

POSIBLE ORIGEN DE LOS BIAS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN LOS MODELOS CLIMÁTICOS REGIONALES DE CORDEX SOBRE SUDAMÉRICA

Josefina Blázquez¹, Silvina Solman^{2,3,4}

jb lazquez@fcaglp.unlp.edu.ar. Autora correspondiente.

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP).

²UBA - FCEN, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO).

³CONICET - UBA, Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).

⁴CNRS - IRD - CONICET - UBA, IFAECI (IRL 3351 IFAECI).

Palabras clave: nubosidad, radiación de onda corta entrante, convergencia de humedad.

1) INTRODUCCIÓN

Los modelos climáticos son una herramienta fundamental para poder estudiar el cambio climático. Sin embargo, se sabe que son imperfectos, ya que utilizan aproximaciones para representar los procesos que ocurren en el sistema climático. Los errores en los modelos provienen de diferentes fuentes, las parametrizaciones, la discretización de las ecuaciones, la resolución espacial, las condiciones iniciales, las condiciones de borde (en el caso de modelos regionales), entre otros factores. Algunos de estos errores son sistemáticos, es decir ocurren regularmente y son denominados bias. Boberg y Christensen (2012) encontraron que estos errores son dependientes de la intensidad, y que los modelos con mayores bias muestran mayores señales de cambio climático.

En la literatura hay varios trabajos que analizan los bias en los modelos climáticos sobre Sudamérica, especialmente de temperatura y precipitación (Solman 2016; Llopart et al. 2017, entre otros). Sin embargo, el posible origen de estos bias no está abordado en detalle para Sudamérica. El conocimiento del posible origen de los bias podría ayudar a mejorar las simulaciones y por lo tanto producir proyecciones de cambio climático más confiables.

En este trabajo se propone estudiar los errores sistemáticos de temperatura y precipitación de un conjunto de modelos regionales sobre Sudamérica. Además, a partir de la identificación de regiones con máximos valores de bias, se propone analizar el posible origen de los mismos.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

En este trabajo se utilizaron 10 modelos climáticos regionales (MCR) de *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment* (CORDEX), disponibles en <https://cordex.org/>, para el período 1979-2005. Todos los modelos fueron interpolados a una resolución de 0.5°.

Los datos observados de precipitación y temperatura utilizados pertenecen al *Climate Prediction Center* (CPC), con una resolución horizontal de 0.5°. Los reanálisis ERA-interim de la humedad específica, la temperatura y el viento meridional y zonal en 850 hPa fueron obtenidos del *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECWMF) con una resolución horizontal de 0.75°. La radiación de onda corta, el calor sensible y el calor latente fueron adquiridos del *Global Energy and Water Exchanges Program* (GEWEX-SRB) con una resolución horizontal de 1°. Todas las bases de datos observadas fueron interpoladas a una retícula común de 0.5° para ser comparados con los MCRs.

Es sabido que la altura tiene un efecto directo en la temperatura y que además los modelos climáticos tienen problemas para representar topografía compleja. Teniendo en cuenta que sobre el oeste de Sudamérica se encuentra la cordillera de los Andes, se decidió realizar una corrección de los datos de temperatura en cada punto de retícula de los modelos, utilizando la topografía de las observaciones. Esta corrección se hizo en base a Gao et al. (2012), con un

gradiente vertical de temperatura fijo de $6.5^{\circ} \text{ km}^{-1}$. Si bien las diferencias entre la temperatura corregida y la original no fueron grandes sobre los Andes (no se muestra), se decidió utilizar la temperatura corregida para el cálculo de los bias.

3) RESULTADOS

La Figura 1 muestra los bias de temperatura para el verano. La mayoría de los modelos muestran valores positivos en el centro de Argentina (CARG), que en algunos modelos alcanzan los 5°C . Otros autores han documentado este bias de temperatura utilizando otros modelos regionales (Llopart et. al 2017; Solman 2016, entre otros). El resto del continente presenta bias fríos, con valores que oscilan entre -1° y -3°C . En invierno, la mayoría de los modelos también presentan un bias cálido en CARG (no se muestra), aunque más extendido hacia el norte, comparado con el verano. Los bias fríos se ubican principalmente en la parte norte de Sudamérica, con valores cercanos a -1C° . La Figura 2 muestra los bias de precipitación para el verano, donde se observan los mayores bias positivos (alrededor de 10 mm/día) sobre el noreste de Brasil (NEB), a pesar de que no es la zona más lluviosa (ver panel 1 Figura 2). Este bias también fue documentado por Solman (2016) y Gutowski y otros (2016). El invierno es la estación seca en la mayor parte de Sudamérica, excepto para el noroeste del continente, donde se encuentran también los mayores bias negativos de precipitación (entre -2 y -4 mm/día) (no se muestra).

Como se dijo anteriormente, estos bias fueron detectados por varios autores, es por ello que resulta interesante estudiar el posible origen de estos errores, que son comunes en la mayoría de los modelos. A partir de la evaluación de los bias, se decidió poner foco en las estaciones del año y las regiones con mayores errores. Se analizaron los meses de verano sobre las regiones CARG ($40^{\circ}\text{-}25^{\circ}\text{S}$ y $66^{\circ}\text{-}57^{\circ}\text{W}$) para temperatura y NEB ($15^{\circ}\text{-}5^{\circ}\text{S}$ y $50^{\circ}\text{-}35^{\circ}\text{W}$) para precipitación (las regiones se muestran en el panel 1 de la Figura 1).

Para encontrar el posible origen del bias de temperatura sobre CARG se examinaron los términos del balance radiativo en superficie, y la subsidencia y la nubosidad en los niveles medios de la atmósfera. Para el verano, se encontró que la radiación de onda corta entrante es sobreestimada por la mayor parte de los modelos que presentan un bias positivo de temperatura sobre CARG (no se muestra). Este resultado sugiere que los modelos simulan una mayor radiación solar entrante que la observada, lo cual podría estar relacionado con una menor presencia de nubosidad. Debido a que la fracción nubosa no está disponible en la mayoría de los modelos, se analizó la humedad relativa en 850 hPa para diagnosticar la presencia de nubes (Quaas 2012). Se encontró que los modelos que presentan los mayores bias cálidos de temperatura sobre CARG coinciden con los mayores bias negativos de humedad relativa en 850 hPa (no se muestra). Este resultado sugiere que probablemente los modelos simulen menor nubosidad, favoreciendo la entrada de la radiación solar y el incremento de la temperatura en superficie. Los bias de los flujos de calor sensible y latente también fueron examinados. Aquellos modelos con mayor bias positivo de temperatura presentan bias positivos de calor sensible y negativos de calor latente (no se muestra), como era esperable. La hipótesis de que los modelos simulan una mayor temperatura de superficie sobre CARG debido a una mayor subsidencia fue descartada, debido a que el bias de omega en 850 hPa y 500 hPa presenta valores negativos en la mayoría de las simulaciones (no se muestra), indicando mayores movimientos de ascenso, comparado con las observaciones.

El posible origen del bias positivo de precipitación en verano sobre NEB también fue analizado. Es bien sabido que las parametrizaciones de nubes usan un umbral de humedad relativa para indicar la saturación y la formación de nubosidad (Quaas 2012). La presencia de nubes es uno de los principales factores para la generación de precipitación, por lo que la humedad relativa en 850 hPa fue examinada. Aquellos modelos que presentan un bias positivo de precipitación sobre NEB también presentan un bias positivo de humedad relativa (no se muestra). Esos

modelos además, presentan bias positivos del flujo de convergencia de humedad en 850 hPa (no se muestra), por lo que es posible que los modelos simulen más precipitación que las observaciones debido a una mala representación de la circulación y de la disponibilidad de humedad sobre NEB.

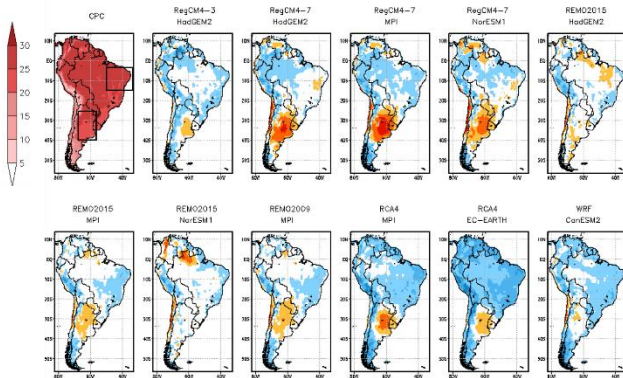


Figura 1: Temperatura media observada (panel 1) y diferencia de temperatura media entre modelos y observaciones, para el período 1979-2005 (°C). En el panel 1 se muestran las regiones CARG y NEB.

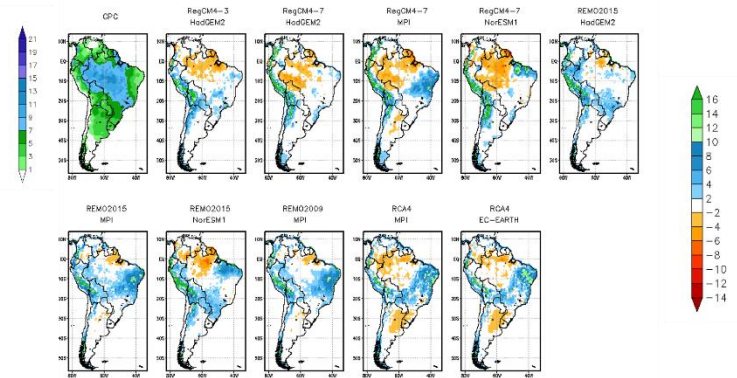


Figura 2: Precipitación media observada (panel 1) y diferencia de precipitación media entre modelos y observaciones, para el período 1979-2005 (mm/día).

4) CONCLUSIONES

En este trabajo se exploraron los bias de precipitación y temperatura en un conjunto de MCRs. Los mayores bias de temperatura (precipitación) fueron encontrados sobre CARG (NEB) para el verano. En ambas regiones los bias parecieran estar relacionados con la nubosidad. Sobre CARG, la subestimación de la nubosidad por parte de los modelos podría estar relacionada con la sobreestimación de la radiación solar entrante y por lo tanto con la simulación de mayores valores de temperatura de superficie por parte de los modelos, comparado con las observaciones. Por otro lado, para NEB, la formación de más nubosidad, debido a una mayor disponibilidad de humedad y a una mayor convergencia del flujo en capas bajas en los modelos, podría generar valores de precipitación más altos, comparado con las observaciones.

REFERENCIAS

- Boberg, F., Christensen, J. H., 2012:** Overestimation of Mediterranean summer temperature projections due to model deficiencies. *Nat Clim Change*, 2, 433–436
- Gao, L., Bernhardt, M., y Schulz, K., 2012:** Elevation correction of ERA-Interim temperature data in complex terrain, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 4661–4673.
- Gutowski, W. J., Giorgi, F., Timbal, B., Frigon, A., Jacob, D., Kang, H-S., Raghavan, K., Lee, B., Lennard, C., Nikulin, G., O'Rourke, E., Rixen, M., Solman, S., Stephenson, T., Tangang, F., 2016:** WCRP COordinated Regional Downscaling EXperiment (CORDEX): a diagnostic MIP for CMIP6. *Geosci. Model Dev.* 9, 4087–4095.
- Llopart, M., da Rocha, R. P., Reboita, M., Cuadra, S., 2017:** Sensitivity of simulated South America climate to the land surface schemes in RegCM4. *Clim Dyn*, 49, 3975-3987.
- Quaas, J., 2012:** Evaluating the “critical relative humidity” as a measure of subgrid-scale variability of humidity in general circulation model cloud cover parameterizations using satellite data. *J. Geophys. Res.*, 117: D09208.
- Solman, S. A., 2016:** Systematic temperature and precipitation biases in the CLARIS-LPB ensemble simulations over South America and possible implications for climate projections. *Clim Res*, 68,117-136.