

Modelos estadísticos para la predicción de la precipitación sobre la cuenca del Comahue en Otoño

Vita Sanchez Maximiliano¹, Ayala Sabrina¹ y Gonzalez Marcela^{1,2}

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

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

E-mail: maxivitasanchez@gmail.com

RESUMEN: En el sur de Argentina, se localiza la cuenca del Comahue conformada por las sub-cuencas del río Limay, Neuquén y Negro. La variabilidad interanual de la precipitación afecta directamente a las actividades fruti-hortícolas y las represas, generando un impacto en la economía de la región. El objetivo del presente trabajo es hallar posibles forzantes meteorológicos que influyan a la precipitación en el trimestre Marzo-Abril-Mayo (MAM), a partir de predictores del mes de Febrero. Los resultados muestran que las sub-cuencas no responden de la misma manera. Las sub-cuencas del río Neuquén y Limay responden a los mismos forzantes, mientras que la sub-cuenca del río Negro responde a forzantes opuestos. Luego se obtuvo un modelo estadístico de precipitación para cada sub-cuenca, donde el que mejor representa a la precipitación.

INTRODUCCIÓN

Resultados obtenidos por varios autores muestran que la precipitación ha sufrido cambios en Argentina (Barros y Doyle 1997, Castañeda y Barros 2000, Liebmann et al 2004, Saurral et al 2016). En particular, en la región del Comahue, se observa una tendencia negativa de la precipitación, específicamente en la zona de alta montaña (González y Vera 2010). Este hecho es relevante ya que la cuenca del Comahue, formada por las sub-cuencas de los ríos Negro, Neuquén y Limay, se caracteriza no sólo por la producción fruti-hortícola sino también por la presencia de represas hidroeléctricas distribuidas a lo largo de los ríos Limay y Neuquén y estas actividades se ven afectadas por la variabilidad interanual de la lluvia en la cuenca. En la medida que estas tendencias se mantengan en el futuro, es importante contar con pronósticos estacionales de precipitación que permitan planificar el funcionamiento de las represas y el rendimiento de las actividades fruti-hortícola. El objetivo del presente estudio es encontrar posibles forzantes de la variabilidad interanual de la precipitación para Marzo-Abril-Mayo (MAM) y en base a estos crear modelos de predicción de la precipitación estacional para cada una de las sub-cuencas.

La topografía de la cuenca es diversa. Al norte de la provincia de Neuquén (subcuenca del río Neuquén) se encuentra compuesta por mesetas escalonadas, montañas erosionadas, el bosque andino patagónico, estepas y pastizales. Más al sur la subcuenca del río Limay posee una topografía similar, compuesta también por pastos duros y fuertes vientos oestes. La subcuenca del río Negro nace de la confluencia de los ríos Limay y

Neuquén atraviesa la provincia homónima en dirección oeste-este. En esta región predominan las llanuras y mesetas.

Las precipitaciones para la cuenca del río Neuquén y Limay tienen un ciclo marcado. Las mayores precipitaciones ocurren en los meses de invierno a diferencia de la subcuenca del río Negro, la cual posee su máximo en el Otoño.

DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de precipitación acumulada trimestral en otoño (MAM) durante el período de 1981-2010 en 35 estaciones (25 estaciones dentro de la cuenca del Comahue) hidro-meteorológicas, provenientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Negro, Limay y Neuquén (AIC) (figura 1) y datos de diversas variables atmosféricas provenientes de los reanálisis National Centre of Environmental Prediction NCEP/NCAR. La calidad de los datos se analizó en detalle y se utilizaron estaciones que solamente presentaran menos del 15% de datos faltantes. Para cada una de las subcuencas se construyó la serie media y se calcularon las anomalías de precipitación acumulada para el trimestre MAM.

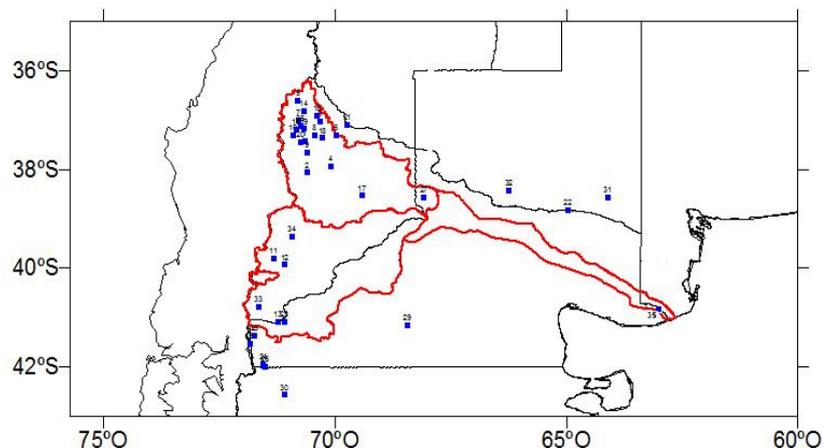


Figura 1.- Distribución de las estaciones utilizadas

Con el propósito de encontrar patrones de circulación que afecten a la lluvia, se construyeron campos de correlación lineal simultánea y desfasada en un mes para el período MAM entre la precipitación acumulada y las variables meteorológicas obtenidas a partir del reanálisis del NCEP (Kalnay et al., 1996): temperatura superficial del mar (TSM), altura geopotencial en diferentes niveles, componentes zonal y meridional del viento en diferentes capas de la atmósfera, presión al nivel del mar y agua precipitable en la columna de atmósfera. Las correlaciones con un valor absoluto mayor 0.37 fueron consideradas estadísticamente significativas con un 95% de confianza, utilizando un test Normal.

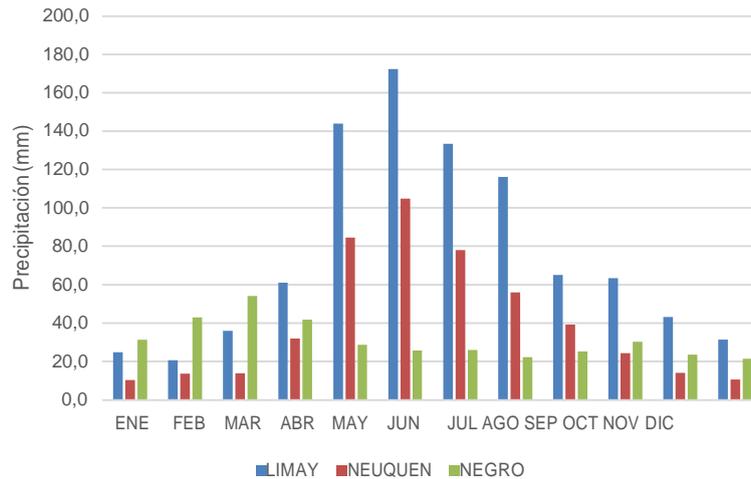


Figura 2.- Onda anual de precipitación de la Cuenca del Comahue

Los campos de correlación entre la precipitación y las variables previamente mencionadas se utilizaron para definir predictores en aquellas zonas que presentaran correlación significativa. Esas zonas significativas fueron regionalizadas en cajas donde la serie representa el promedio de la misma. Se analizó que los predictores fueran independientes entre sí para crear posibles modelos de predicción estacional estadística utilizando el método de regresión múltiple lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando los campos de correlación simultanea se encontró que para las cuencas del Limay y Neuquén la precipitación se ve favorecida por la fase negativa de la Oscilación Antártica (AAO), el debilitamiento del anticiclón del Océano Pacífico y la intensificación del anticiclón del Océano Atlántico, el enfriamiento del Indico, un dipolo en el Pacifico sur (calentamiento en el norte y enfriamiento en el sur) y otro opuesto en el Atlántico sur. Mientras que para la cuenca del río Negro (Figura 3), la fase cálida del ENOS, fase negativa del dipolo del océano Indico, la fase positiva de la AAO, la intensificación del anticiclón del Atlántico y anomalías ciclónicas en el Atlántico sur, favorecen a la lluvia en la sub-cuenca.

La precipitación de la sub-cuenca del río Limay fue la que mejor pudo modelarse (Tabla 1). Los forzantes que definieron el modelo en este caso fueron las anomalías de geopotencial: geo_500_4 (40° – 30°E, 40° – 50°S) y geo_500_3 (130°-150°E , 37°-45°S), anomalías de TSM: tsm_4 (40°-0°O, 15°-30°S), anomalías de viento zonal en 500hPa: U_500 (100°-75°O, 40°-50°S) y presión a nivel del mar: slp_1 (180°-150°O ,15°N-0°). Lo cual nos indica que para este modelo el calentamiento/enfriamiento del océano Atlántico, el debilitamiento/intensificación del dipolo del océano Indico, aumento/disminución de flujo del oeste en la cuenca serán los forzantes que sirven como mejores predictores para esta cuenca para el trimestre MAM.

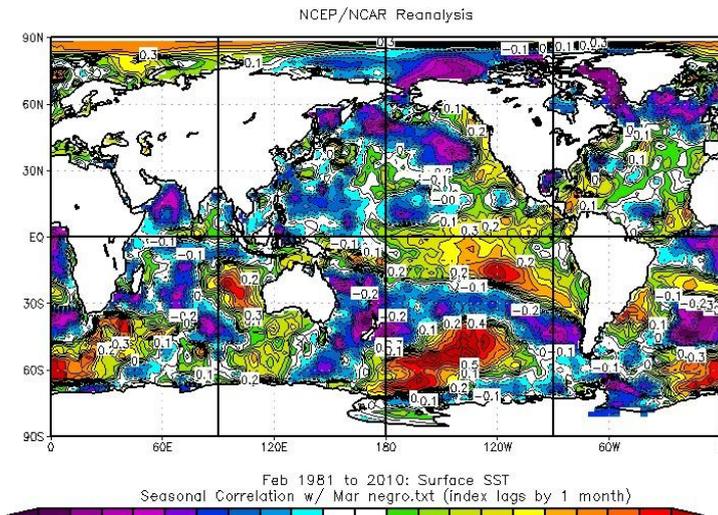


Figura 3.- Campo de correlación de TSM para la sub-cuenca del río Negro.

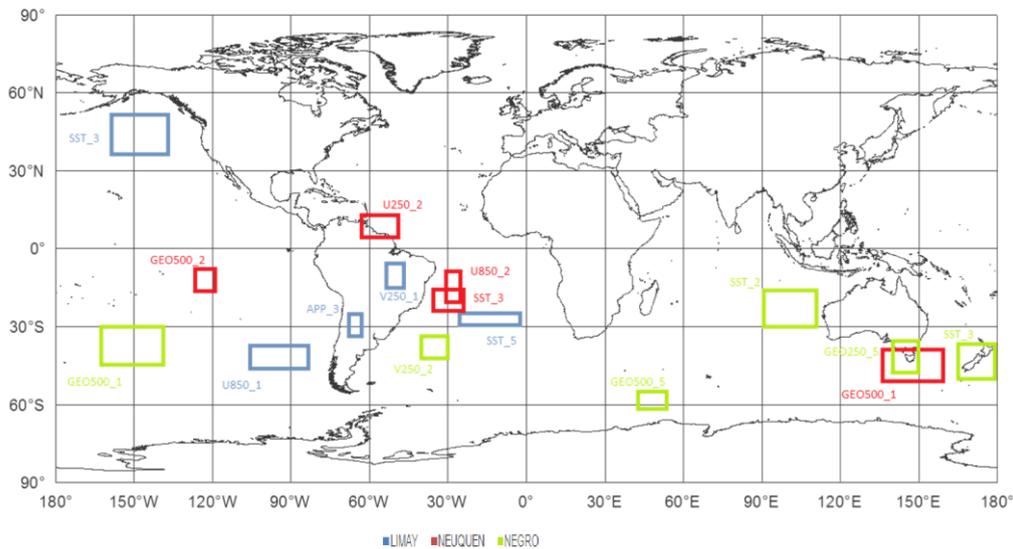


Figura 4.- Predictores seleccionados para la realización del modelo estadístico.

Para la cuenca del río Neuquén las anomalías de geopotencial: geo_500_4 (160° – 120°E, 40° – 50°S), anomalías de TSM: tsm_4 (40°-0°O, 15°-30°S) y tsm_2 (150°-80°O , 10°N – 15°S) y anomalías de viento zonal en 500hPa: U_500 (100°-70°O, 37°-45°S) fueron los predictores seleccionados para realizar el modelo (figura 4). Para esta sub-cuenca varios de los predictores actúan en regiones similares a la sub-cuenca del río Limay, sugiriendo que el comportamiento de ambas sub-cuenca es similar con la diferencia de que para la sub- cuenca del río Neuquén la precipitación se verá más afectada por la oscilación del ENSO.

Tabla 1.- Modelos estadísticos obtenidos para cada sub-cuenca

Subcuenca	Modelo estadístico obtenido	AdjR2
Negro	preMAM ~ slp_1+slp_2+tsm_1+tsm_5	0,33
Limay	preMAM ~ geo_500_4+slp_1+geo_500_3+tsm_4	0,57
Neuquén	preMMA ~ geo_500_4+tsm_2+tsm_4+u_500	0,53

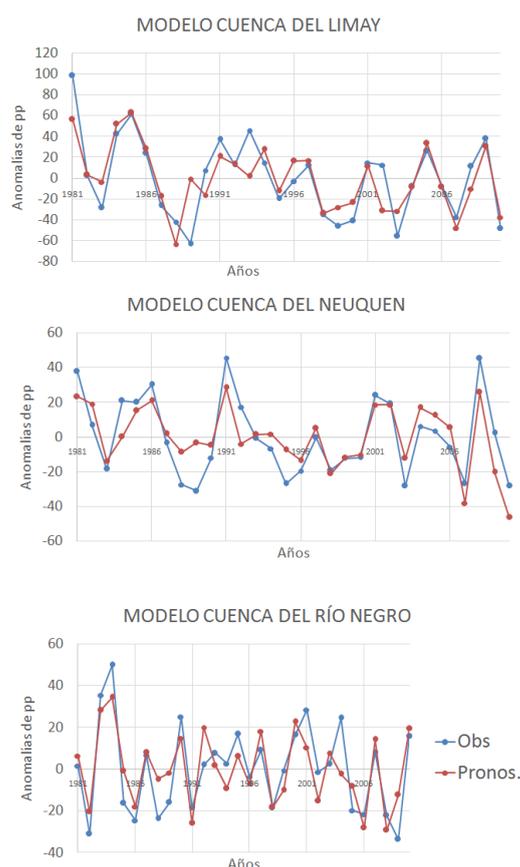


Figura 5.- Series de anomalías de precipitación obtenidas de los modelos estadísticos.

CONCLUSIONES

A partir de los modelos obtenidos, se construyó la serie de anomalías de precipitación (figura 5) y se pudo concluir que los modelos para Limay y Neuquén pronostican de muy buena manera la lluvia para el otoño mientras que para la cuenca del río Negro, si bien la serie correlacionada con la observada es significativa, el modelo no es muy eficiente. El comportamiento de la precipitación se ve afectado por forzantes similares para Limay y Neuquén, que afectan de manera opuesta. En el futuro será importante encontrar otros forzantes o modelos que sean significativos para la cuenca del río Negro.

Agradecimientos. A la subsecretaría de Recursos Hídricos, al servicio meteorológico nacional, al NOAA, al proyecto “Pronóstico estadístico de indicadores meteorológicos estacionales para anticipar condiciones de riesgo en Comahue”.

REFERENCIAS

- Barros, V.R.; Doyle, M.E. 1997. Impacts of climate change on the oases of the Argentinean cordillera. *Climate Research*. Vol. 9. N°1 y 2 P.121 - 129. ISSN: 0894-8755
- Castañeda, E.; Barros, V. 2000. Precipitation trends in Southern South America, east of the Andes. An indication of climate variability. *Southern Hemisphere Paleo-and Neoclimates: Key Sites, Methods, Data and Models*. 187-208. Springer
- González, M.H.; Vera, C.S. 2010. On the interannual wintertime rainfall variability in the Southern Andes. *International Journal of Climatology* JOC-08-0030.R1
- Liebmann, B.; Vera, C.S. 2004. An observed trend in Central South American Precipitation. *J. Climate* 17, 22:4357-4367
- Saurral, R.; Camillioni, I.A.; Barros, V.R. 2016. Low-frequency variability and trends in centennial precipitation stations in southern South America. *Int. J. Climatol.* Wiley Online Library, DOI: 10.1002/joc.4810