



## Evaluación de Modelos Climáticos Regionales para representar la precipitación en la provincia de Buenos Aires

César Augusto Suaza Vargas<sup>1</sup>, Cristian Guevara Ochoa<sup>2</sup>, Eleonora Demaria<sup>3</sup>,  
Ramiro Sarandón<sup>1</sup>, Ana María Pinilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Maestría en Ecohidrología

<sup>2</sup>Instituto de Hidrología de Llanuras “Dr. Eduardo J. Usunoff” – República de Italia 780 (B7300), Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Southwest Watershed Research Center USDA-ARS – 2000 E. Allen Road, Tucson, AZ 85719, USA.  
Email: cesarsuaza5@gmail.com

### RESUMEN

El análisis del impacto del cambio climático en los ecosistemas acuáticos pampeanos requiere contar con modelos climáticos regionales (RCMs) que representen las características de la precipitación observada. El objetivo de este estudio es evaluar el desempeño de seis RCMs del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 para representar la distribución espacio-temporal de la precipitación en la provincia de Buenos Aires. Para evaluar el desempeño de los distintos RCMs se comparó la intensidad de la precipitación y la probabilidad de día húmedo en quince estaciones meteorológicas por un periodo de 35 años (1970-2005). Se encontró que los RCMs CCSM4 y MRI-C6CM3 obtuvieron mejores rendimientos para simular la precipitación observada. Se sugiere el uso de estos RCMs debido a que presentan menor incertidumbre para la evaluación futura del cambio climático en la región pampeana.

Palabras claves: CAMBIO CLIMÁTICO - CMIP5 - MODELOS CLIMÁTICOS REGIONALES.

### Introducción

Según el IPCC (2014) uno de los principales impactos del cambio climático a nivel mundial serán las alteraciones en la intensidad y distribución espacial de las precipitaciones, aumentando la severidad y la frecuencia de los extremos hídricos. Esto plantea riesgos futuros para la viabilidad ecológica de las grandes llanuras (Parton et al., 2007). Los ecosistemas acuáticos como humedales, lagos, arroyos y acuíferos ubicados en la región pampeana, considerada una de las llanuras más extensas del planeta, son altamente dinámicos y responden a las fluctuaciones climáticas extremas (Covich et al., 1997; Guevara, 2019).

Para el análisis del impacto del cambio climático actualmente se utilizan Modelos Climáticos de Circulación General (GCMs) (Flato et al., 2013). Estos GCMs debido a su baja resolución espacial presentan limitaciones para el análisis del impacto climático a escala regional-local (Wood et al., 2004). Por consiguiente, es necesario realizar una reducción de escala a estos GCMs, mediante métodos estadísticos, lo cual proporciona simulaciones más detalladas para una zona específica. Estos modelos son conocidos como modelos climáticos regionales

(RCMs) y permiten analizar el impacto del cambio climático a una escala local. (Schmidli et al., 2006). Uno de los inconvenientes de los RCMs es la incapacidad para representar la intensidad de la precipitación y la probabilidad de día húmedo (Teutschbein et al., 2012). Por consiguiente, es necesario evaluar el rendimiento de diferentes RCMs para representar las condiciones climáticas actuales en la provincia de Buenos Aires y de esta manera elegir los RCMs que presentan menor incertidumbre para la evaluación futura del cambio climático. Según los estudios de Barros et al., 2014 y Maenza et al., 2017, los GCMs que obtuvieron el mejor desempeño para simulación de la precipitación en Argentina fueron los modelos climáticos CCSM4, CSIRO-MK3-6-0, IPSL-CM5A-LR, MPI-ESM-LR, MRI-C6CM3 y NOREM1-M. Por lo cual se comparan estos modelos a escala regional y de esta manera elegir los más adecuados para la evaluación futura del cambio climático en la región pampeana

### Materiales y Métodos

En esta sección primero se describe la ubicación de la zona de estudio y las estaciones meteorológicas analizadas. Luego se presenta

los RCMs analizados y finalmente se detalla las variables de precipitación analizadas.

**Zona de estudio**

Este estudio se realizó en la Provincia de Buenos Aires, ubicada en el centro-este de Argentina. Para evaluar el rendimiento de los RCMs se usaron los datos de precipitación diaria de quince estaciones meteorológicas distribuidas en la provincia de Buenos Aires durante un periodo de 35 años (1970-2005).



Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio y distribución espacial de las estaciones meteorológicas.

**Modelos climáticos regionales (RCMs)**

En este estudio se utilizaron los datos diarios de precipitación de seis RCMs (Tabla 1), obtenidos del proyecto de la NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP) y tienen una resolución espacial de 0.25° (Thrasher et al., 2015).

Tabla 1. Modelos climáticos regionales del CMIP5 evaluados en este estudio.

MODELOS	
1	CCSM4 (NCAR, USA)
2	CSIRO-MK3-6-0 (CSIRO y QCCE, Australia)
3	IPSL-CM5A-LR (IPSL, Francia)
4	MPI-ESM-LR (MPIM, Germany)
5	MRI-C6CM3 (MRI, Japan)
6	NORES1-M (NCC, Norway)

Para evaluar la capacidad de los RCMs para representar la precipitación, se analizó la

probabilidad de día húmedo (PDH) y la intensidad de la precipitación (IP). El cálculo de estas variables se presenta a continuación:

$$PDH = \frac{dP > 0}{td}$$

Donde:

$dP > 0$  = días con precipitación mayor a 0 mm por mes  $i$ .

$td$  = Total de días por mes  $i$ .

$$IP = \frac{Pma}{dP > 0}$$

Donde:

$Pma$  = Precipitación mensual acumulada por mes  $i$ .

$dP > 0$  = Días con precipitación mayor a 0 mm por mes  $i$ .

**Resultados y Discusión**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en este estudio. Primero se presenta la comparación de la probabilidad de día húmedo promedio mensual (Fig.2) y luego la intensidad de precipitación promedio mensual (Fig.3) para las quince estaciones meteorológicas con respecto a los seis RCMs analizados.

Según los resultados se encontraron diferencias importantes en la capacidad de cada uno de los RCMs para representar la precipitación mensual observada para el periodo de 1970 al 2005. En cuanto a la PDH los seis RCMs evaluados muestran una sobrestimación para todos los meses del año. A diferencia de la IP en la cual todos los RCMs analizados presentaron subestimación. Al comparar los diferentes modelos climáticos regionales, el CCSM4 y MRI-C6CM3 presentaron los mejores rendimientos para representar la variación espacio-temporal de la PDH e IP en las 15 estaciones meteorológicas analizadas.

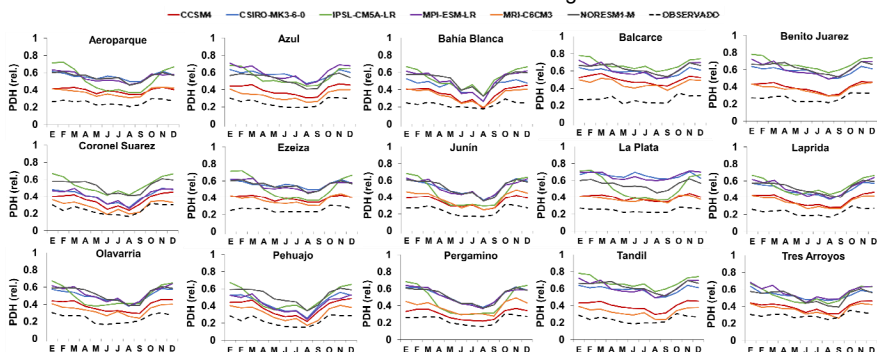


Fig. 2. Comparación de la probabilidad de día húmedo promedio mensual calculada para las 15 estaciones meteorológicas con respecto a los seis RCMs analizados.

Los seis RCMs presentan bajos ajustes de PDH e IP principalmente para los periodos de primavera-verano, debido a que para estas épocas se presentan precipitaciones de alta intensidad y corta duración, a diferencia de otoño-invierno que presenta un mejor ajuste lo cual se debe a que para estos periodos se presentan precipitaciones de baja intensidad, pero larga duración. Hacia el noreste de la provincia de Buenos Aires, donde se presenta un régimen de precipitación mayor el RCM CCSM4 presentó los mejores ajustes de PDH e IP con respecto a los datos observados de las estaciones (Pergamino, Junín, La Plata, Aeroparque y Ezeiza). Por otro lado, para la

zona centro y suroeste de la provincia donde el régimen de precipitaciones es menor, el modelo MRI-C6CM3 mostro un mejor ajuste de PDH e IP con base a los valores observados de las estaciones (Tandil, Balcarce Coronel Suarez, Azul, Olavarría y Bahía Blanca). El RCM CSIRO-MK3-6-0 presento un ajuste adecuado hacia suroeste de la provincia, mientras hacia el noreste no logro buena representación de la PDH e IP; caso contrario ocurrió con el RCM IPSL-CM5A. El RCM NORESM1-M a pesar que reproduce el ciclo estacional de la precipitación en todas las estaciones analizadas, no logró representar de manera adecuada la PDH y la IP.

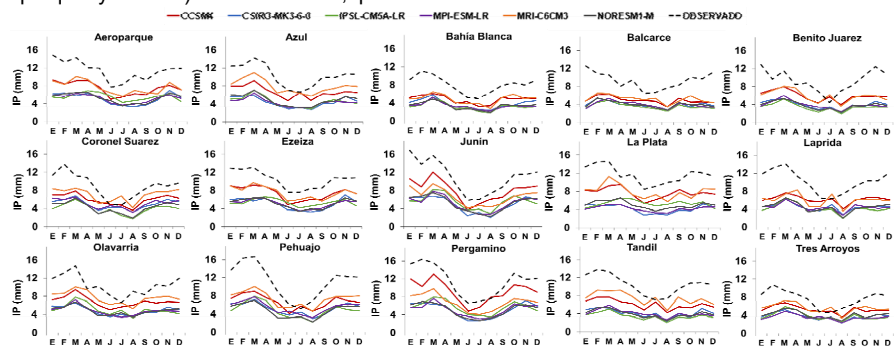


Fig. 3. Comparación de la intensidad de la precipitación promedio mensual calculada para las 15 estaciones meteorológicas con respecto a los seis RCMs analizados.

## Conclusiones

Por medio de este estudio se concluye que los RCMs CCSM4 y MRI-C6CM3 presentaron el mejor rendimiento para la representación de la distribución espacio-temporal de la probabilidad de día húmedo y la intensidad de la precipitación para la provincia de Buenos Aires. Se sugiere el uso de estos RCMs para la evaluación futura del cambio climático en la región pampeana.

## Referencias

Covich A.P., Fritz S.C., Lamb P.J., Marzolf R.D., Matthews W.J., Poiani K.A. y Winter T.C. 1997. Potential effects of climate change on aquatic ecosystems of the Great Plains of North America. *Hydrological Processes*. 11(8), 993-1021.

Flato G., Marotzke J., Abiodun B., Braconnot P., Chou S.C., Collins W. y Forest C. 2013. Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Guevara-Ochoa C. 2019. Una metodología para el análisis de los patrones espacio temporales de la interacción entre aguas superficiales y subterráneas en áreas de llanura bajo escenarios de cambio climático. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, 1-178.

IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 151). Ippc.

Lovino M.A., Müller O.V., Müller G.V., Sgroi L.C. y Baethgen W.E. 2018. Interannual-to-multidecadal hydroclimate variability and its sectoral impacts in northeastern Argentina. *Hydrology and Earth System Sciences*. 22(6), 3155-3174.

Maenza R.A., Agosta E.A. y Bettolli M.L. 2017. Climate change and precipitation variability over the western 'Pampas' in Argentina. *International Journal of Climatology*, 37, 445-463.

Parton, W. J., Gutmann, M. P., y Ojima, D. (2007). Long-term trends in population, farm income, and crop production in the Great Plains. *BioScience*. 57(9), 737-747.

Schmidli J., Frei C. y Vidale P.L. 2006. Downscaling from GCM precipitation: a benchmark for dynamical and statistical downscaling methods. *International Journal of Climatology*, 26(5), 679-689.

Teutschbein C. y Seibert J. 2012. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *Journal of Hydrology*, 456, 12-29.

Thrasher B. y Nemani R. 2015. Nasa earth exchange global daily downscaled projections (nex-gddp). Van Vuuren DP, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hurtt GC, Kram T, Krey V, Lamarque JF, et al.(2011): The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(5).

Barros V., Vera C., Agosta E., Araneo D., Camillioni I., Carril A.F. y Penalba O. 2014. Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina.

Wood A.W., Leung L.R., Sridhar V., Lettenmaier D.P. 2004. Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs. *Climatic change*, 62(1-3), 189-216.