

# RELACIÓN ENTRE LOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN Y EL NIÑO MODOKI EN SUDAMÉRICA A PARTIR DE LOS MCGs DEL CMIP6

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

fiacovone@at.fcen.uba.ar. Autor/a correspondiente.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO). Universidad de Buenos Aires (UBA).

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

**Palabras clave:** extremos climáticos, ENSO, CMIP6.

## 1) INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las investigaciones sobre el impacto de los eventos climáticos extremos de precipitación han aumentado debido a sus efectos en los ecosistemas, la agricultura y la disponibilidad de agua (Sauter, 2020). Con la finalidad de anticiparse a la ocurrencia de estos eventos extremos, en las últimas décadas se realizaron diferentes estudios que permiten identificar los principales forzantes atmosféricos y oceánicos que gobiernan la variabilidad del sistema climático en diferentes escalas espaciales y temporales. Uno de los modos de variabilidad es El Niño Modoki, un patrón particular del fenómeno El Niño - Oscilación del Sur. Las anomalías positivas de precipitación en el sudeste de Sudamérica están asociadas a la fase positiva de El Niño Modoki a finales de la primavera austral (p.e. Silva Brito, 2012). Iacovone et al., (2020) encontraron que, para los modelos climáticos globales (MCGs) del CMIP5, la señal de El Niño Modoki sobre las rachas secas en Sudamérica es más intensa que la correspondiente a las rachas húmedas, durante el trimestre octubre - diciembre.

A partir de lo expuesto, el objetivo de este trabajo es analizar la habilidad de los MCGs del CMIP6 en representar la covariabilidad entre los extremos de precipitación y El Niño Modoki sobre Sudamérica (SA) a escala estacional (octubre - diciembre).

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este trabajo se utilizaron datos diarios de precipitación y mensuales de temperatura superficial del mar (SST, por sus siglas en inglés). Los mismos se obtuvieron del reanálisis ERA5 y de las simulaciones de 15 MCGs del CMIP6, para el trimestre octubre-diciembre (OND), del período 1981-2010. Esta investigación se desarrolla en SA, con especial interés en dos subregiones: (1) Norte de SA (NSA: 5°N – 50°W / 8°S – 65°W) y (2) Sudeste de SA (SESA: 25°S–50°W/37°S–62°W). Las subregiones fueron seleccionadas debido a sus características climáticas y el impacto de los extremos de precipitación, ya sea el medio ambiente, la salud de la población, el sector hidrológico y agrícola, entre otros.

Con los datos de precipitación se calcularon los siguientes índices extremos a escala estacional: precipitación total acumulada (PRCPTOT), precipitación total acumulada que supera el percentil 75 (R75pTOT) y máxima cantidad de días consecutivos secos (CDD). Además, con los datos de SST se calculó para cada modelo el índice El Niño Modoki Index (EMI) (Ecuación 1) representativo de El Niño Modoki, basado en Ashok et al., (2007).

$$EMI = |SSTA|_A - 0,5 * (|SSTA|_B + |SSTA|_C) \quad (1)$$

donde SSTA representa las anomalías de la SST promediadas en cada región indicada en la Figura 1.

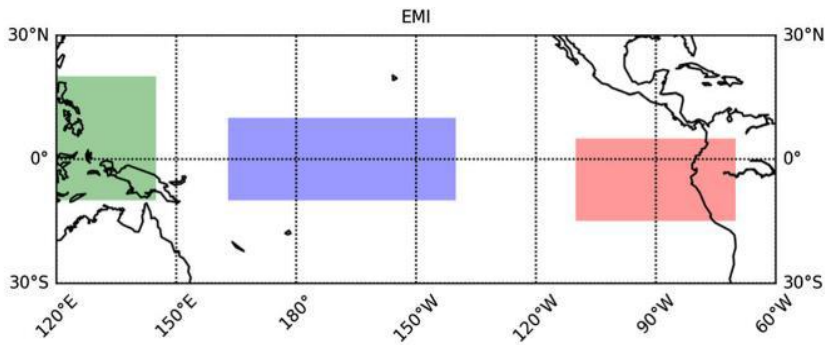


Figura 1: Áreas A (azul), B (roja) y C (verde) utilizadas para calcular las anomalías de SST del índice EMI.

Para realizar una mejor comparación entre modelos, las simulaciones de los MCGs de precipitación se regrillaron a una misma

resolución de 1° latitud x 1° longitud, utilizando el método de interpolación bilineal (Accadia et al., 2003). Luego, una vez obtenidos los índices de precipitación extrema y el EMI, se calculó la correlación de Spearman (Wilks, 2011) a escala estacional entre ellos, y se estudió su significancia a partir del test de Student, a dos colas, con un nivel de confianza del 95%. Para ello se filtró previamente la tendencia lineal de cada índice tanto de precipitación como de circulación, a través de mínimos cuadrados, para evitar las correlaciones espurias. Una vez aplicada esta metodología se realizó el promedio de las correlaciones de los MCGs para obtener el ensamble multimodelo. Por último, se calcularon los composites tanto para los datos de ERA5 como para el ensamble multimodelo.

### 3) RESULTADOS

La señal del EMI en los índices de precipitación, considerando los datos de ERA5 (Figura 2, panel superior), muestra, en general, valores positivos y significativos de correlación entre EMI-PRCPTOT y EMI-R75pTOT en SESA y en la Patagonia Argentina. Las correlaciones negativas y significativas se observan en el NSA. Esto lo que indica es que la fase positiva del EMI está asociada a mayor precipitación acumulada y de mayor intensidad en la subregión. Por otro lado, la correlación EMI-CDD presenta valores positivos y significativos en NSA. La señal opuesta, con valores negativos y significativos, se muestra en SESA y en el sur de Argentina, sugiriendo períodos secos más largos durante anomalías frías en el Océano Pacífico ecuatorial central.

Al analizar el ensamble multimodelo (Figura 2, panel derecho) se observa que estos resultados son consistentes con los patrones de correlación de ERA5, aunque la señal es más débil, ya que las regiones significativas son despreciables. Sin embargo, si bien la intensidad de la señal del ensamble multimodelo es inferior respecto a lo encontrado para ERA5, es importante resaltar que el ensamble simula adecuadamente los patrones de correlación.

El análisis de los composites (no se muestran) de ERA5 muestra que las anomalías positivas de PRCPTOT y R75pTOT superan los 80mm bajo la fase positiva del EMI en el SESA, y anomalías negativas inferiores a los 60mm si se considera la fase negativa. Respecto a CDD, se observa que hay mayor variabilidad en todo SA. De manera similar a las correlaciones, los composites del ensamble multimodelo, se encuentra que la señal es menos intensa pero sigue presentando el mismo signo de anomalías.

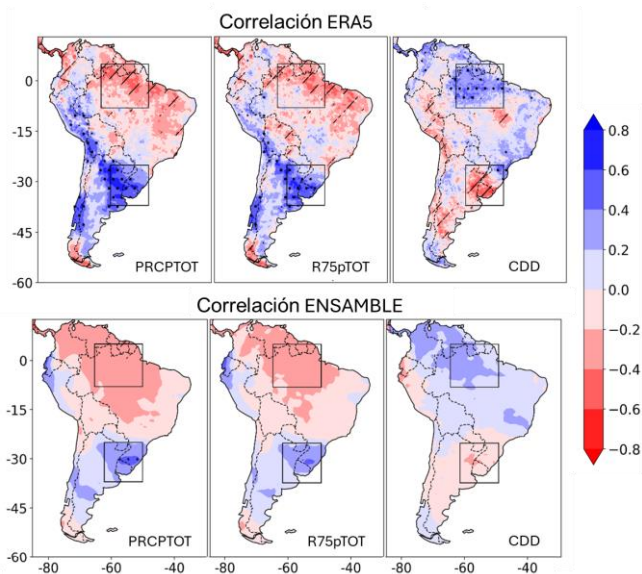


Figura 2: Correlación entre EMI y los extremos de precipitación, para ERA5 (panel superior) y para el ensamble multimodelo (panel inferior).

#### 4) CONCLUSIONES

Con el fin de proporcionar información útil a los servicios climáticos regionales, es importante evaluar la señal de diferentes forzantes climáticos asociados con los eventos extremos climáticos. Este trabajo se focalizó en el análisis de la covariabilidad entre los extremos de precipitación y El Niño Modoki, en el trimestre OND del periodo 1981-2010, a partir de las salidas de los MCGs del CMIP6.

Los resultados obtenidos mostraron que los MCGs simulan la covariabilidad entre los índices de precipitación extrema y el EMI. Es decir, que existe una coherencia con los patrones observados en ERA5. Sin embargo, presentan una señal más débil debido a una menor cantidad de regiones con significancia estadística. Por otro lado, en cuanto a los composites se encontró que, aunque la magnitud de las anomalías es menor, se conserva el mismo patrón de respuesta, indicando que los modelos reproducen correctamente la señal, aunque de forma atenuada.

#### REFERENCIAS

**Accadia, C., Mariani, S., Casaioli, M., Lavagnini, A., y Speranza, A., 2003:** Sensitivity of precipitation forecast skill scores to bilinear interpolation and a simple nearest-neighbor average method on high resolution verification grids. *Weather Forecast* 18(5):918–932.

**Ashok, K., Behera, S., Rao, S., Weng, H., y Yamagata, T., 2007:** El Niño Modoki and its possible teleconnection, *Journal of Geophysical Research*.112, C11007.

**Iacovone, M. F., Pántano, V. C., y Penalba, O. C., 2020:** Consecutive dry and wet days over South America and their association with ENSO events, in *CMIP5 simulations. Theoretical and Applied Climatology*, 142(1), 791-804.

**Sauter, T., 2020:** Revisiting extreme precipitation amounts over southern South America and implications for the Patagonian Icefields. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(4), 2003-2016.

**Silva Brito, A., 2012:** El niño y el niño modoki impacts on south american rainfall (Doctoral dissertation, UNSW Sydney).

**Wilks, D. S., 2011:** *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-384719-5.00001-1.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de los proyectos UBA 20020220200111BA y PIP 2021/2023 11220200100333CO, financiado por el CONICET.