

# **Desvíos de la precipitación observada en Argentina subtropical durante la primavera austral y comienzos del verano bajo condiciones ENSO**

**Santiago I. Hurtado<sup>1,2</sup>, Eduardo A. Agosta<sup>1,2</sup>, Pablo G. Zaninelli<sup>1,2,3</sup>,**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP-FCAG)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>3</sup> Instituto de Geociencias (IGEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)-Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España  
UMI3351-IFAECI/CNRS-CONICET-UBA

**Palabras clave:** ENSO, Argentina subtropical, precipitación

## **1) INTRODUCCIÓN**

La precipitación es una variable clave para el desarrollo socioeconómico de Argentina subtropical (ArST). Esta región se define en este trabajo como aquella porción de Argentina al este de los Andes, y aproximadamente, al norte de 34° de latitud sur. La variabilidad de la precipitación en ArST está afectada por las variaciones en las temperaturas superficiales del mar (TSM) del Pacífico central ecuatorial relacionadas al fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS; Cai et al., 2020). El ENOS es un fenómeno acoplado del sistema océano-atmósfera en el Pacífico ecuatorial, caracterizado por periodicidades de 3-5 años entre su fase cálida (El Niño; EN) y fría (La Niña; LN; ver Wang et al., 2017). Tanto los eventos EN como LN, se empiezan a desarrollar a fines del otoño austral y llegan a sus máximos de anomalías de TSM a fines del año calendario. La influencia del fenómeno ENOS sobre Sudamérica (SA) se produce a partir de variaciones en la celda de Walker (este-oeste), en la celda regional de Hadley y por trenes de onda de Rossby extratropicales (Cai et al., 2020). Particularmente durante la primavera austral (octubre-diciembre) una teleconexión por ondas de Rossby se propaga desde el Pacífico central hacia SA, generando un dipolo de ascensos (descensos) en la planicies subtropicales (este de ArST) y descensos (ascensos) en la región Zona de Convergencia del Atlántico Sur (ZCAS) durante los eventos EN (LN; Cai et al., 2020).

Las teleconexiones del fenómeno ENOS, y, por ende, los campos de anomalía de precipitación asociados, presentan variaciones de un evento a otro. Incluso, numerosos estudios han encontrado que hay eventos ENOS en los que la precipitación observada difiere considerablemente de la precipitación esperada para una determinada región y la correspondiente fase del fenómeno ENOS (Kumar & Hoerling). Incluso hay eventos ENOS que presentan a nivel regional situaciones con anomalías de precipitación de signo opuesto a la respuesta media esperada. Estas situaciones las llamaremos “eventos atípicos” de aquí en adelante en este trabajo. De acuerdo a Kumar & Hoerling (1997), las variaciones de respuestas climáticas entre eventos ENOS se deben principalmente a la variabilidad natural de la atmósfera, y no a cambios en las TSM.

Los autores del presente trabajo no han encontrado estudios previos en los cuales se analicen los desvíos respecto a la respuesta media de precipitación en condiciones EN o LN sobre ArST. Hurtado y Agosta (2021) estudiaron los desvíos de la precipitación en SA subtropical bajo condiciones EN y LN a partir de una clasificación basada en un análisis de componentes principales (ACP) de la precipitación utilizando una base de datos reticulada en alta resolución. En este trabajo se propone ampliar el estudio realizado por Hurtado y Agosta

(2021) utilizando series observadas de precipitación en ArST, previstas por el SMN, para la temporada septiembre-enero (SONDE).

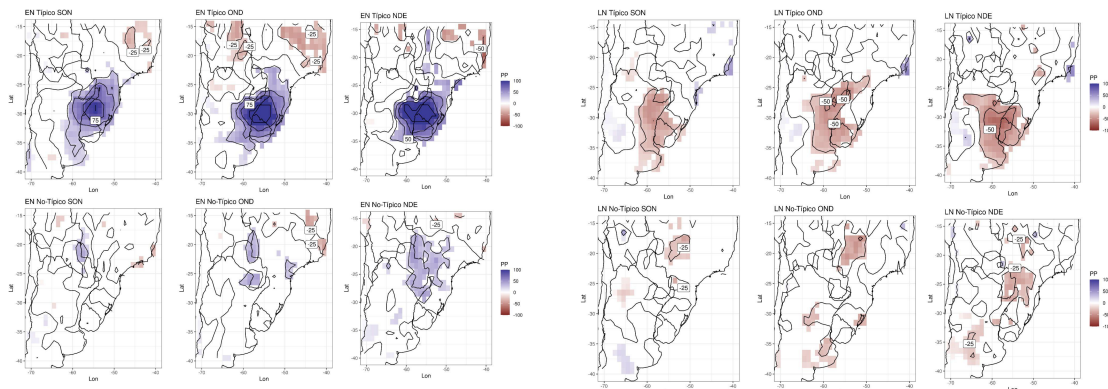
## 2) DATOS

Los datos de precipitación mensual utilizados en el presente trabajo provienen de la red de observación del SMN. En primera instancia se realizó un exhaustivo análisis de control y calidad de datos (ver Hurtado et al., 2020) y de rellenados de datos faltantes (ver Hurtado et al., 2021). Para estudiar la precipitación más allá de los datos de estaciones de ArST, se utilizó la base de datos de precipitación mensual interpolada en punto de retícula del “Global Precipitation Climatology Center” (GPCC) versión (V) 8.05, con una resolución espacial de 1 o y desde enero de 1891 a diciembre del 2016 (Becker et al., 2011).

## 3) RESULTADOS

Para realizar esta categorización, se computó un ACP en modo T (Compagnucci & Richman, 2008) sobre los datos a nivel de estación, utilizando como matriz de entrada las anomalías de cada trimestre SON, OND y NDE bajo condiciones EN y LN, de forma separada, para el período 1979–2016. Las tres CP1 bajo condiciones EN (LN) explican en promedio 31 % (35 %) de la varianza mientras que las CP2 explican en promedio 16 % de la varianza para todos los casos. Con esto se definieron las temporadas SONDE típicas, no-típicas y atípicas acorde a la varianza explicada y el signo de la relación de la CP1 de cada trimestre. Una temporada SONDE típica (atípica) fue definida como aquella en la cual en al menos dos de los tres trimestres la CP1 es la CP que mayor varianza explica en relación directa (inversa). Una relación directa (inversa) implica una correlación positiva (negativa) entre las CPs y las series de precipitación, por lo que las temporadas SONDE típicas (atípicas) presentan patrones de anomalías directas (inversas) respecto a la componente de puntaje (score) CP1. En este sentido, las temporadas no-típicas son aquellas que no entran en la definición de típicas ni atípicas.

Para los trece eventos EN que ocurrieron en el período 1979–2016, cinco (una) temporadas SONDE son clasificadas como típicas (atípica). Mientras que, para los once eventos LN que ocurrieron en el período 1979–2016, seis (cero) temporadas SONDE son clasificadas como típicas (atípicas). Es notable, que los eventos EN presentan más eventos no-típicos que típicos e incluso un evento atípico mientras que los eventos LN presentan más eventos típicos y ningún evento atípico. Esto resalta que la respuesta en la precipitación para eventos EN en la región tiene mucha variabilidad entre eventos, siendo más estable para LN.



**Figura:** Composiciones de anomalías de precipitación para los tres trimestres de la temporada SONDE bajo condiciones EN (paneles izquierdos) y LN (paneles derechos). Áreas con color implican anomalías significativas al 90%.

Para eventos EN típicos se observa un centro de anomalías de precipitación positivas al este de ArST, Uruguay y sur de Brasil en los tres trimestres. A su vez para estos eventos se observan anomalías negativas hacia el noreste del dominio asociado al bien documentado

dipolo sudoeste-noreste de precipitación entre ArST y la región de la ZCAS. Por su parte, los eventos EN no-típicos presentan anomalías significativas y positivas sobre Paraguay en los tres trimestres, que se extienden hasta Misiones en el trimestre NDE. En general, los eventos no-típicos no presentan anomalías significativas sobre ArST y sus anomalías en todo el dominio son menos intensas con respecto a los eventos típicos.

Los eventos LN típicos se caracterizan en los tres trimestres por anomalías negativas de precipitación en el este de ArST y Uruguay, y en menor medida al sur de Brasil. Este núcleo de anomalías está desplazado al oeste respecto a los eventos EN típicos. En eventos LN típicos entre 30° S y 35° S se observa un gradiente anomalía de precipitación en ArST con mayores precipitaciones en el oeste y menores en el este, que es más intenso en el trimestre NDE. Por su parte, los eventos no-típicos no presentan una estructura común entre los distintos trimestres, a excepción de un centro anómalo negativo sobre Brasil en 20°S y 52°O. Las anomalías de precipitación en el trimestre SON para eventos no-típicos es prácticamente nula en casi todo el dominio, con pequeños valores aislados significativos. En cambio, durante OND y NDE las anomalías de precipitación muestran condiciones secas en el centro y este de ArST, aunque estas son débiles y aisladamente significativas.

#### **4) CONCLUSIONES**

De la categorización realizada, se desprende que alrededor del 50% de los eventos ENOS son no-típicos, lo que implica una gran variabilidad entre eventos. Las temporadas no-típicas muestran, en términos medios, anomalías de precipitación más débiles y desplazadas al norte respecto a las típicas. Cabe mencionar que de los 13 eventos EN, sólo 1 evento fue categorizado como atípico y 7 como no-típicos, mientras que de los 11 eventos LN ninguno fue categorizado como atípico y 5 como no-típico. Esto muestra que la respuesta de la precipitación en ArST en la temporada SONDE tiende a ser más estable durante eventos LN que eventos EN.

#### **5) BIBLIOGRAFÍA**

- Becker, A., Finger, P., Meyer-Christoffer, A., Rudolf, B., & Ziese, M. (2011). GPCP full data reanalysis version 6.0 at 1.0: monthly land-surface precipitation from rain-gauges built on gts-based and historic data. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC): Berlin, Germany.
- Cai, W., McPhaden, M. J., Grimm, A. M., Rodrigues, R. R., Taschetto, A. S., Garreaud, R. D., Dewitte, B., Poveda, G., Ham, Y.-G., Santoso, A., et al. (2020). Climate impacts of the el niño–southern oscillation on South America. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 215–231.
- Hurtado, S. I., Zaninelli, P. G., & Agosta, E. A. (2020). A multi-breakpoint methodology to detect changes in climatic time series. an application to wet season precipitation in subtropical Argentina. *Atmospheric Research*, (pp. 104955).
- Hurtado, S. I., Zaninelli, P. G., Agosta, E. A., & Ricetti, L. (2021). Infilling methods for monthly precipitation records with poor station network density in subtropical Argentina. *Atmospheric Research*, (pp. 105482).
- Hurtado, S. I. & Agosta, E. A. (2021). El niño southern oscillation-related precipitation anomaly variability over eastern subtropical South America: Atypical precipitation seasons. *International Journal of Climatology*, 41(7), 3793–3812.
- Kumar, A. & Hoerling, M. P. (1997). Interpretation and implications of the observed inter-el niño variability. *Journal of Climate*, 10(1), 83–91.
- Wang, C., Deser, C., Yu, J.-Y., DiNezio, P., & Clement, A. (2017). El niño and southern oscillation (ENSO): a review. In *Coral reefs of the eastern tropical Pacific* (pp. 85–106). Springer.