

EVALUACIÓN DE MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES CMIP6 PARA REPRESENTAR LA PRECIPITACIÓN EN ARGENTINA

Ana Belén Sánchez Schütze^{1,2,3*}, Malena S. Lozada Montanari^{1,2,3}, Inés Camilloni^{1,2,3},
Rafael Seoane⁴

*Contacto: anii.sanchez@hotmail.com

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina.

²CONICET-Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

³CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

⁴Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA). Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

En este estudio se evalúa la habilidad de 22 modelos climáticos globales del CMIP6 en representar la precipitación, en escala mensual y anual, en Argentina y en particular en el área metropolitana de Buenos Aires, durante el período histórico 1961-2000. El objetivo es detectar si hay subestimaciones o sobrestimaciones en los resultados obtenidos de los modelos y del ensamble respecto de los valores observados en diferentes regiones de Argentina.

Palabras clave: variabilidad espacial, *Bias*, cambio climático, área metropolitana de Buenos Aires.

1) INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una de las problemáticas más relevantes que el mundo está enfrentando en los últimos tiempos. El aumento de la temperatura global, respecto de valores pre-industriales, sigue en crecimiento y se espera que alcance 1,5°C para 2030-2052. Como consecuencia del calentamiento global, se esperan cambios en los ecosistemas, derretimiento de hielos, aumento del nivel del mar, cambios en el ciclo hidrológico y en los patrones de precipitación: precipitaciones extremas en algunas regiones, y sequías o déficit de lluvias en otras (IPCC 2021). La precipitación es una de las variables climáticas más relevantes para el desarrollo de las actividades humanas. Desde 1960, se ha observado que las lluvias anuales están aumentando en el centro-este de Argentina (Barros et al. 2008; Saurral et al. 2016) mientras que el incremento en la frecuencia de precipitaciones extremas en algunas regiones del país favorece la ocurrencia de inundaciones (Carril et al. 2016). Por otro lado, la gran variabilidad interanual genera la ocurrencia de periodos de déficit de precipitaciones y sequías en algunas zonas (Penalba and Rivera 2016a; Sgroi et al. 2020). Los cambios en la precipitación ya son evidentes y se espera que continúen en el futuro (IPCC 2021). Estos cambios implicarían riesgos en el sector agropecuario, peligro de incendios forestales, impactos en el sector energético e industrial, cambios en la calidad del agua y la salud, problemáticas de infraestructura frente a inundaciones, aparición de enfermedades, entre otras consecuencias. El objetivo de este trabajo es estudiar y analizar cómo diversos modelos climáticos globales representan la precipitación histórica en Argentina y en particular en el área metropolitana de Buenos Aires.

2) MÉTODOS

2.1) Región de estudio

Se analizó la precipitación acumulada anual media en Argentina en forma integral y en el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) (-34°S, -35°S, -58°O, -59°O).

2.2) Base de datos utilizada

Se utilizó la base de datos observados compilada por Climate Research Unit (CRU) en la versión 4.04, que dispone de valores mensuales en una grilla de 0.5° lat × 0.5° lon desde 1901 hasta 2018. En cuanto a la elección de los MCGs se utilizaron modelos del Coupled Model Intercomparison Project 6 (CMIP6) que cuentan con información completa de datos mensuales y diarios de precipitación, para el periodo 1961-2000 definido como período histórico y para los escenarios futuros (SSP1.26, SSP2.45, SSP3.7 y SSP5.85). De esta manera, quedaron seleccionados 22 modelos. Si bien en este trabajo se analiza únicamente el periodo histórico, la elección se realizó con el objetivo de poder avanzar con el análisis de la precipitación, en distintas escalas temporales y en diversos escenarios futuros.

2.3) Interpolación y cálculo del *Bias*

Una vez seleccionados los modelos, se realizó una interpolación conservativa de primer orden para que las estimaciones de los modelos coincidan con la grilla de los datos observados. Luego, para avanzar con el análisis del desempeño de cada modelo, se estimó el *Bias* de cada uno de ellos y del ensamble respecto de los datos observados de la siguiente manera:

$$\text{Bias de precipitación} = PP_{\text{modelos}} - PP_{\text{observada}} \quad (1)$$

donde PP hace referencia a la precipitación.

3) RESULTADOS

3.1) Análisis espacial de la precipitación en Argentina

La figura 1 muestra la distribución espacial de la precipitación acumulada anual media para el periodo histórico, utilizando datos observados de la base de datos CRU TS 4.04. Se observa un gradiente sudoeste-noreste con precipitaciones mínimas en el sudoeste y máximas que superan los 2000mm/año en el noreste. En particular sobre el área metropolitana de Buenos Aires, el acumulado anual medio durante el periodo histórico es de 1045mm/año.

La figura 2 muestra el *Bias* de los 22 modelos climáticos globales y del ensamble de la precipitación acumulada anual media donde los valores positivos (negativos) representados en color azul (naranja) indican una sobrestimación (subestimación) de la precipitación del modelo respecto a los datos observados. En general los modelos tienden a sobrestimar la precipitación en la Patagonia, la zona de Cuyo y el Noroeste Argentino, mientras que en general subestiman las lluvias en el Noroeste y la zona Pampeana. Las excepciones a este desempeño son los modelos ACCESS-CM2, EC-Earth3, EC-Earth3-Veg que tienden a sobrestiman la precipitación en casi la totalidad del territorio argentino. Teniendo en cuenta los resultados de las figuras 1 y 2, se puede concluir que, en las zonas de menores precipitaciones observadas, la mayoría de los modelos sobrestiman la precipitación mientras que, en las zonas más húmedas de Argentina, los modelos estiman precipitaciones menores.

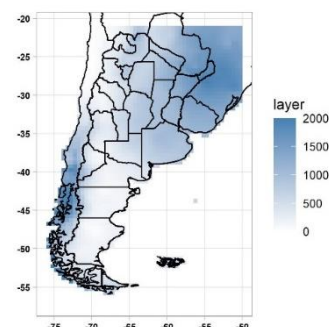


Figura 1. Distribución espacial de la precipitación media acumulada anual (en mm) para el periodo 1961-2000.

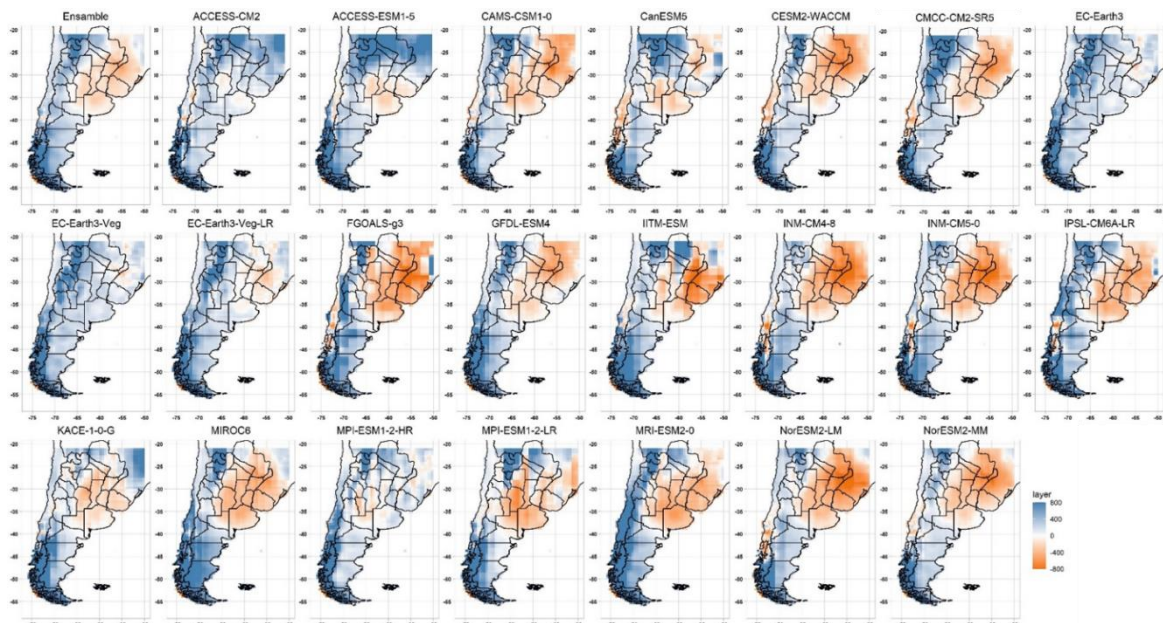


Figura 2. Distribución espacial de los *Bias* de la precipitación acumulada anual para los 22 modelos analizados y para el ensamble, en el periodo 1961-2000.

3.2) Análisis temporal de la precipitación en el AMBA

La figura 3 muestra las marchas anuales de precipitación acumulada mensual media para la zona de AMBA. En general los resultados que se obtienen de los modelos y del ensamble muestran una subestimación de la precipitación en esta zona, aunque la mayoría representa adecuadamente los meses donde se da la ocurrencia de las precipitaciones máximas y mínimas. A modo de ejemplo, el ensamble tiene un coeficiente de correlación de 0,92 respecto de los datos observados CRU, aunque el acumulado anual promedio es de 858mm/año mientras que el de los datos observados es de 1045mm/año. Además del ensamble, otros cuatro modelos (CESM2-WACCM, CMCC-CM2-SR5, IPSL-CM6A-LR, MIROC6) mostraron coeficientes de correlación altos (mayores a 0,9), aunque todos ellos subestiman hasta un 34% las precipitaciones anuales acumuladas en esta región.

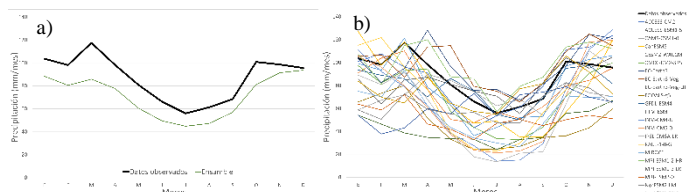


Figura 3. a) Ciclo anual medio de precipitación (en mm) para el ensamble y los datos observados (línea negra gruesa), en el periodo histórico 1961-2000. **b)** Lo mismo que a) pero para los 22 modelos analizados y los datos observados.

REFERENCIAS

- Barros, V.R., Doyle, M.E., & Camilloni, I.A. (2008).** Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, 93(1), 19-33.
- Carril, A.F., Cavalcanti, I.F., Menendez, C.G. et al (2016).** Extreme events in the La Plata basin: a retrospective analysis of what we have learned during CLARIS-LPB project. *Climate Research*, 68(2-3), 95-116.
- IPCC, 2021:** Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001.
- Penalba O.C., Rivera J.A. (2016).** Precipitation response to El Niño/La Niña events in Southern South America – emphasis in regional drought occurrences. *Advances in Geosciences*, 42, 1-14.
- Saurral, R.I., Camilloni, I.A., & Barros, V.R. (2017).** Low-frequency variability and trends in centennial precipitation stations in southern South America. *International Journal of Climatology*, 37(4).
- Sgroi, L.C., Lovino, M.A., Berbery, E.H., & Müller, G.V. (2020).** Characteristics of droughts in Argentina's Core crop region. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 25, 2475–2490.