

INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA DE LAS TENDENCIAS OBSERVADAS DE PRECIPITACIÓN EN EL SUR DE AMÉRICA DEL SUR

Leandro B. Díaz^{1,2,3}, Carolina S. Vera^{1,2,3}

ldiaz@cima.fcen.uba.ar. Leandro B. Díaz

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

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

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

Palabras clave: Atribución, Sudeste de América del Sur, Andes del Sur

1) INTRODUCCIÓN

El sur de América del Sur (SSA) es una de las regiones del mundo donde se han registrado las mayores tendencias de precipitación durante los últimos 120 años (Gulev et al., 2021). Mientras que el Sudeste de América del Sur (SESA) se ha visto afectado por un aumento notable de las precipitaciones del verano austral, se ha observado una disminución importante de las lluvias en los Andes del Sur (SAn). Las tendencias sobre estas regiones son de gran relevancia debido a los impactos de esos cambios de precipitación en las actividades socioeconómicas regionales.

A pesar de la importancia de estas tendencias para la región, aún quedan preguntas abiertas relacionadas con la atribución de estas tendencias. Trabajos previos muestran que el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero es un factor clave para explicar los cambios en ambas regiones (ej. Vera y Díaz, 2015). Sin embargo, otros forzantes de gran escala, como la disminución del ozono estratosférico o la variabilidad interna, podrían desempeñar un papel (ej. Doblus-Reyes et al., 2021). Por este motivo, el objetivo de este trabajo es evaluar la atribución a forzantes antropogénicos y naturales de las tendencias observadas en las precipitaciones del verano austral en SSA utilizando las simulaciones del Proyecto de Intercomparación de Modelos de Detección y Atribución (DAMIP, Gillett et al. 2016).

2) DATOS Y METODOLOGÍA

En este trabajo se utilizaron las simulaciones del DAMIP, pertenecientes a la sexta fase del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6, Eyring et al. 2016), para evaluar la influencia de diferentes forzantes en las tendencias observadas a largo plazo. Se consideró la precipitación de verano austral, definido como el trimestre Diciembre-Enero-Febrero (DEF). Se consideró el promedio regional de la precipitación para el período 1901-2014 en las regiones de SESA [38,75°S-26,25°S;66,25°O-56,25°O] y SAn [51,25°S-36,75°S;73,75°O-71,25°O].

Del conjunto de simulaciones de CMIP6 se utilizaron las simulaciones históricas que consideran todos los forzantes externos observados para el período histórico (historical, 13 modelos) y los siguientes experimentos del DAMIP que consideran solamente un forzante: simulaciones históricas con solo forzante naturales (hist-nat, 13 modelos), simulaciones históricas con solo forzante solar (hist-sol, 4 modelos), simulaciones históricas con solo forzante volcánico (hist-volc, 4 modelos), simulaciones históricas con solo forzante de aerosoles (hist-aer, 12 modelos), simulaciones históricas con solo forzante de gases de efecto invernadero (hist-GHG, 13 modelos), simulaciones históricas con solo forzante de ozono estratosférico (hist-stratO3, 5 modelos). Asimismo se consideró el experimento hist-noLU que contiene simulaciones históricas que no consideran cambios en el uso del suelo (5 modelos). Los modelos utilizados fueron

aquellos disponibles que tenían los experimentos utilizados. Se consideraron para cada modelo y experimento todos los miembros disponibles.

Para cada simulación (de cada miembro, modelo y experimento) se calculó la tendencia lineal a partir del método de cuadrados mínimos. Para aquellos modelos donde había varios miembros para un mismo experimento se calculó el cociente entre la tendencia promedio y el desvío estándar entre las tendencias de los distintos medios como un indicador de la relación Señal/Ruido.

3) RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran las tendencias de lluvia para SESA obtenidas a partir de las simulaciones del conjunto DAMIP. Se puede observar que la mayoría de los modelos en la simulación histórica presentan tendencias positivas de acuerdo con las observaciones, aunque en algunos casos la incertidumbre entre los miembros es grande como fue mostrado en trabajos previos (ej. Díaz et al., 2021). Para las simulaciones con solo forzantes naturales, las tendencias son casi nulas. Por otro lado, la mayoría de los modelos muestran tendencias negativas con solo el forzante de los aerosoles, aunque el número de miembros para este experimento es bajo y la mayoría de los modelos muestra una gran incertidumbre. En cambio, en el caso de las simulaciones con solo forzantes de gases de efecto invernadero, la mayoría de los modelos muestran tendencias positivas, de acuerdo con las tendencias históricas, lo que indica una influencia antropogénica en las tendencias observadas. En lo que respecta a las simulaciones con solo el forzante del ozono estratosférico, no muestran una señal clara de las tendencias de lluvia en desacuerdo con estudios anteriores. Finalmente, no hay una influencia evidente de los cambios en el uso del suelo en las tendencias de SESA.

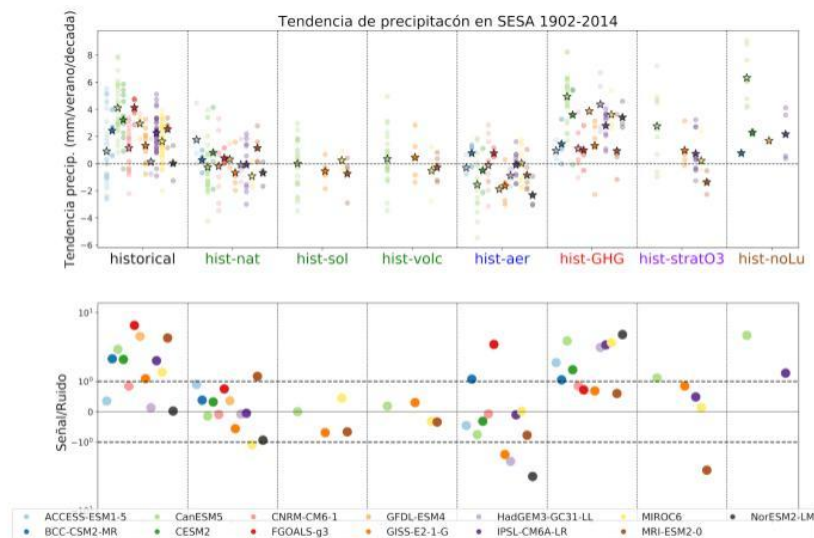


Figura 1: (panel superior) Tendencias simuladas de la precipitación de verano sobre la región de SESA para el período 1902-2014 para cada uno de los experimentos (mm/verano/década). Cada punto indica el valor de cada miembro, mientras que con una estrella se indica el promedio multi-miembro. Cada color representa un modelo distinto. (panel inferior) Relación señal/ruido para cada modelo y cada experimento.

En lo que respecta a las tendencias de precipitación sobre SAn (Figura 2), las tendencias negativas en las simulaciones históricas son mucho más consistentes que para la región de SESA. Las simulaciones que consideran solo forzantes naturales o de aerosoles muestran tendencias cercanas a cero, con una gran incertidumbre. Al igual que para el caso de SESA, la señal observada en las simulaciones con solo aumento de los gases de efecto invernadero es consistente con la señal de las simulaciones históricas. A pesar de cierta dispersión, la mayoría de los miembros y modelos en la simulación con solo forzante de ozono también muestran tendencias

negativas, lo que indica también un papel de los cambios del ozono en las tendencias de lluvia observadas. Por otro lado, la influencia del cambio de uso del suelo no es clara en estas tendencias. Se puede concluir entonces que hay influencias antropogénicas sobre las tendencias de lluvia en SAn, tanto por el aumento de los gases de efecto invernadero como por la disminución del ozono estratosférico. Por lo tanto, las tendencias de precipitación en ambas regiones estudiadas evidencian influencias antropogénicas.

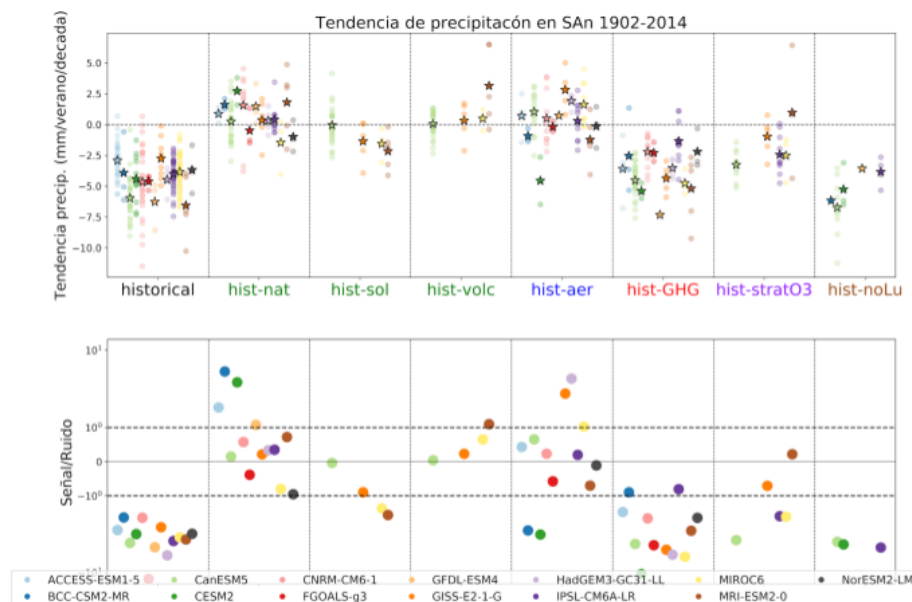


Figura 2: Ídem Figura 1 para la región de SAn.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos UBACyT20020170100428BA, CONICET-PIP11220200102038CO, PICT-2020-SERIEA-I-INVI-00540, CLIMAX de Belmont Forum/ANR-15-JCL/-0002-01.

REFERENCIAS

Díaz L.B., Saurral R.I. y Vera C. S., 2021: Assessment of South America summer rainfall climatology and trends in a set of global climate models large ensembles. *International Journal of Climatology*, 54(9–10). <https://doi.org/10.1002/joc.6643>.

Doblas-Reyes, F.J. et al., 2021: Linking Global to Regional Climate Change. 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. 1363–1512, doi:10.1017/9781009157896.012.

Eyring V. et al., 2016: Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9(5): 1937–1958. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>.

Gillett N. P. et al., 2016: Detection and Attribution Model Intercomparison Project (DAMIP). *Geoscientific Model Development Discussions, In Review*: 1–19. <https://doi.org/10.5194/gmd-2016-74>.

Gulev, S.K. et al., 2021: Changing State of the Climate System. 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. 287–422, doi:10.1017/9781009157896.004

Vera C. S. y Díaz L., 2015: Anthropogenic influence on summer precipitation trends over South America in CMIP5 models. *International Journal of Climatology*, 35(10): 3172–3177. <https://doi.org/10.1002/joc.4153>.