

# FORZANTES DE LA PRECIPITACIÓN DE PRIMAVERA EN ARGENTINA

Eugenia M. Garbarini<sup>1</sup>, Marcela H. González<sup>2,3,4</sup>, Alfredo L. Rolla<sup>3,4</sup>

[egarbarini@smn.gov.ar](mailto:egarbarini@smn.gov.ar). Autor/a correspondiente.

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.

<sup>3</sup> CONICET-Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA)

<sup>4</sup> CNRS-IRD-CONICET-UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI)

**Palabras clave:** Pronóstico estadístico, precipitación, Argentina.

## 1) INTRODUCCIÓN

La posibilidad de disponer con antelación de las perspectivas de precipitación mensual es relevante a la hora de planificar eficientemente diferentes actividades. Para ello una metodología posible es utilizar modelos estadísticos, cuya entrada son los forzantes climáticos de escala global y regional, como por ejemplo las anomalías de temperatura del mar en océanos tropicales ya que generan ondas de Rossby que acceden a Argentina (Mo, 2000). Una de las posibles fuentes de error en los modelos estadísticos son sus predictores (Hossain et al., 2018). La primavera es la época del año con mayor señal de forzantes de teleconexión y regionales (González, *et. al.*, 2002; Silvestri y Vera, 2003, entre otros). En este trabajo se plantea el objetivo de definir y analizar los forzantes que inciden en la precipitación de Octubre, como mes característico de la primavera.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de precipitación acumulada para el período 1979-2018 de 88 estaciones meteorológicas de Argentina, provenientes de la red del Servicio Meteorológico Nacional. Se calcularon las ondas anuales de cada estación meteorológica y se las agrupó según el método de Lund con un coeficiente de correlación crítico de 0.68, resultando en 6 grupos de estaciones (Fig. 1). Se definieron como posibles predictores las variables altura geopotencial en 200, 500 y 1000 hPa (HGT200, HGT500 y HGT1000) la temperatura superficial del mar (TSM), el agua precipitable (TCW), viento zonal y meridional en el nivel de 850 hPa (U850, V850 respectivamente) con datos de reanálisis del NCEP-NCAR. Se correlacionaron las series representativas de precipitación acumulada de octubre para cada región con las series temporales de los predictores de septiembre y se definieron los predictores en las áreas con correlación significativa (95%). Sólo se consideraron los predictores independientes entre sí utilizando la metodología LASSO.

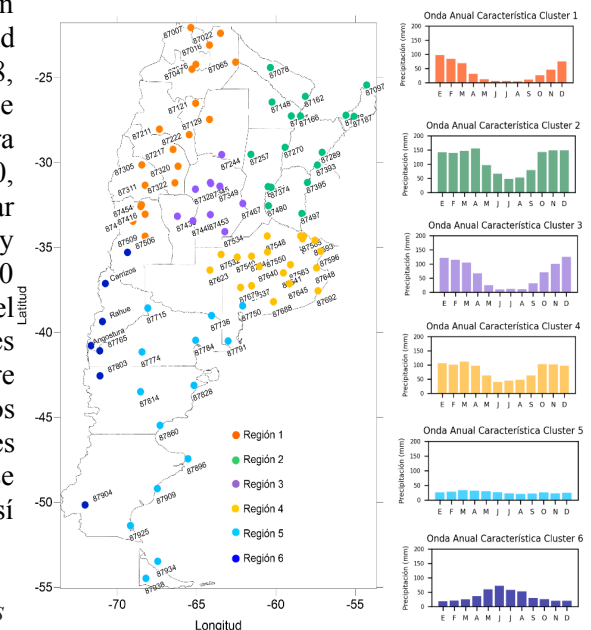
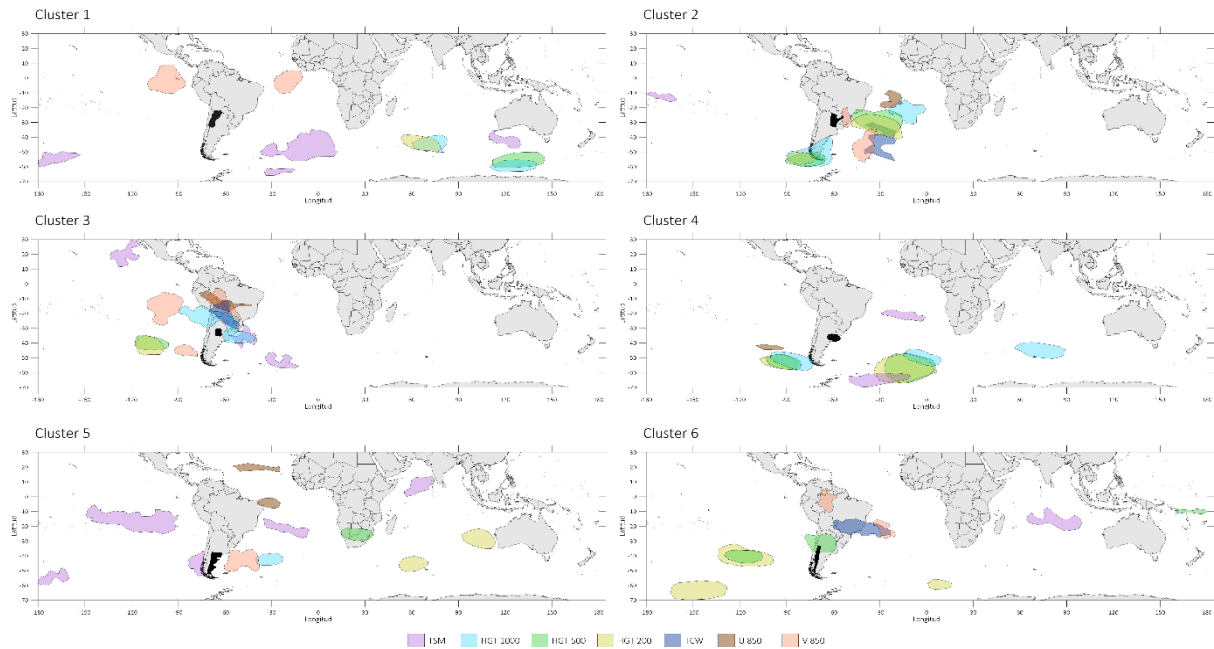


Figura 1.- A la izquierda: distribución geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas y agrupadas por regiones según el método de clusterización elegido. A la derecha: ondas anuales características de las regiones obtenidas.

## 3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra los forzantes de la precipitación acumulada de octubre para las 6 regiones analizadas. Los clusters 1, 4, 5 y 6 están asociados a forzantes distribuidos a lo largo de todo el

dominio de estudio. En particular, en el cluster 1 y 4 predominan sobre las altas latitudes mientras que en el cluster 5 sobre latitudes extratropicales. En el cluster 6, por otra parte, predomina el Pacífico Sur y Sudamérica. En el caso de los clusters restantes, las regiones de influencia se ven más restringidas. La precipitación de octubre en el cluster 2 (Litoral) se ve influenciada casi en su totalidad por cambios en el Atlántico Sur y sur de Sudamérica, a excepción de la TSM en el Pacífico ecuatorial, mientras que el cluster 3 (centro del país) se ve influenciado, en gran parte, por forzantes sobre Sudamérica y el océano Pacífico, además de la TSM en el Pacífico tropical y sur del océano Atlántico.



*Figura 2.- Forzantes climáticas LASSO correspondientes al mes de septiembre que presentan correlación significativa con la precipitación acumulada de octubre para cada cluster. La región correspondiente se encuentra sombreada en negro.*

La región tropical y extratropical del Atlántico Sur en septiembre puede estar relacionada con el decaimiento de un evento de Dipolo del Océano Atlántico Sur (SAODI). Al final de un evento, y debido a cambios en la profundidad de las capas del océano, se desarrollan flujos de calor latente generando cambios en los vientos e impactando en la circulación de la atmósfera en capas bajas de la región (Nnamchi *et. al.*, 2011), por lo que podría explicar las señales de TSM, V850 y U850 y HGT en distintos niveles. Además, el patrón SAODI, en su fase negativa, induce un aumento de la precipitación primaveral en el centro-este de Argentina, asociándose con una mayor entrada de aire húmedo a Sudamérica a través del Anticiclón del Atlántico (AA) (González *et al.*, 2017). Las señales encontradas en el océano Atlántico también podrían estar relacionadas con cambios en el AA, especialmente en su intensidad, la cual se ha visto que impacta en la precipitación en la región central del país (cluster 3) (Garbarini *et. al.*, 2019). Por otro lado, la influencia de la altura geopotencial en capas bajas y el viento meridional de la región del océano Pacífico sobre la precipitación del cluster 3 podría estar relacionada con cambios en el Anticiclón del Pacífico (AP), el cual se ha visto involucrado en cambios en la precipitación de primavera en la región del litoral. Además, las fluctuaciones en la intensidad del AP están relacionadas con la Oscilación Antártica (AAO), generando cambios en la precipitación de primavera en el noreste del país. Este fenómeno también podría explicar la señal vista en dichas regiones en los clusters 4 y 6, ya que también se encontró que cambios en la intensidad y posición latitudinal del AP generan cambios en la precipitación de primavera en la costa patagónica y la provincia de Buenos Aires respectivamente (Garbarini *et. al.*, 2020). Además, relacionado a esto, los cambios en la TSM en el noreste y sudoeste del Pacífico Sur (cluster 2 y 5) se pueden asociar a un dipolo subtropical del Pacífico sur que se ve acoplado con anomalías de altura geopotencial en la región este de la cuenca (Zheng *et al.*, 2018), generando cambios en la intensidad del AP con posibles impactos en la precipitación. A su vez, los eventos El

Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y El Niño Modoki (EMI) generan cambios en la circulación atmosférica y, por lo tanto, también están relacionados con anomalías de altura geopotencial sobre las costas de Sudamérica y la región del AP (Weng *et al.*, 2007; Rahn y Garreaud, 2013). Las regiones del océano Índico tropical y subtropical (clusters 5 y 6) podrían estar relacionadas tanto a eventos del Dipolo del Indico (DOI) como al calentamiento de la cuenca completa (IOBW) en la primavera austral, los cuales tienen asociados cambios en los campos de altura geopotencial. A su vez, la región del Índico extratropical en los clusters 4 y 5 es coincidente con la ubicación del sistema anticiclónico semipermanente que modula el flujo de humedad regional y su intensidad está vinculada con los modos de variabilidad de la TSM en el océano Índico (Huang y Shukla, 2008). Las regiones en latitudes altas (clusters 1 y 6), podrían estar relacionadas a cambios en las bajas subpolares, en conexión con los trenes de ondas de Rossby allí presentes, los cuales suelen ingresar al continente por la Patagonia influenciando el clima de Sudamérica.

#### 4) CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la precipitación acumulada de octubre en las zonas del Litoral y centro del país se ve mayormente influenciada por la variabilidad en regiones acotadas del hemisferio sur, especialmente cercanas a Sudamérica. Por otro lado, la precipitación del NOA y la Patagonia de octubre está influenciada por el comportamiento de las tres cuencas durante septiembre, mientras que la de Buenos Aires se relaciona mayoritariamente con la variabilidad en el Atlántico y Pacífico Sur. Esta información permite detectar la presencia de predictibilidad de la precipitación de octubre característica de primavera según la región del país.

#### AGRADECIMIENTOS

A los proyectos 2020-2022 UBACyT 20020190100090BA y 2018-2020 UBACyT 20620170100012BA por la financiación y al Servicio Meteorológico Nacional, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Secretaría de Recursos Hídricos por los datos.

#### REFERENCIAS

- Garbarini, E. M., González, M. H., Rolla, A. L., 2019:** The influence of Atlantic High on seasonal rainfall in Argentina. *Int J Climatol.* 39: 4688–4702. DOI: 10.1002/joc.6098.
- Garbarini, E. M., González, M. H., Rolla, A. L., 2020:** Modulation of seasonal precipitation in Argentina by the South Pacific High. *Int J Climatol.* 2021; 41 (Suppl.1): E3279–E3297. DOI:10.1002/joc.6924.
- González, M. H., Barros, V. R., Doyle, M. E., 2002:** Relation between the onset and end of the South American summer monsoon and rainfall in subtropical South America. *Clim. Res.*, 21, 141-155. DOI: 10.3354/cr021141
- González M.H., Garbarini E.M., Rolla A L., Eslamian S., 2017:** Meteorological Drought Indices: Rainfall Prediction in Argentina en *Handbook of Drought and Water Scarcity: Vol. 1, Principle of Drought and Water Scarcity*, Chapter 29, 540-567, Taylor & Francis Publishing (CRC Group) Editor: Saeid Eslamian. ISBN: 9781498731089 1498731082. Reino Unido, Abingdon.
- Huang, B. y Shukla, J., 2008:** Interannual variability of the South Indian Ocean in observations and a coupled model. *Indian Journal of Marine Sciences*, 37, 13–34.
- Mo K. C., 2000:** Relationships between low frequency variability in the Southern Hemisphere and sea surface temperature anomalies. *J. Climate*, 13, 3599-3610. DOI: 10.1175/1520-0442(2000)013<3599:RBLFVI>2.0.CO;2.
- Nnamchi, H.C., Li, J.P., Anyadike, R.N., 2011:** Does a dipole mode really exist in the South Atlantic Ocean? *J. Geophys. Res.* 116, DOI: 10.1029/2010JD015579.
- Rahn, D. A. y Garreaud, R. D., 2013:** A synoptic climatology of the near-surface wind along the west coast of South America, *Int. J. Climatol.*, 34, 780–792. DOI:10.1002/joc.3724.
- Silvestri, G. y Vera, C.S., 2003:** Antarctic Oscillation signal on precipitation anomalies over southeastern South America. *Geophys Res Lett*, 30, 21, 21-15.
- Weng, H., Ashok, K., Behera, S.K., Rao, S.A., Yamagata, T., 2007:** Impacts of recent El Niño Modoki on dry/wet conditions in the Pacific rim during boreal summer. *Clim Dyn* 29, 113–129.
- Zheng, J., Wang, F., Alexander, M. A., y Wang, M., 2018:** Impact of South Pacific Subtropical Dipole Mode on the Equatorial Pacific, *Journal of Climate*, 31(6), 2197-2216.