

FORZANTES CLIMÁTICOS Y PREDICCIÓN ESTADÍSTICA DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN LA SUBCUENCA SUPERIOR DEL RÍO BERMEJO

Sabrina N. AYALA ¹, Maximiliano S. VITA SÁNCHEZ ¹, Marcela H. GONZÁLEZ^{1,2}
snayala55@gmail.com.ar

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

²Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA)

RESUMEN

La variabilidad interanual de la precipitación afecta significativamente los aspectos ambiental, social y económico en la cuenca del río Bermejo. El objetivo del presente estudio es hallar los posibles forzantes climáticos de dicha variabilidad para la primavera en la subcuenca superior (BS), y construir modelos estadísticos de predicción de la precipitación en primavera utilizando predictores con un mes de antelación. Los resultados destacan la importancia de los trenes de onda de latitudes medias y la temperatura superficial del mar sobre el océano Pacífico, y del flujo de humedad hacia la subcuenca como fuentes de predictabilidad en BS. El buen desempeño de los modelos alienta a continuar el análisis en años fuera del período de estudio y para otros trimestres del año.

ABSTRACT

Environmental, social, and economic aspects are highly affected by interannual rainfall variability in the Bermejo river basin. This study aims to explore the possible climatic forcings of spring variability in the upper sub-basin (UB), and to construct statistical models to predict spring precipitation using one month-led predictors. Results highlight the importance of midlatitude wave trains and sea surface temperature over the Pacific Ocean, as well as moisture flux towards the sub-basin as sources of predictability in UB. The performance of the models encourages further analysis in years outside of the study period and for other seasons.

Palabras clave: Bermejo, predicción estadística, forzante climático.

1) INTRODUCCIÓN

Aproximadamente el 90% de la cuenca del río Bermejo se ubica en territorio argentino, ocupando parte de las provincias de Jujuy, Salta, Formosa y Chaco. El régimen hidrológico de la cuenca es netamente pluvial (Comisión Regional del Río Bermejo), con lo cual la variabilidad interanual de la precipitación puede afectar fuertemente el caudal del río Bermejo y generar importantes impactos ambientales, sociales y económicos (González y otros, 2012; Murgida y otros, 2014). El objetivo de este trabajo es encontrar los posibles forzantes climáticos de la lluvia en septiembre-octubre-noviembre (SON) para luego poder desarrollar modelos estadísticos de predicción de las anomalías de precipitación al comienzo de la estación húmeda con un mes de antelación.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de precipitación mensual en el período 1981-2010 de 7 estaciones meteorológicas distribuidas en la subcuenca superior del río Bermejo (BS), provenientes del Servicio Meteorológico Nacional, la Subsecretaría de Recursos Hídricos, la Comisión Regional del Río Bermejo y la Administración Provincial del Agua de Chaco. Se construyó la serie de anomalías areales de precipitación en SON promediando las observaciones entre las estaciones, sumándolas en el trimestre de primavera y removiendo la media climatológica. Para analizar la predictabilidad de la precipitación se elaboraron campos de correlación lineal desfasada entre la serie de anomalías en primavera y variables obtenidas del reanálisis del NCEP-NCAR (Kalnay y otros, 1996) en el agosto previo: temperatura superficial del mar (TSM), altura geopotencial en diversos niveles de presión, viento en 850 hPa y 250 hPa, radiación de onda larga saliente y agua precipitable. Los coeficientes de correlación con módulo mayor a 0.37 son significativos con 95% de confianza usando un test normal. A partir de la significancia estadística y de la relación física entre las variables de reanálisis y la precipitación se definieron predictores en agosto y se construyeron distintos modelos de regresión lineal múltiple entre dichos predictores y las anomalías de precipitación aplicando el método backward stepwise. Para cada modelo obtenido se calculó el coeficiente de

determinación ajustado ($Adj R^2$):

$$Adj R^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{N-1}{N-k-1} \quad (1)$$

donde R^2 es el coeficiente de determinación usual, N es la cantidad de datos y k es la cantidad de predictores del modelo (Hyndman y Athanasopoulos, 2013). Finalmente, se calcularon la probabilidad de detección (POD) y la relación de falsa alarma (FAR) para cada modelo en los casos de primavera con precipitación subnormal (anomalías por debajo del percentil 33 climatológico), sobrenormal (anomalías por encima del percentil 66 climatológico) y normal (anomalías entre ambos percentiles).

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los campos de correlación desfasada muestran que gran parte de las señales asociadas a la variabilidad interanual de la precipitación en SON están asociadas a forzantes remotos sobre el Océano Pacífico, como El Niño-Oscilación del Sur en latitudes tropicales y los trenes de onda de altura geopotencial en niveles medios y altos que se propagan hacia el este e ingresan en Sudamérica en latitudes medias. Los forzantes climáticos más locales se relacionan con el flujo de humedad en capas bajas hacia BS y la presencia de convección en Sudamérica central. En base a los predictores hallados y aplicando el método backward stepwise, se encontraron 8 modelos de regresión lineal múltiple que explicaran al menos 45% de la variabilidad de la precipitación de SON en BS ($Adj R^2 \geq 0.45$). Se encontró que todos los modelos presentan más del 50% de aciertos en la clasificación por terciles de las anomalías de precipitación observadas en 1981-2010, con sólo un pronóstico malo (estimación difiere de observación en 2 categorías). En la mayoría de los casos se obtuvo una relación POD/FAR favorable, observándose que los modelos poseen mayor habilidad en el pronóstico de eventos subnormales de precipitación en BS que para las dos categorías restantes, dada la mínima FAR y la alta POD (Figura 1).

Los resultados permiten estimar que las anomalías de precipitación en SON presentan cierto grado de predictabilidad a partir de información de la circulación atmosférica y la TSM en el agosto previo, pero se debe expandir el estudio con un análisis de la eficiencia de los modelos en años no involucrados en la confección de los mismos.

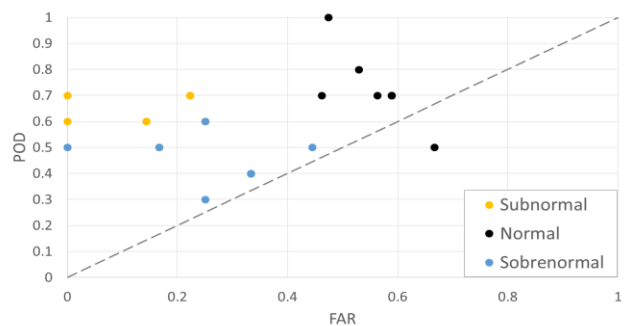


Figura 1: Gráfico de dispersión entre el POD y el FAR de eventos subnormales (amarillo), normales (negro) y sobrenormales (azul) en 1981-2010. La línea punteada representa la línea $POD = FAR$ y cada punto simboliza un modelo (notar que puede haber puntos superpuestos).

REFERENCIAS

González, M., Cariaga, M. y Skansy, M., 2012: Some factors that influence precipitation in Argentinean Chaco. *Advances in Meteorology*, 2012, ID Artículo 359164, 13 páginas.

Murgida, A., González, M. y Tiessen, H., 2014: Rainfall trends, land use change and adaptation in the Chaco salteño region of Argentina. *Reg Environ Change*, 14, 4, 1387-1394.

Hyndman, R. y Athanasopoulos, G., 2013: *Forecasting: principles and practice*. Otexts, Melbourne, Australia. <http://otexts.org/fpp/>. Visitado en julio de 2017.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, I., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R., Joseph, D., 1996: The NCEP/NCAR Reanalysis 40 year-project. *Bull Amer Meteor Soc*, 77, pp. 437-471.