

# PRONÓSTICO ESTACIONAL DE PRECIPITACIÓN PARA LA CUENCA DEL COMAHUE EN OTOÑO

Maximiliano Vita Sanchez<sup>1</sup>, Sabrina Ayala<sup>1</sup> y Marcela Hebe González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos – FCEyN – UBA C1428EGA, CABA, Argentina.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera - CONICET / UBA; UMI – IFAECI/CNRS.- Argentina.  
E-mail: maxivitasanchez@gmail.com

## Introducción

Se observa por trabajos realizados que la precipitación ha sufrido cambios en Argentina (Barros y Doyle 1996, Barros et al 2000, Castañeda y Barros 2001, Liebmann et al 2004, Berbery et al 2006, Barros et al 2008, 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 (Castañeda y González 2008, 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, estas actividades se ven afectadas por la variabilidad interanual de la lluvia en la cuenca. En el marco de que estas tendencias sigan al 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 el trimestre marzo-abril-mayo (MAM) y en base a estos crear modelos de predicción de la precipitación estacional para cada una de las subcuencas.

## 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) hidrometeorológicas, provenientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la autoridad interjurisdiccional de las cuencas (AIC), la subsecretaría de recursos hídricos (SSRH) y datos de diversas variables atmosféricas provenientes de los reanálisis National Centre of Environmental Prediction NCEP/NCA:

- Temperatura superficial el mar (SST)
- Altura geopotencial (250 hPa, 500 hPa, 850 hPa)
- Viento zonal (250 hPa, 500 hPa, 850 hPa)
- Viento meridional (250 hPa, 500 hPa, 850 hPa)
- Presión a nivel del mar (SLP)
- Radiación saliente de onda larga (OLR)
- Agua precipitable (APP)
- La calidad de los datos se analizó en detalle. Utilizando estaciones que solamente presentaran menos del 15% de datos faltantes. La cuenca se subdividió a partir de la división propuesta por el AIC. Para cada una de las subcuencas se construyó la serie media y se calcularon las anomalías de precipitación acumulada para el trimestre MAM.

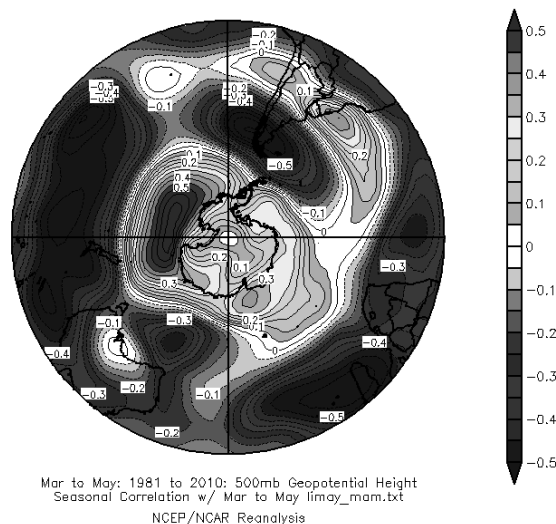
Con el fin de encontrar patrones de circulación que afecten a la lluvia, se construyeron campos de correlación lineal simultánea y desfada en un mes para la estación de otoño entre las anomalías de precipitación acumulada y las variables meteorológicas obtenidas a partir de los datos de reanálisis del NCEP (Kalnay et al., 1996).

Las correlaciones cuyo valor absoluto fuese mayor a 0.37 fueron consideradas estadísticamente significativas con un 95% de confianza, utilizando un test Normal.

En los campos desfasados, se aplicó el mismo método que para la correlación lineal simultánea, aunque esta vez se correlacionó a las variables meteorológicas del mes de Febrero con las anomalías de lluvia del trimestre estudiado, las regiones significativas se encerraron en un rectángulo como posibles predictores. Se analizó para cada subcuenca que los predictores sean independientes entre sí para luego crear el modelo estadístico que pronostique la anomalía de lluvia en MAM, utilizando la metodología Backward – Stepwise. Donde como disponemos de muchas variables explicativas, vamos a seleccionar solamente un conjunto de ellas, ya que generalmente un conjunto dan mejores predicciones en un modelo que si seleccionamos todas.

## Resultados y discusión

Utilizando los campos de correlación simultánea se encontró que para las cuencas del Limay y Neuquén la precipitación se ve favorecida por la fase negativa de la oscilación antártica (AAO) ver Figura 1, el debilitamiento del anticiclón del océano pacífico y la intensificación del anticiclón del océano atlántico, el enfriamiento del índico, 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, 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 subcuenca



**Figura 1.-** Campo de correlación simultánea entre altura geopotencial en 500 hPa y anomalías de precipitación en la subcuenca del río Limay.

Mientras que para los campos de correlación desfada en varios casos las señales se vieron debilitadas y en otros intensificadas. Para la cuenca del río Limay y Neuquén se identificó la señal negativa del ENOS, ocurriendo lo contrario para la subcuenca restante.

Se encontraron 19 posibles predictores para la subcuenca del Neuquén, 21 para la del río Negro y 11 para la del río Limay. Todos los predictores fueron significativos pero no todos

independientes entre sí. Un resultado esperado fue que los predictores correspondientes a la presión a nivel del mar y a geopotencial en una misma región fuesen muy dependientes entre sí, por lo cual se procedió a la eliminación de uno o el otro dependiendo de la correlación de los mismos con la lluvia.

**Tabla 1.-** Modelos obtenidos.

Subcuenca	Formula	CV	AIC	AICc	BIC	AdjR2
Limay	preMAM ~ u500_1+sst_2+sst_1+olr_1+app_2	5261,65	257,52	262,61	267,32	0,67
Neuquen	preMAM ~ u500_2+u500_1+sst_2+olr+g850_2+g500_2	2061,35	231,37	238,23	242,58	0,63
Río Negro	preMAM ~ g250_1+v250_2+u250_3+u250_1+sst_1+g500_1	2533,07	234,05	240,90	245,25	0,53

Las variables contenidas para cada modelo de cada subcuenca fueron diversas ya que por ejemplo en la subcuenca del río Negro solamente están incluídas variables de temperatura, presión y viento.

El modelo hallado para la subcuenca del río Limay fue el más significativo. Los forzantes utilizados para esta subcuenca fueron: anomalías de viento zonal: u500\_1 (17°S-20°S ; 30°W-20°W), anomalías de temperatura: sst\_1 (10°S-17°S ; 60°E-120°E) y sst\_2 (40°N-50°N ; 150°W-140°W), anomalías de radiación saliente de onda larga: olr\_1 (43°S-47°S ; 95°W-80°W) y anomalías de agua precipitable: app\_2 (27°S-33°S ; 67°W-65°W). Esto indica que el calentamiento (enfriamiento) del océano Pacífico, el aumento (disminución) del flujo del oeste, la mayor (menor) convección en la costa de Buenos Aires y la mayor (menor) cantidad de agua precipitable en el sur de Brasil sirven como predictores para esta subcuenca en el trimestre MAM. Para la subcuenca del río Neuquen los predictores utilizados fueron: anomalías de viento zonal: u500\_1 (45°S-50°S ; 80°W-70°W) y u500\_2 (15°S-20°S ; 32°W-21°W), anomalías de temperatura: sst\_2 (2°S-15°S ; 50°E-90°E), anomalías de radiación saliente de onda larga: olr (45°S-50°S ; 95°W-80°W), anomalías de altura geopotencial: g850\_2 (30°S-45°S ; 135°E-165°E) y g500\_2 (37°S-50°S ; 135°E-165°E). Por lo tanto, el modelo explica las anomalías de precipitación mediante el enfriamiento (calentamiento) del océano Índico, el aumento anómalo del jet polar, la intensificación del anticiclón del océano Atlántico sur. Finalmente para la subcuenca del río Negro los predictores usados fueron: anomalías de altura geopotencial: g250\_1 (33°S-43°S ; 50°W-40°W) y g500\_1 (33°S-43°S ; 50°W-40°W), anomalías de viento meridional: v250\_2 (35°S-42°S ; 35°W-30°W); anomalías de viento zonal: u250\_3 (17°S-23°S ; 30°W-20°W) y u250\_1 (35°S-40°S ; 75°W-60°W), anomalías de temperatura: sst\_1 (45°S-60°S ; 150°W-120°W). El último modelo, mediante los forzantes seleccionados, explica las anomalías de lluvia sobre la cuenca del río Negro debido al calentamiento (enfriamiento) anómalo del océano Pacífico sur, intensificación (debilitamiento) del jet polar y la intensificación (debilitamiento) del anticiclón del océano Atlántico sur.

## Conclusiones

A partir de los tres modelos encontrados para las subcuencas, se pudo concluir que todos los modelos son significativos (mayormente el del Limay y Neuquen). El comportamiento del anticiclón del océano Atlántico sur es un predictor importante, ya que se encuentra presente en dos subcuencas de manera reiterativa, al igual que el jet polar. El comportamiento de la temperatura del océano Pacífico e Índico también muestran implicancia a la hora de pronosticar la lluvia en MAM. Los predictores asociados al ENOS si bien son significativos, mostraron no ser independientes con el resto de los forzantes.

## Agradecimientos

A la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH), al Servicio

Meteorológico Nacional (SMN), a la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC), por la provisión de los datos y al proyecto UBACYT 2017-19 20020160100009BA

## Referencias

- Barros, V.R.; Doyle, M.E.** 1997. "Impacts of climate change on the oases of the Argentinean cordillera". *Climate Research*. Vol. 9. No1 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.; Camilloni, 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