

COVARIABILIDAD ENTRE PRECIPITACIÓN Y NIVEL DEL RÍO PARAGUAY Y SU RELACIÓN CON PATRONES DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Camila Prudente^{1,2,3}, Federico Robledo^{2,3,4}
camila_prudente@cima.fcen.uba.ar

¹Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Buenos Aires, Argentina

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

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

⁴Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Covariabilidad, Patrones climáticos globales, Variabilidad climática

1) INTRODUCCIÓN

Una parte significativa de la variabilidad de la precipitación (PP) en el Sudeste de Sudamérica (SESA) en el último siglo puede explicarse por anomalías globales de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en los océanos tropicales del Pacífico Índico (Díaz et al. 2017). Numerosos trabajos vinculan la PP de SESA en escalas de tiempo interanuales con El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), y se ha demostrado que las condiciones de fase cálida de ENSO favorecen aumento de PP en gran parte de la Cuenca del Plata (Paegle y Mo 2002; Boulanger et al. 2005). Análogamente, hay evidencias de que la respuesta de las lluvias a los eventos de La Niña se caracteriza por déficits regionales durante el final del año Niña y el siguiente. De hecho algunos de los mayores eventos de sequías en la región se dieron en fase fría de ENSO (Penalba y Rivera 2016). Además las diferencias en la amplitud de las teleconexiones de ENOS relacionadas con la actividad de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO por sus siglas en inglés), alteran la influencia de ENOS en SESA (Andreoli y Kayano 2005, Robledo et al. 2020). Robledo et al. (2013) muestra que el Océano Pacífico tropical explica alrededor del 47% (30%) de la variabilidad de la TSM tropical y la PP diaria en el noreste de Argentina en la primavera (verano y otoño). Además, la variabilidad interanual e interdecadal de la PP sobre la cuenca del Plata amplifica la variabilidad del caudal por un factor de 2, lo que implica una alta sensibilidad del sistema hidrológico a cambios climáticos como los observados en las últimas décadas y a la variabilidad climática (Berbery y Barros, 2002). Sin embargo son escasos los trabajos que exploran el rol de la variabilidad en la TSM global en la modulación del nivel del Río Paraguay.

El objetivo de este estudio es explorar la covariabilidad entre la TSM global, el nivel del río Paraguay y la PP en la cuenca, a lo largo del siglo XX hasta el presente, y vincular los resultados con distintos patrones climáticos globales.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos mensuales de nivel de río de cinco estaciones hidrométricas a lo largo del río Paraguay y la base de PP mensual reticulada generada por el Climatic Research

Department of Geography University of Delaware (UDel) v5.01. También se utilizaron datos mensuales de TSM global de la base de datos *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature* (ERSST) v5. Se aplicó la metodología de descomposición de valores singulares (Venegas 1997, 2001) para estudiar la co-variabilidad entre la TSM global y la PP de la cuenca del Paraguay en verano (DEF). Se correlacionaron las series temporales de los coeficientes de expansión derivados de este método con índices de variabilidad climática tales como, Niño 3.4, Índice Niño Oceánico (ONI por sus siglas en inglés), PDO y Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO por sus siglas en inglés). También se aplicó la misma metodología para analizar la covariabilidad entre la PP de la cuenca en verano y el nivel del río Paraguay de Mayo. Para vincular estos resultados con patrones climáticos globales, también se estimó la correlación entre algunos índices climáticos y los coeficientes de expansión de ambos modos.

3) RESULTADOS

El primer modo con mayor covarianza explicada (30%) en verano vincula la PP en el centro y sur de la cuenca del Paraguay con la TSM del Pacífico tropical. La correlación entre los coeficientes de expansión de ambas variables con el índice Niño 3.4 y el ONI fueron positivas y significativas en todos los casos. El segundo modo SVD con mayor covarianza explicada (17%) mostró un patrón de PP con valores de correlación positivos hacia el norte y oeste asociados con valores de correlación positivos en los océanos Pacífico tropical, Índico y Atlántico Norte. Ambas series de coeficientes de expansión presentan una correlación positiva significativa con el AMO, mientras que solo la serie TSM presenta una correlación positiva y significativa con el Niño 3.4 y el ONI.

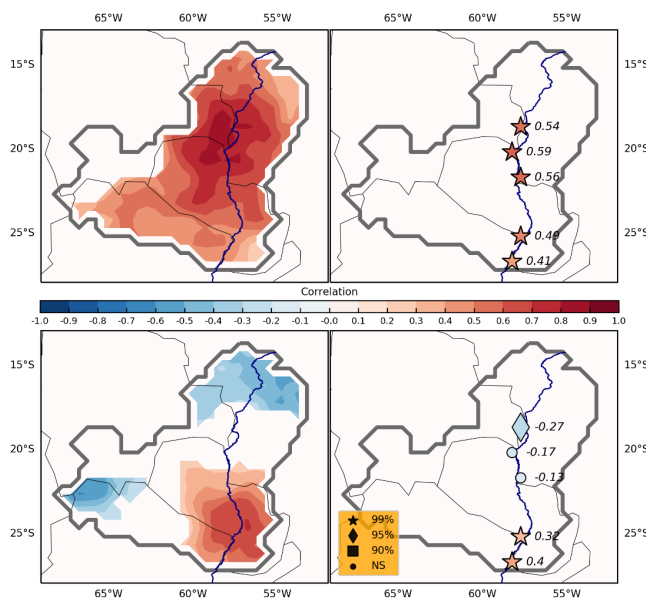


FIGURA 1. SVD entre la precipitación en DEF y el nivel del río en mayo. Primer [Arriba] y segundo [Abajo] modo con mayor covarianza explicada.

[Izquierda]: Campos homogéneos de precipitación (correlaciones positivas en rojo y negativas en azul). Solo se muestran valores significativos al 95% de confianza según test de t-Student.

[Derecha]: Campos heterogéneos de nivel de río (correlaciones positivas en rojo y negativas en azul); Nivel de confianza según test de t-Student en símbolos, 99% (estrellas), 95% (rombos), 90% (cuadrados) y no significativo (círculos).

Por otro lado, el primer modo de covariabilidad entre la PP de verano y el nivel de río de mayo evidenció una relación directa entre las variables en toda la cuenca (Figura 1). En cambio, el segundo modo exhibió un dipolo en la PP en dirección noroeste-sureste que desacopla la respuesta del río Paraguay. El nivel del agua en la cuenca alta se relacionó significativamente con la PP del centro-oeste-norte de la cuenca, mientras que en la cuenca media y baja se relacionó con la PP sobre el sureste de la cuenca del Paraguay. En este caso, se hallaron correlaciones positivas significativas entre la serie de coeficientes de expansión de

nivel del río y, tanto el índice Niño 3.4 como el ONI.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los subsidios UBACyT (20020170100428BA), CONICET-PIP (11220200102038CO), Belmont Forum/ANR-15-JCL/-0002-01 (Proyecto CLIMAX) y los Proyectos Interinstitucionales en Temas Estratégicos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación Argentina (“Socio-ecosistema fluvial Paraná-Paraguay: estudio Argentino en el escenario de cambios globales”).

REFERENCIAS

Andreoli, R.V. and Kayano, M.T. 2005. ENSO-related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold Pacific decadal oscillation regimes. *International Journal of Climatology*, 25, 2017–2030. <https://doi.org/10.1002/joc.1222>.

Berbery, E. H., and V. R. Barros, 2002: The hydrologic cycle of the La Plata basin in South America. *J. Hydrometeor.*, 3, 630–645

Boulanger JP, Leloup J, Penalba OC, Rusticucci MM, Lafon F, Vargas WM. 2005. Observed precipitation in the Paraná-Plata hydrological basin: long-term trends, extreme conditions and ENSO teleconnections. *Climate Dynamic* 24: 393–413, DOI: 10.1007/s00382-004-0514-x.

Díaz, L., Vera, C. and Saurral, R. 2017. Observed and Simulated Summer Rainfall Variability in Southeastern South America. *CLIVAR Exchanges*, 71, 13-16

Paegle, J. N., and K. C. Mo, 2002: Linkages between summer rainfall variability over South America and sea surface temperature anomalies. *J. Climate*, 15, 1389–1407.

Penalba, O.C. and Rivera J. A. 2016. Precipitation response to El Niño/La Niña events in Southern South America – emphasis in regional drought occurrences. *Adv. Geosci.*, 42, 1–14.

Robledo, F, Penalba, O, Bettolli, ML. 2013. Teleconnections between tropical-extratropical oceans and the daily intensity of extreme rainfall over Argentina. *Int. J. Climatol.* 33: 735–745, doi: 10.1002/joc.3467.

Robledo, F., Vera, C., & Penalba, O. (2020). Multi-scale features of the co-variability between global sea surface temperature anomalies and daily extreme rainfall in Argentina. *International Journal of Climatology*, 40(9), 4289-4299.

Venegas, S. A., Mysak, L. A., & Straub, D. N. (1997). Atmosphere–Ocean Coupled Variability in the South Atlantic, *Journal of Climate*, 10(11), 2904-2920.

Venegas, S. A. (2001). Statistical methods for signal detection in climate. Center for Jordens Klima og Biogeokemiske Kredsløb (DCESS), Niels Bohr Institutet for Astronomi, Fysik og Geofysik, København Universitet.