

Estudio sobre eventos extremos de precipitación en el norte argentino durante la época de verano

Paula Oliveri^{1,2,3,4}, Sabrina Ayala^{1,2,3,4}, Marianela Groppa^{1,2}, Melanie Meis^{1,2,3,4}

Resumen Este trabajo evalúa los posibles procesos físicos que podrían generar precipitaciones extremas en el norte de la región argentina durante el verano para el periodo 1980-2019. Analiza la influencia de los indicadores remotos sobre la precipitación y la temperatura, y profundiza en la implementación de un modelo estadístico para el pronóstico de precipitación extrema.

Palabras clave Precipitación, eventos extremos, temperatura.

INTRODUCCIÓN

La región norte de Argentina ha experimentado en los últimos años una serie de fenómenos climáticos sin precedentes, tales como inundaciones de gran magnitud y olas de calor. La importancia de profundizar en el estudio de estos eventos radica en la necesidad de una colaboración estrecha entre los tomadores de decisiones y la comunidad científica. El análisis aislado de variables climatológicas no es suficiente cuando se trata de eventos extremos. En este contexto cobra relevancia el estudio de eventos extremos conjuntos conocidos como eventos compuestos, donde una variable meteorológica influye de manera extrema en otra (Leonard et al., 2014). Meis et al. (2024) corroboraron que la temperatura máxima diaria afecta la precipitación extrema tanto en verano como en invierno en diversas regiones del país, identificando procesos físicos similares entre regiones cercanas.

Este trabajo tiene como objetivo profundizar en los procesos físicos que podrían estar generando precipitaciones extremas en el norte de la región argentina durante el verano para el período comprendido entre 1980 y 2019.

METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de temperatura media diaria de estaciones distribuidas por el norte de Argentina, procedentes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), a partir de los cuales se obtuvieron las series de temperatura media estacional y los índices climáticos: el Niño 3.4 (ENSO 3.4), el Dipolo del Océano Índico (DMI) y la oscilación decadal del Océano Pacífico (PDO). La influencia de los modos oscilatorios sobre la temperatura media estacional fue evaluada a partir de un análisis de correlaciones lineales en el período 1980-2012.

Para el caso de la precipitación estacional, se modificó levemente el período de estudio (1985-2020) y se consideraron fuentes adicionales de datos pluviométricos para una mejor cobertura espacial: la Administración Provincial del Agua de Chaco (APA) y la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica (SIPH). Los acumulados estacionales fueron transformados al Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) trimestral a partir de un ajuste Gamma de dos parámetros (McKee et al., 1993). Posteriormente, se evaluó el IPE promedio durante los años de fase positiva y negativa de los indicadores remotos, siendo estas fases definidas en función de los terciles climatológicos de los índices oscilatorios.

Finalmente, para profundizar en la implementación de un modelo estadístico para el pronóstico de precipitación extrema, se utilizaron datos de precipitación y temperatura máxima diaria de 6

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Email: poliveri@at.fcen.uba.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

³CONICET-UBA, Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CIMA), Argentina.

⁴CNRS - IRD - CONICET - UBA, Institut Franco-Argentin d'études sur le Climat et ses Impacts (IRL 3351 IFAECI), Argentina.

estaciones de mediciones in situ provenientes del SMN (Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Catamarca, Corrientes y Posadas) en el periodo 1980-2019. Se propuso un modelo estadístico semiparamétrico de regresión de cuantiles polinómico para estimar el percentil extremo de precipitación (0.90), condicional a los valores de temperatura máxima. Para esta última variable predictora, se utilizó un modelo de regresión armónico dinámico con estructura autoregresiva y estacional (DAR). De dicho modelo se estima el hiperparámetro ρ , representativo de la dependencia temporal de la temperatura diaria, junto con el grado del polinomio que permite obtener la mejor representación de la asociación entre las variables meteorológicas. Asimismo, para poder seleccionar los hiperparámetros del modelo propuesto, realizamos una validación cruzada empleando los datos de entrenamiento. Por último, la validación de los resultados fue realizada comparando el desempeño del modelo propuesto con un modelo nulo que únicamente considera los datos de precipitación.

RESULTADOS

Al comparar cómo se modifica el IPE de verano (diciembre-enero-febrero) y de primavera (septiembre-octubre-noviembre) bajo las fases positiva y negativa de los indicadores ENSO3.4, DMI y PDO, se encuentra que la mayor señal sobre la situación hídrica está vinculada al fenómeno del ENSO, siendo ésta mayor en primavera. En el centro-este de la región se observan condiciones más húmedas (secas) en su fase positiva (negativa), lo cual es representativo de anomalías cálidas (frías) en el Pacífico tropical. En el caso de la temperatura media, la señal de los tres modos oscilatorios estudiados es mayor en primavera que en verano en el noroeste argentino.

Los resultados obtenidos mediante el modelo semiparamétrico muestran que la mayoría de las estaciones contempladas presentan un valor de $\rho = 5$, lo que permite inferir que se trata de un proceso físico largo y complejo que afecta a la temperatura y la precipitación extrema (ver Figura 1). Al estudiar las formas de la relación, se observa una relación cuadrática en Jujuy y una relación lineal en Catamarca. Por otra parte, para Corrientes y Posadas se obtuvo un valor de $\rho = 1$, lo que implica que la serie de temperatura utilizada para predecir exhibe una mínima dependencia temporal, igualmente útil para explicar eventos extremos de precipitación.

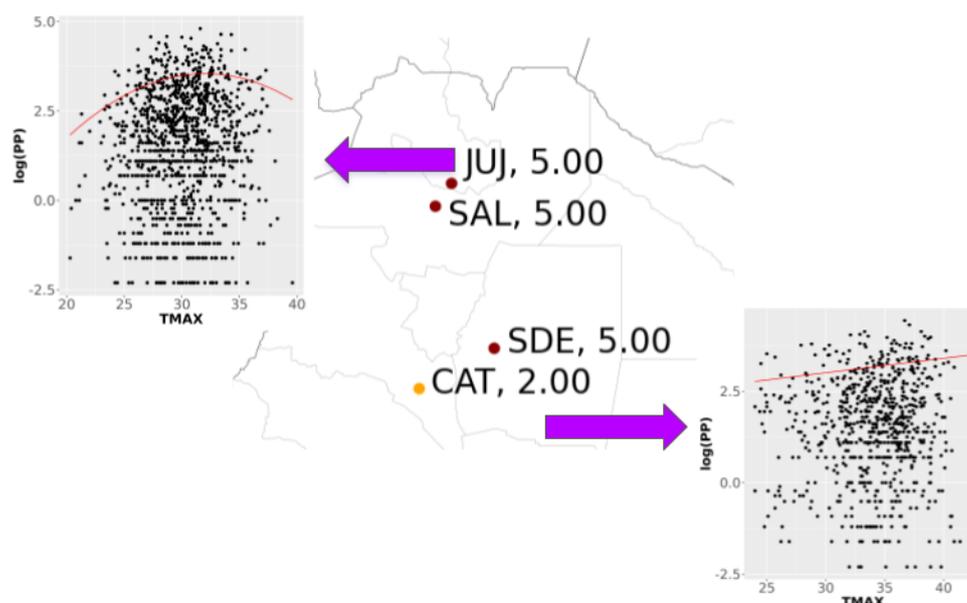


Figura 1. Valor de ρ de la región Noroeste del país junto con las formas polinómicas de asociación obtenidas.

CONCLUSIÓN

El análisis de la precipitación y temperatura estacionales mostró una disminución en la influencia de los indicadores remotos durante el verano, vinculada a la relevancia de los procesos de origen convectivo regional sobre la variabilidad climática del norte argentino. Esto impulsa a analizar la relación entre la precipitación extrema a escala diaria y variables locales. En particular, se obtuvieron parámetros específicos que permitieron identificar varias estaciones de medición con distintas características en cuanto a la relación bivariada de precipitación y temperatura.

Agradecimientos Al proyecto UBA n° 20020220400093BA de la Programación Científica 2023.

REFERENCIAS

- Leonard, M., Westra, S., Phatak, A., Lambert, M., van den Hurk, B., McInnes, K., Risbey, J., Schuster, S., Jakob, D., & Stafford-Smith, M.** (2014). A compound event framework for understanding extreme impacts. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5(1), 113–128. <https://doi.org/10.1002/wcc.252>
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J.** (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 179–184.
- Meis, M., Sued, M., Saurral, R. I., & Menéndez, P.** (2024). A novel statistically-based approach to regionalize extreme precipitation events using temperature data. *Natural Hazards*, 1–23.