

Climatología de los sistemas precipitantes de verano en el interior de los Andes Subtropicales y sus zonas bajas aledañas

Marcos Benedicto ¹, Maximiliano Viale ¹, Paola Salio ³

mbenedicto@mendoza-conicet.gob.ar

¹IANIGLA - CONICET, Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Gobierno de Mendoza, Mendoza, Argentina.

²Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET/UBA, y Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Convección estival, meteorología de montaña, CONGREMET XIV.

1) INTRODUCCIÓN

Zipser y otros (2006); Romatschke y Houze (2010, 2013) estudiaron la distribución, extensión y profundidad de los sistemas precipitantes de verano (Diciembre-Febrero) en el continente sudamericano, haciendo foco en los eventos extremos de precipitación presentes mayoritariamente en el sudeste de sudamérica (SESA). Sin embargo, los umbrales utilizados por los autores para la detección de los eventos extremos de precipitación y el gran tamaño de la región de estudio limitó en sus trabajos la caracterización de los sistemas precipitantes en el interior de los Andes. Vidal (2014) destacó el rol de los Andes (en particular las regiones del Noroeste Argentino y Cuyo) en proporcionar las condiciones dinámicas y termodinámicas que favorecen a la iniciación de la convección, los cuales, de acuerdo a Cancelada y otros (2019), se dan con mayor frecuencia en horas de la tarde y sobre sierras bajas (entre 500-2000 mts). Garreaud y Falvey (2005); Viale y Garreaud (2014) se focalizan solo en las condiciones sinópticas y de mesoescala dentro de la Cordillera que facilitan el transporte de aire húmedo e inestable hacia el interior de los Andes y favorecen el desarrollo de los sistemas precipitantes de verano sobre las laderas del oeste de la Cordillera.

Son limitados los antecedentes que caracterizan específicamente la profundidad, extensión e intensidad de la convección de los sistemas precipitantes inmersos en el interior de los Andes y sus zonas bajas aledañas. Este trabajo plantea obtener una climatología de los sistemas precipitantes de verano (Diciembre-Febrero) a través de los Andes subtropicales (20°S-36°S), incluyendo una caracterización de sus propiedades macrofísicas (extensión horizontal y vertical, e intensidad de la convección).

2) METODOLOGÍA

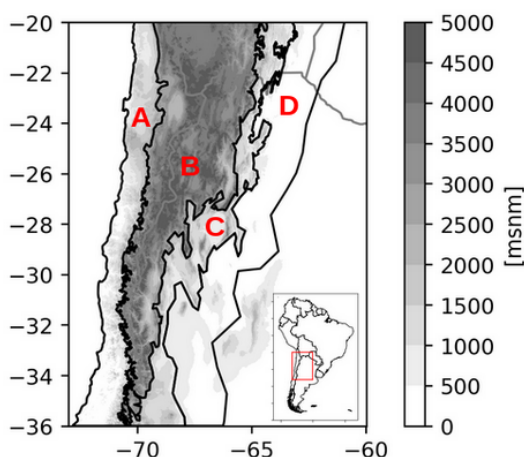


Figura 1: Región de estudio con los sectores [A] Ladera Oeste, [B] interior de los Andes, [C] Ladera Este y [D] Planicies adyacentes.

La región de estudio abarca a los Andes subtropicales entre 20°S-36°S (Figura 1) durante los meses de verano (diciembre, enero y febrero) del Hemisferio Sur entre 1998 y 2013. A fin de captar las diferencias en los sistemas precipitantes en cada sector de los Andes, la región de estudio fue dividida en 4 sectores que poseen características topográficas distintas entre ellos (Figura 1). Las diferencias topográficas, se cree, condicionan las propiedades macrofísicas de los sistemas precipitantes allí presentes. Los sectores se definieron como la Ladera Oeste, en territorio Chileno, el Interior de los Andes, con terreno por encima de los 2000 msnm a excepción de valles internos de menor altura, la Ladera Este, la cual contiene la menor extensión territorial de los 4 sectores pero la mayor pendiente, y las Planicies adyacentes, situadas al Este del pedemonte andino, extendiéndose hasta 300 km dentro de las llanuras. A su vez, cada sector fue subdividido en norte y sur

de 28°S a fin de explorar las variaciones en las propiedades macrofísicas de los sistemas precipitantes en cada subsector.

Los sistemas precipitantes fueron estudiados usando la versión 7 de los *Radar Precipitation Features* (RPFs, Liu y otros, 2008) cuya base de datos pertenece a la Universidad de Utah (http://atmos.tamucc.edu/trmm/data/trmm/v7/level_2/rpf/). Se define a un RPF como un conjunto de píxeles contiguos con valores de precipitación cercana a la superficie no nula del producto 2A25 del sensor PR a bordo del satélite TRMM. Este criterio permite definir a un sistema precipitante sobre la base de la continuidad de su campo de precipitación cercana a superficie. Los RPFs combinan las mediciones de los 3 sensores a bordo de TRMM (PR, TMI y LIS) lo que permite una caracterización tridimensional de las propiedades macro y micro físicas de los sistemas precipitantes, y cuantificar su extensión horizontal, vertical, intensidad de la convección y naturaleza de la precipitación. Debido a su fácil acceso y procesamiento, el uso de los RPFs permitió establecer comparaciones entre sistemas precipitantes de distintas regiones del mundo a fines de inferir los mecanismos físicos subyacentes que dan lugar a las diferencias encontradas en las estructuras de la precipitación.

3) RESULTADOS

La frecuencia de RPFs durante el verano austral es mayor sobre la Ladera Este y Planicies adyacentes que en el Interior de los Andes y la Ladera Oeste. El máximo de frecuencias de RPFs alcanzado durante el verano austral corresponde al norte de 28°S sobre la Ladera Este. De esta manera la presencia de sistemas precipitantes se ve

favorecida sobre las zonas de máxima pendiente en el flanco este de los Andes. La hora de máxima frecuencia de RPFs en el interior de los Andes ocurre en horas de la tarde (15-18 LST), en Ladera Este hacia finales de la tarde (18-21 LST) y sobre las Planicies adyacentes hacia la noche (21-0 LST). El desfase del máximo de frecuencias de RPFs desde la tarde hacia la noche en dirección este de los Andes supone la propagación de sistemas iniciados en los cordones montañosos del interior de los Andes, como resultado del calentamiento diurno, hacia las zonas bajas del este. Este comportamiento ya fue previamente documentado por Romatschke and Houze (2010); Cancelada y otros (2020).

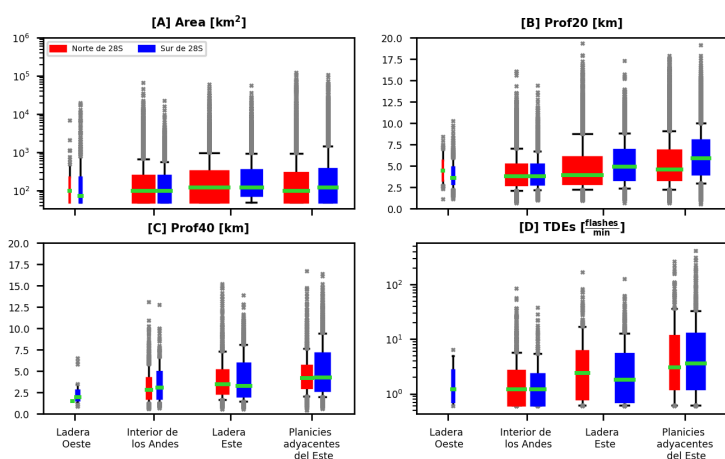


Figura 2: *Boxplots que representan las distribuciones del área precipitante, Prof20 y Prof40 (profundidades máximas alcanzadas desde el suelo por los ecos de 20 y 40 dBZ, respectivamente, dentro de cada RPF) y TDEs (tasa de descargas eléctricas) de los RPFs presentes en cada sector al norte y sur de 28°S. Los límites de los boxplots son los percentiles 10 y 90, la mediana está en verde y los valores atípicos en gris. El ancho de cada boxplot es proporcional a la cantidad de centroides de RPFs en cada sector al norte y sur de 28°S dividida por la cantidad de mediciones totales del sensor por sector y el área de cada sector.*

De acuerdo a la Figura 2 (A y B) la mayor parte (75%) de los RPFs en el interior de los Andes desarrolla áreas precipitantes pequeñas (< 250 km²) y columnas de precipitación de hasta 7 km de alto. La presencia de actividad eléctrica y núcleos de precipitación intensa es esporádica allí y está presente más frecuentemente al norte de 28°S. Las tasas de descargas eléctricas de los RPFs con descarga detectada no superan los 6 flashes min⁻¹ (Figura 1 D). Los RPFs de Ladera Oeste, por un lado, presentan áreas y columnas de precipitación de dimensiones similares al interior de los Andes. Pero por otro lado la intensidad de los RPFs de Ladera Oeste es mucho menor que los del interior de los Andes. Además se encontró que hay 8 veces menos RPFs con descargas eléctricas en Ladera Oeste frente al interior de los Andes, con núcleos de precipitación intensa de profundidad máxima inferior a los 3 km desde el suelo. Por otro lado, los patrones de convección más intensos de toda la región se presentan en la Ladera Este y sus Planicies adyacentes. Allí los RPFs desarrollan áreas precipitantes superiores a los 1000 km² y columnas de precipitación de más de 10 km de profundidad máxima desde el suelo en más del 10% de los casos (Figura 1 B). A esto se le asocia la presencia de núcleos de precipitación intensa con ecos de 40 dBZ presentes por encima de los 8 km desde el suelo (Figura 1 C) y tasas

de descargas eléctricas mayores a 10 flashes min⁻¹ (Figura 1 D), más frecuentemente al sur de 28°S de ambos sectores. Si bien la mayor parte de los RPFs son más extensos, profundos e intensos hacia el este de los Andes, se detectaron casos (< 10%) al norte de 28°S en el Interior de los Andes cuyas características son similares a los RPFs más extremos detectados en la Ladera Este y sus Planicies adyacentes.

El 10% de los RPFs más extensos de cada sector representan más del 70% del volumen de lluvia total por sector, a diferencia de los RPFs con los núcleos de precipitación intensa más profundos, los cuales aportan mayoritariamente (30%) sobre la Ladera Este y Planicies adyacentes, en menor medida (18%) en el Interior de los Andes e ínfimamente (6%) sobre Ladera Oeste. Asimismo, la precipitación de tipo estratiforme (convectiva) implica el 70% del volumen de lluvia total en Ladera Oeste (Ladera Este y Planicies adyacentes). Los RPFs de Ladera Oeste se concentran al sur de 35°S y representan a sistemas precipitantes poco frecuentes, extensos y asociados a procesos de precipitación estratiforme con escasa producción de núcleos de precipitación intensa. Por el contrario, los RPFs de la Ladera Este y Planicies adyacentes se caracterizan por combinar grandes áreas precipitantes y núcleos de precipitación intensa con las mayores tasas de descarga eléctrica de la región. Si bien al norte de 28°S del interior de los Andes existe una fracción de RPFs con características microfísicas similares a los eventos más extremos presentes en la Ladera Este y Planicies adyacentes los mismos no contribuyen significativamente al volumen de lluvia total del sector, como sí en los dos sectores antes mencionados.

5) REFERENCIAS

Cancelada, M., Salio, P., Vila, D., Nesbitt, S. W. y Vidal, L., 2020: Backward Adaptive Brightness Temperature Threshold Technique (BAB3T): A methodology to determine extreme convective initiation regions using satellite infrared imagery. *Remote Sensing*, 12(2), 337.

Falvey, M., y Garreaud, R. D., 2005: Moisture variability over the South American Altiplano during the South American low level jet experiment (SALLJEX) observing season. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 110(D22).

Romatschke, U. y Houze Jr, R. A., 2010: Extreme summer convection in South America. *Journal of Climate*, 23(14), 3761-3791.

Romatschke, U., y Houze, R. A., 2013: Characteristics of precipitating convective systems accounting for the summer rainfall of tropical and subtropical South America. *Journal of Hydrometeorology*, 14(1), 25-46.

Viale, M., y Garreaud, R., 2014: Summer precipitation events over the western slope of the subtropical Andes. *Monthly Weather Review*, 142(3), 1074-1092.

Vidal, L. 2014: Convección extrema sobre Sudamérica: estructura interna, ciclos de vida e influencia de la topografía en la iniciación (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Zipser, E. J., Cecil, D. J., Liu, C., Nesbitt, S. W. y Yorty, D. P., 2006: Where are the most intense thunderstorms on Earth?. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(8), 1057-1072.