. Email: [fiacovone@at.fcen.uba.ar](mailto:fiacovone@at.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

sesgo porcentual como una de las métricas para determinar la diferencia entre los modelos y las observaciones. Un valor de cero denota ausencia de sesgo, mientras que valores mayores a cero (menores) indican una sobreestimación (subestimación) del modelo. Ambas métricas (climatología y BIAS) fueron calculadas en SA. Además, se llevó a cabo un análisis de los índices (CWD y CDD) en las subregiones a partir de boxplots y diagramas de Taylor. Los boxplot se utilizaron para determinar la variabilidad temporal de los índices extremos, y los diagramas de Taylor para comparar la variabilidad espacial.

## **RESULTADOS**

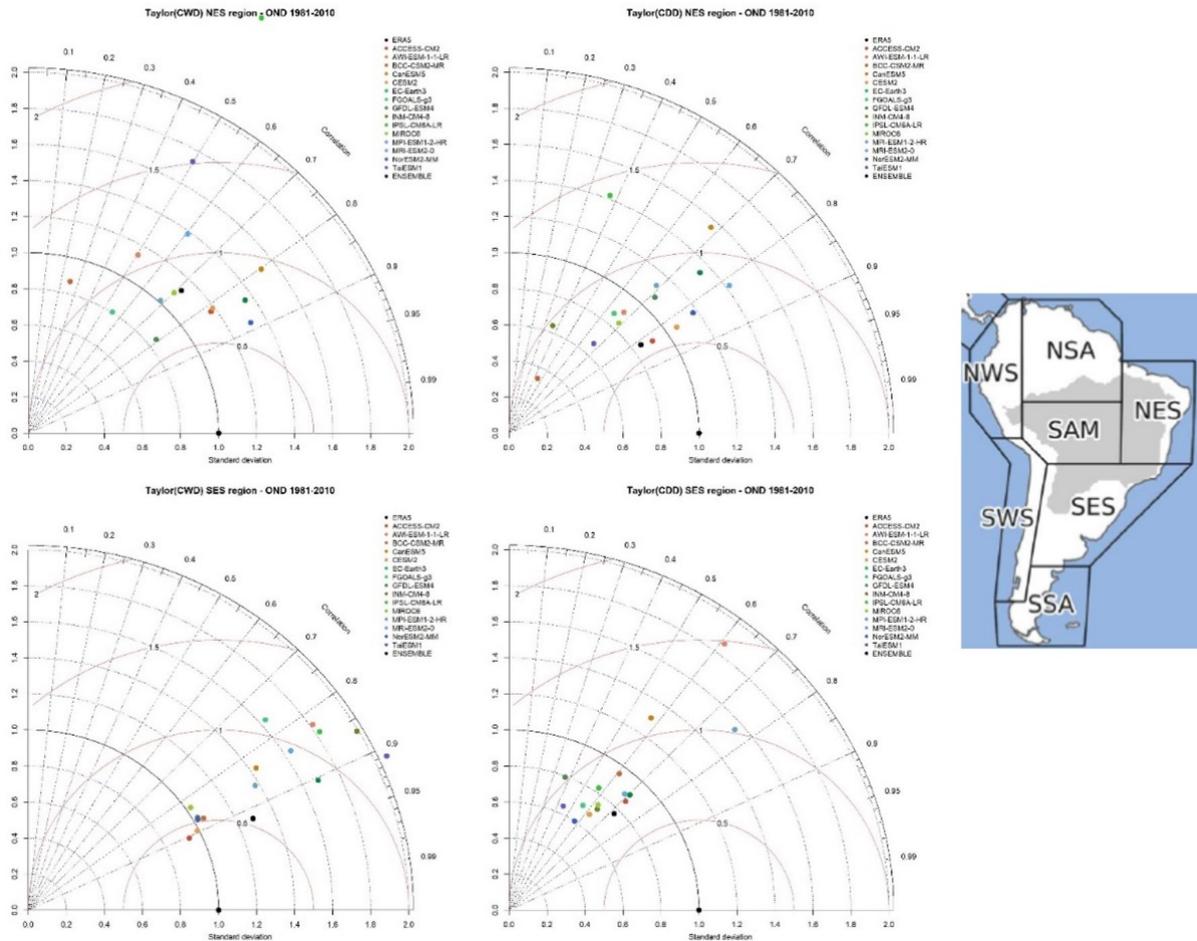
Inicialmente, se analizan los campos medios de CWD y CDD (no se muestran). Los máximos valores de CWD superiores a los 20 días se observan en el Amazonas, Perú, la subregión NWS, y el sur de Chile. Sin embargo, existe un área extendida de valores menores a 8 días en Patagonia, el este de los Andes centrales, el Desierto de Atacama, y el noreste de SA (NES). En la subregión NSA predominan los períodos secos inferiores a 20 días. Finalmente, el patrón espacial de CDD exhibe valores bajos en casi toda Sudamérica, principalmente en el centro y noroeste del continente (subregiones NSA y SES). Sin embargo, las rachas secas más largas, mayores de 30 días, se encuentran en NESB, 2 centros en el sureste de Argentina, y en la región central de los Andes desde el centro de Chile hasta el norte de Perú, que incluye el desierto de Atacama.

Por otro lado, se analizó el bias de los índices CDD y CWD del ensamble de los 15 Modelos Climáticos Globales (MCG) (no se muestra). En términos generales, el conjunto tiende a sobreestimar el índice CWD en prácticamente toda SA, con valores máximos en el norte de Brasil y la Patagonia Argentina. Esto sugiere que los MCG encuentran dificultades para representar de manera precisa los eventos extremos de precipitación en SA. Al examinar el sesgo de CDD, se aprecia una mayor variabilidad espacial. Mientras que en el centro-norte de Argentina y en el norte de SA se registran los mayores valores de sobreestimación, en la Patagonia se evidencian los mayores valores de subestimación.

A modo de ejemplo se presentan los Diagramas de Taylor (Figura 1) y los boxplots de CWD y CDD en 2 subregiones (NES y SES). En términos generales, se destaca una notable dispersión entre los modelos en comparación con los datos observados (ERA5) en ambas regiones. En la subregión NES, se aprecia una mayor variabilidad entre los modelos al representar el índice CWD, con errores que oscilan entre 0.5 y 1.5. El ensamble muestra un error inferior a 1, una correlación espacial de 0.7 y un desvío estándar inferior a 1.2. No obstante, al analizar CWD en la subregión SES, se observa una mayor agrupación de los puntos, indicando una menor dispersión entre los modelos, con correlaciones entre 0.8 y 0.9 y errores inferiores a 1.5. En cuanto al análisis de CDD, se observa que el conjunto presenta un error inferior a 1 y un desvío cercano a 0.8 en ambas regiones, junto con una correlación de 0.8 (0.7) en NES (SES). Esto sugiere una menor dispersión de los modelos en la subregión SES en comparación con la subregión NES.

Finalmente, se estudiaron los boxplots correspondientes a los índices CWD y CDD en las subregiones NES y SES (no se muestran). Se destaca una notable variabilidad entre los distintos modelos. En la región NES se evidencia que, en líneas generales, los modelos no logran representar de manera adecuada las observaciones. En promedio, los modelos presentan valores medios de CWD significativamente superiores en comparación con las observaciones. En cuanto a CDD, se aprecia una mayor variabilidad en términos medios.

Al analizar la subregión SES, hay una menor variabilidad entre modelos respecto a NES. El rango intercuartil da similar en todos los modelos, con algunas diferencias en el valor de la mediana. Al analizar el ensamble, se observa que la dispersión de la serie es pequeña, no presenta valores atípicos (outliers); y en términos generales el valor de la mediana de ensamble es más cercano a la mediana de las observaciones.



**Figura 1.** Diagramas de Taylor de CWD (columna izquierda) y CDD (columna media) de las subregiones NES (panel superior) y SES (panel inferior). Subregiones de Sudamérica consideradas en los reportes del IPCC (columna derecha).

## CONCLUSIONES

Se realizó una validación de los índices de precipitación extremos: máxima cantidad de días consecutivos húmedos y secos (CWD y CDD respectivamente) en el trimestre OND para el período 1981-2010. Existe una gran dispersión entre modelos para representar los índices extremos, lo que se hace evidente al realizar el bias del ensemble.

Hay una tendencia general a sobrestimar las rachas húmedas en toda la región y subestimar las rachas secas, principalmente en el norte de SA y en el centro-norte de Argentina.

Estos resultados son importantes como primer paso para analizar y validar los MCGs a escala regional y, en un trabajo posterior, comprender mejor los resultados de las proyecciones de cambio climático en términos de extremos climáticos.

## REFERENCIAS

- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., & Taylor, K. E. (2016). Overview of the coupled model intercomparison project phase 6 (cmip6) experimental design and organization. *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937–1958. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., et al. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.