

VARIABILIDAD ESPACIAL DEL SESGO DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS CMIP6 EN SERIES DE TEMPERATURAS PARA SUBREGIONES CLIMÁTICAS DE LA ARGENTINA

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

malena.lozada@cima.fcen.uba.ar

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.

Palabras Clave: cambio climático, validación espacial, extremos

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la habilidad de un conjunto de modelos climáticos de CMIP6 para representar las temperaturas máximas, mínimas y medias observadas en Argentina y en cuatro subregiones del país (Andes, Centro, Litoral y Patagonia) en el período histórico 1961-2000. Se cuantifica el bias espacial de las simulaciones de modelos climáticos bajo la hipótesis de que estos son estacionarios.

1) INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los mayores desafíos que enfrenta hoy en día la humanidad. De acuerdo con el último reporte del IPCC AR6 (IPCC, 2021) la temperatura media superficial global ha alcanzado un incremento del 1.09°C con respecto al periodo 1850-1900. Las temperaturas extremas han aumentado, lo que se traduce en un aumento de la intensidad y frecuencia de olas de calor y otros eventos relacionados a mayores temperaturas. En este contexto los impactos negativos del cambio climático se verán exacerbados con repercusiones directas sobre la salud y el bienestar, la contaminación del aire y la calidad del agua, etc. Por lo tanto, es necesaria la generación de escenarios climáticos futuros de las condiciones térmicas para Argentina que contribuyan con el diseño de estrategias de adaptación.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la habilidad de distintos modelos climáticos de última generación para representar las temperaturas máximas, mínimas y medias observadas. Se busca cuantificar los sesgos sistemáticos, entre las simulaciones de modelos climáticos y las series de temperaturas. La hipótesis subyacente es que las series temporales de los sesgos son estacionarias.

2) DATOS Y MODELOS CLIMATICOS

Para las observaciones se utilizó la base de datos compilada por Climate Research Unit (CRU) Time Series versión 4.05 (Harris et al, 2020) para el período 1961-2000 con una resolución de 0.5° lat x0.5° lon.. Para el trabajo con Modelos Climáticos Globales, se usaron modelos del Coupled Model Intercomparison Project 6 (CMIP6), (Eyring et al., 2016). Se utilizaron simulaciones históricas de temperatura media, máxima y mínima de

nueve modelos seleccionados en función de poseer relativamente alta resolución espacial. Para realizar los cálculos de los estadísticos, se extrapolaron todos los modelos a la misma retícula de las observaciones usando el método de interpolación de primer orden conservativo.

3) METODOLOGÍA

Para realizar una validación de los modelos utilizados se computó el *bias* siguiendo la siguiente ecuación:

$$Bias = T_{modelo} - T_{observado} \quad (1)$$

donde T representa la temperatura (media, mínima y máxima) a nivel a anual y para verano (diciembre-enero-febrero) e invierno (junio-julio-agosto). Esta métrica fue estimada para Argentina y también para las cuatro subregiones definidas en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Argentina: Andes, Centro, Litoral y Patagonia. Además, se calculó la relación entre los desvíos estándar de la temperatura anual de cada modelo (σ_{modelo}) con cada referencia observada ($\sigma_{observado}$). Asimismo se calculó la mediana y el valor del percentil 95 de los *bias* de manera de describir cuantitativamente como varían los resultados de los modelos entre las cuatro subregiones.

4) RESULTADOS

Análisis espacial de la temperatura media en Argentina

La figura 1a muestra la distribución espacial de la temperatura media anual para el período de estudio. Se observa un gradiente sudoeste-noreste, con menores temperaturas en el sur y mayores al norte. Por otra parte, la figura 1b presenta el *bias* del ensamble de la temperatura media anual. Se encuentra que el ensamble de los modelos presenta la mejor estimación, principalmente en la zona central del país.

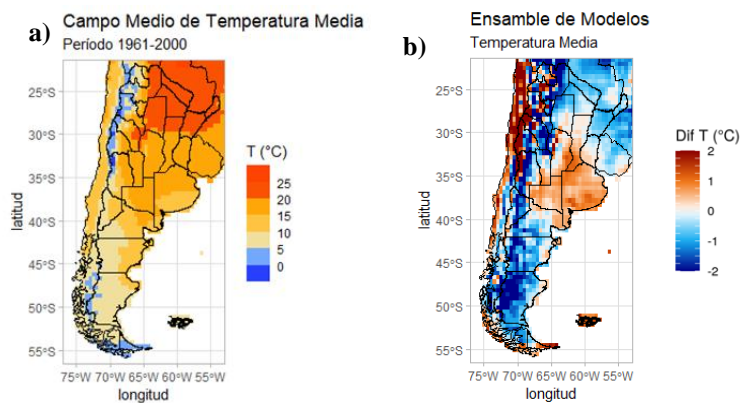
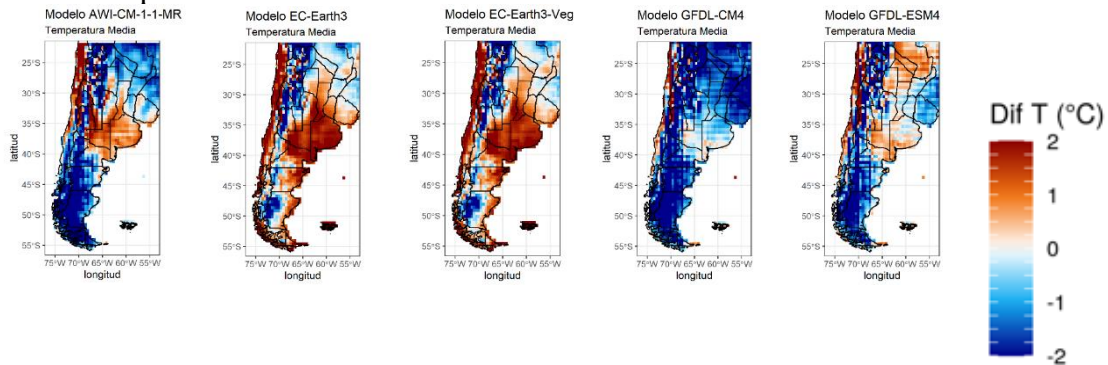


Figura 1 Distribución espacial de la temperatura media (a) y del sesgo del ensamble de los 9 modelos (b) para el período (1961-2000). Unidades: °C



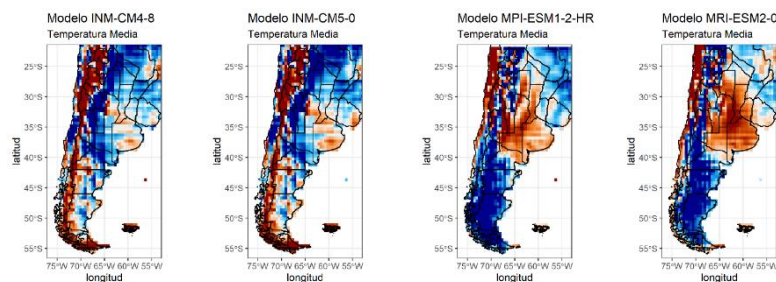


Figura 2: Distribución espacial de los *bias* de temperatura media (°C) para los 9 modelos analizados y el ensamble para el período 1961-2000.

La figura 2 muestra el *bias* de la temperatura media anual para cada uno de los modelos analizados. Los resultados obtenidos muestran, en general, una sobreestimación en las zonas del centro y este del país mientras que en otras sub-regiones hay mayor variabilidad en la habilidad de los modelos para representar las observaciones.

Comparación regional de los *bias* estimados

Las tablas I presenta la mediana y el valor del percentil 95 del *bias* de la temperatura máxima para cada una de las cuatro regiones, así como el cociente de los desvíos estándar de los promedios anuales de ambas variables derivados de los modelos y las observaciones.

Se encuentra que la mediana presenta valores negativos en todas las regiones de estudio, excepto durante el período de verano en los Andes y el Litoral; mientras que el percentil 95% se encuentra, en general, entre 2°C y 4°C. Con respecto al cociente entre los desvíos tanto la mediana como el percentil 95% muestran una sobrestimación, siendo menor en la región de la Patagonia.

Un análisis semejante realizado para la temperatura mínima muestra valores positivos (sobrestimación) de los *bias* tanto a nivel anual como estacional y entre 2°C y 4°C para el percentil 95. El cociente de los desvíos anuales presenta valores mayores a 1 indicando sobreestimación en todas las regiones excepto en la mediana de la región Litoral.

En general, se ha observado una subestimación de las temperaturas extremas estimadas por los nueve modelos analizados.

	Bias T_{verano} (°C)		Bias T_{invierno} (°C)		Bias T_{anual} (°C)		$\sigma_{T_{\text{mod}}}/\sigma_{T_{\text{obs}}}$	
	Mediana	Percentil 95%	Mediana	Percentil 95%	Mediana	Percentil 95%	Mediana	Percentil 95%
Andes	0,60	3,54	-1,66	3,99	-1,42	3,75	1,43	1,58
Centro	-0,38	2,90	-1,55	2,01	-1,18	2,58	1,48	1,74
Litoral	0,58	3,00	-0,71	2,79	-0,12	3,11	1,43	1,75
Patagonia	-0,7	3,55	-1,89	1,23	-1,58	2,25	1,08	1,27

Tabla I. Estimación de las principales métricas de comparación a través de la mediana y el percentil 95% para cada estadístico para la temperatura máxima.

REFERENCIAS:

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E., 2016: Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937-1958.

Harris, I., Osborn, T.J., Jones, P. et al, 2020: Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Sci Data* 7, 109.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA