

# ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y OSCILACIONES DE BAJA FRECUENCIA EN LA PRECIPITACIÓN DEL CENTRO DE ARGENTINA

Dalia V. Panza<sup>1,2,3</sup>; Leandro B. Díaz<sup>1,2,3</sup>  
[daliavirginia@gmail.com](mailto:daliavirginia@gmail.com). Dalia V. Panza

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

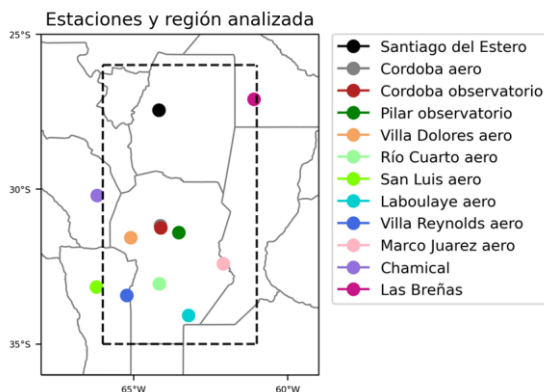
<sup>3</sup> CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

**Palabras clave:** variabilidad multianual, análisis espectral singular, teleconexiones

## 1. INTRODUCCIÓN

La región central de Argentina es una región con bosque seco subtropical. En las últimas décadas se ha dado un avance del capitalismo agrario sobre regiones históricamente postergadas, donde predominaba la producción campesina centrada en la cría extensiva de caprinos y bovinos sobre monte. De este modo, los bosques nativos están siendo reemplazados por la ganadería intensiva y semi-intensiva y por cultivos anuales de regadío, como el cultivo de soja (Cáceres y otros, 2010). Las características de la región hacen que las actividades socio-económicas que se desarrollan sobre ella sean altamente sensibles a la disponibilidad de recursos hídricos afectados directamente por cambios en el régimen de lluvia. Estudios previos han mostrado un aumento en la precipitación anual sobre el territorio argentino subtropical, explicado por el desplazamiento hacia al sur de la celda de Hadley (Barros y otros, 2015; Saurral y otros, 2017) y explicado en parte por el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (Vera y Díaz, 2015). Sin embargo, existen pocos estudios sobre la variabilidad multianual o multidecadal y forzantes de gran escala involucrados que se centren en la región de estudio. Por ese motivo, este trabajo tiene como objetivo profundizar el conocimiento sobre el comportamiento de la precipitación en el centro de Argentina en escalas multianuales.

## 2. DATOS Y METODOLOGÍA



*Figura 1: Mapa con ubicación de las estaciones utilizadas. Las líneas punteadas delimitan la región en la cual se realizó el promedio espacial.*

Para estudiar la precipitación en el centro de Argentina se utilizaron datos de 11 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), una del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), cuya ubicación se indica en la Figura 1, y la base de datos reticulados de precipitación CRU. Para estudiar los forzantes de gran escala asociados con la variabilidad, se utilizaron datos del reanálisis ERA5.

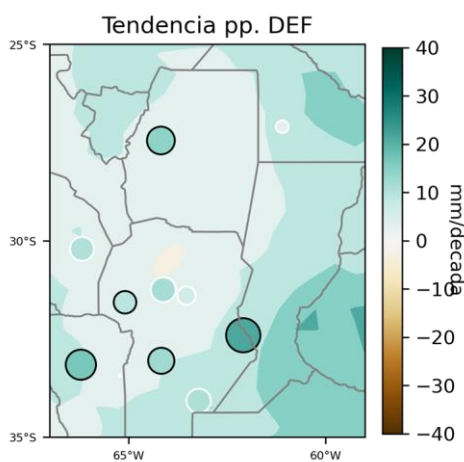
Para realizar el análisis de las tendencias, se calcularon las anomalías de precipitación acumulada mensual respecto del período 1981-2010. Luego se analizó la climatología para cada estación del año y se calcularon las

tendencias lineales utilizando el estimador de Theil-Sen para el período 1960-2020, ya que es menos susceptible a valores extremos.

Para el estudio de la variabilidad multianual se llevó a cabo un Análisis Espectral Singular (SSA por sus siglas en inglés) sobre los datos de precipitación de la base de datos CRU promediados regionalmente entre 26°-35°S y 61°-66°O (Figura 1) para el período 1930-2020 siguiendo la bibliografía de Vautard et. al (1992). De esta forma se obtuvieron tendencias no lineales y componentes periódicas que en su conjunto, explican el comportamiento de esta variable para cada estación del año por separado. Para aplicar este método se utilizó una ventana de 25 años y se evaluó la significancia al 5% y 10% con un test de Monte Carlo.

Luego, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson de las componentes significativas del SSA con cada punto de retícula para los datos de altura geopotencial en 200, 500 y 850 hPa, presión sobre el nivel del mar (ERA5) en el período 1959-2020, que es el período disponible para el reanálisis ERA5.

### 3. RESULTADOS



*Figura 2: Tendencias de Theil-Sen (mm/década) para la precipitación de verano en el período 1960-2020 a partir de los datos de estaciones (círculos) y de datos de CRU (sombreado). En el caso de las estaciones, se indica con un borde negro las tendencias que son significativas*

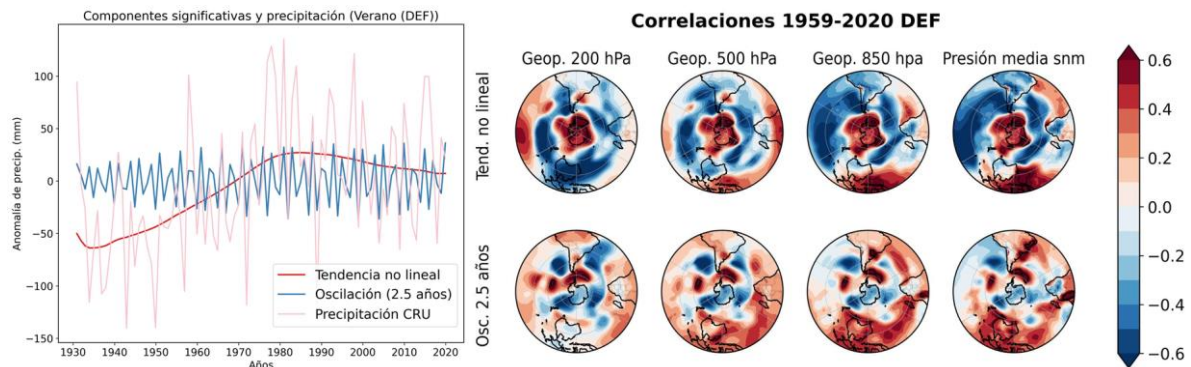
En la Figura 2 se muestran las tendencias para la estación de verano para las estaciones meteorológicas estudiadas y la base de datos CRU en el período 1960-2020. Las tendencias son positivas y, en mayor parte, significativas para la región. Para otoño y primavera se observa el mismo comportamiento pero con una menor magnitud (no se muestra). Por el contrario, en invierno, la estación seca, se observan tendencias negativas aunque no superan los -10 mm/década (no se muestra).

A continuación, se aplicó la metodología de SSA sobre la precipitación promedio de la región para cada estación del año. Se obtuvieron tendencias no lineales significativas para verano, otoño e invierno como primer componente. En tres estaciones aparecen oscilaciones significativas, una en verano con período de 2.5 años, dos en otoño de 2.3 y 3.1 años y por último dos en invierno de 6.1 y 3.1 años (período estimado mediante una transformada rápida de Fourier).

En la Figura 3 se muestran las componentes obtenidas al aplicar el análisis a la estación de verano. Se observa que la tendencia no lineal muestra un incremento entre los años 1930-1976 aproximadamente, pero luego se ve un estancamiento y leve disminución a partir de 1980. Para otoño la tendencia se comporta de manera similar aunque de menor magnitud que en verano, mientras que para invierno, esta componente no muestra tendencia salvo un marcado descenso en los últimos 30 años aproximadamente (no se muestra).

Por último, se analizaron las correlaciones de las componentes obtenidas con la metodología de SSA con las variables de circulación (Figura 3). Para la tendencia no lineal, presenta un patrón anular en las correlaciones con valores negativos en latitudes medias y positivos sobre la Antártida, que asemeja al Modo Anular del Sur, y se observa en todos los niveles. Por otro lado, la componente oscilatoria evidencia un tren de onda con estructura barotrópica. En ambos

casos, se observan correlaciones máximas negativas al oeste de la región de estudio, que se pueden asociar con condiciones ciclónicas corriente arriba que generan condiciones favorables para la precipitación. La componente oscilatoria muestra también correlaciones positivas altas con la temperatura de la superficie del mar en la región del Pacífico ecuatorial sugiriendo la influencia de El Niño (no se muestra).



**Figura 3:** (Panel Izquierdo) Series temporales de las anomalías de precipitación de Verano en el Centro de Argentina (rosa), y de las componentes obtenidas a partir de la metodología de SSA: tendencia no lineal (rojo) y oscilación de 2.5 años (azul). Unidades en mm. (Panel Derecho) Correlación lineal de las componentes significativas obtenidas al aplicar la metodología de SSA sobre la precipitación de verano en el Centro de Argentina con variables de circulación (altura geopotencial en 200, 500 y 850 hPa y presión media sobre le nivel del mar).

#### 4. CONCLUSIÓN

Se observa la existencia de tendencias tanto lineales como no lineales que indican cambios en la precipitación del centro de Argentina en verano, otoño e invierno. Con la metodología de SSA fue posible detectar que las tendencias positivas que predominaban hasta hace algunas décadas, se tornaron negativas indicando una disminución en la precipitación. Se evidencia también una influencia de la variabilidad oceánica. Es necesario profundizar en la relación de estos resultados con la variabilidad propia del sistema climático para asociarlos a fenómenos físicos y entender las causas de los cambios observados.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos UBACyT20020170100428BA, CONICET-PIP11220200102038CO, PICT-2020-SERIEA-I-INVI-00540, CLIMAX de Belmont Forum/ANR-15-JCL/-0002-01. Dalia Panza fue financiada por una beca estímulo del proyecto SGP HW 090 del Interamerican Institute for Global Change Research (IAI).

#### REFERENCIAS

- Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O., & Rusticucci, M., 2015:** Climate change in Argentina: Trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(2), 151–169. <https://doi.org/10.1002/wcc.316>
- Cáceres, D.M., Soto, G, Ferrer, G., Silveti, F. y Bisio, C., 2010:** La expansión de la agricultura industrial en Argentina Central. Su impacto en las estrategias campesinas. *En Cuadernos Des. rural*. 7 (64): 89-117.
- Saurral, R. I., Camilloni, I. A., & Barros, V. R., 2017:** Low-frequency variability and trends in centennial precipitation stations in southern South America. *International Journal of Climatology*, 37(4), 1774–1793. <https://doi.org/10.1002/joc.4810>
- Vautard, R., Yiou, P., y Ghil, M., 1992:** Singular-spectrum analysis: A toolkit for short, noisy chaotic signals. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 58(1-4), 95-126.
- Vera, C. S., y Díaz, L., 2015:** Anthropogenic influence on summer precipitation trends over South America in CMIP5 models. *International Journal of Climatology*, 35(10), 3172–3177. <https://doi.org/10.1002/joc.4153>