

# CARACTERIZACIÓN DE EVENTOS ALTAMENTE PRECIPITANTES ASOCIADOS AL PROCESO DE LLUVIA CÁLIDA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

Pedro Lohigorry<sup>1</sup>, Juan Ruiz<sup>2,3</sup>, Luciano Vidal<sup>1</sup>

[plohigorry@smn.gob.ar](mailto:plohigorry@smn.gob.ar)

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

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires, Argentina.

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

**Palabras clave:** Precipitaciones intensas, lluvia cálida, radar, radiosondeo.

## 1) INTRODUCCIÓN

Las inundaciones urbanas son uno de los fenómenos más peligrosos asociados con la convección húmeda profunda. Por este motivo es relevante avanzar en el conocimiento de estos sistemas altamente precipitantes para mejorar su detección y pronóstico.

Doswell y otros (1996) y Davis (2001) presentaron un marco conceptual de ingredientes físicos necesarios para maximizar el potencial de lluvias intensas que pueden producir inundaciones repentinas y proponen que la producción de grandes tasas de lluvias son fundamentalmente el resultado de los procesos microfísicos dentro de las nubes convectivas. Lamb (2001) plantea que las tasas de precipitación son mayores cuando el proceso de lluvia cálida (también conocido como colisión-coalescencia) es dominante en la celda convectiva, siendo aquella precipitación la que se genera en nubes que se encuentran a temperaturas por encima de los  $-10^{\circ}\text{C}$ .

De acuerdo con Davis (2001) los entornos más favorables para el predominio del proceso de lluvia cálida son: 1) ascendentes poco intensas asociadas a CAPES elongados y menores a  $1500 \text{ J kg}^{-1}$  y con valores de NCAPE inferiores a  $0,1 \text{ m s}^{-2}$ ; 2) espesor de nube cálida (ENC) menor a 3000 m; 3) humedad relativa promedio de la capa 1000/500 hPa (HR 1000/500) mayor al 70%; y 4) agua precipitable superior al percentil 75 de la climatología de cada mes. Por otro lado, en los eventos de precipitación intensa donde domina el proceso de lluvia cálida la reflectividad se concentra en niveles cercanos a la superficie a lo largo de toda la vida de la celda convectiva. Este patrón se conoce como centroide de reflectividad en niveles bajos (LEC, por sus siglas en inglés) y permite identificar los eventos de lluvia cálida a partir de datos de radar.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

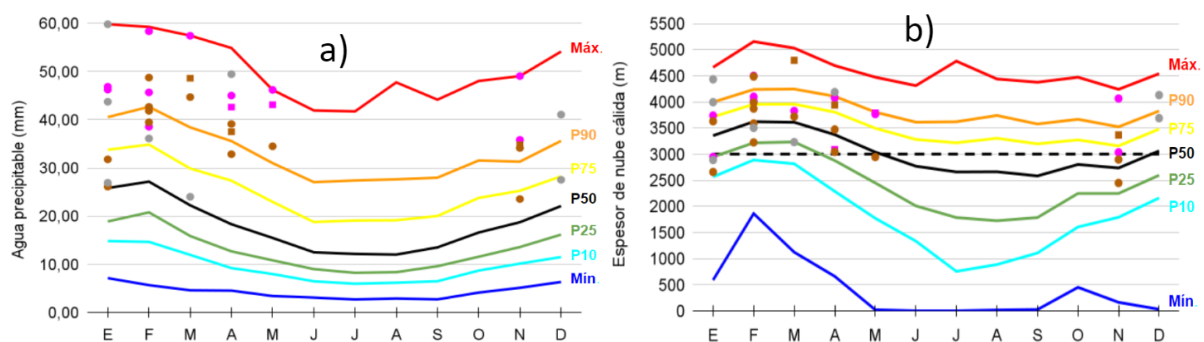
Se utilizaron los datos de reflectividad del radar meteorológico banda C Doppler propiedad del SMN ubicado cerca del Aeropuerto Internacional de Ezeiza, para el periodo 2000-2018. Con los radiosondeos lanzados desde la estación meteorológica Ezeiza se calcularon el CAPE, el NCAPE, la HR 1000/500 y el agua precipitable para las 12 y 00 UTC disponibles. Por último, se utilizaron datos de precipitación acumulada cada 6 horas para 10 estaciones

meteorológicas del SMN en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

Para seleccionar los eventos altamente precipitantes se definió el umbral de 60 mm o más de precipitación en 6 horas (eventos PM60), encontrando 121 casos en los 19 años bajo estudio. Sin embargo, 75 eventos PM60 fueron descartados porque los datos no se encontraban en el archivo digital de radar del SMN o los eventos PM60 se reportaron en la estación meteorológica Ezeiza (ubicada dentro del cono de silencio del radar). Por lo tanto, solo 46 eventos PM60 fueron estudiados.

### 3) RESULTADOS

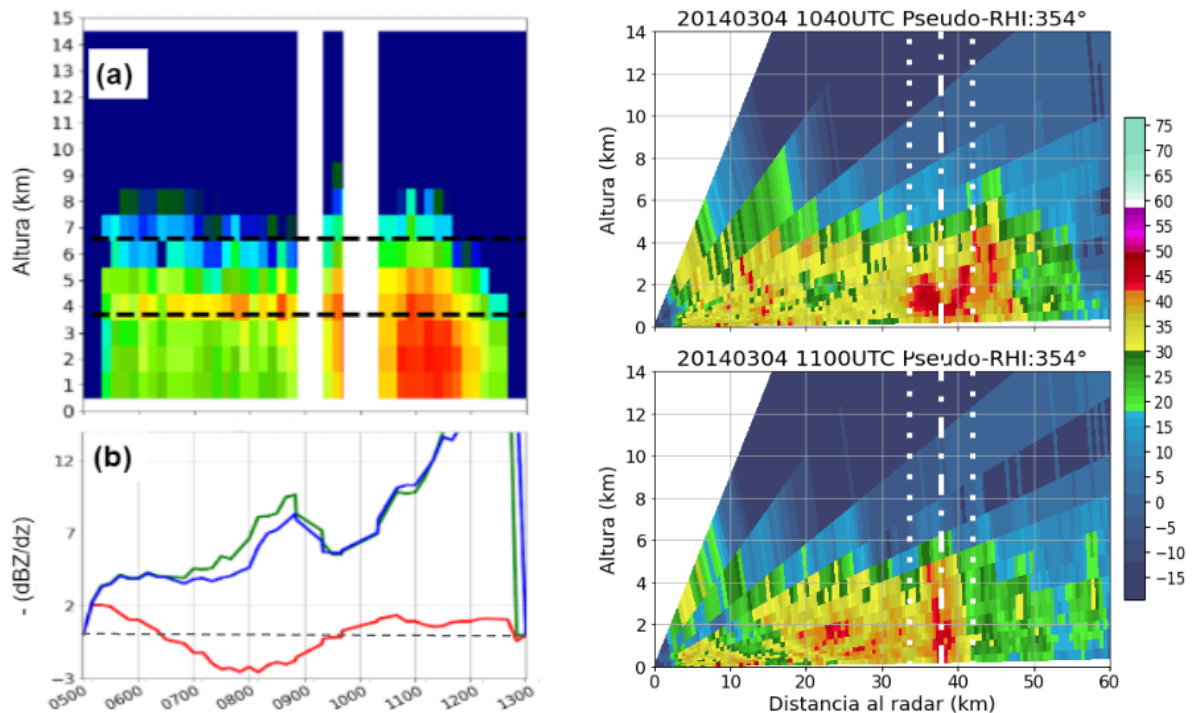
En la Figura 1 se presentan los valores mínimos y máximos y los percentiles 90, 75, 50, 25 y 10 de cada mes del agua precipitable y el ENC junto a los valores calculados de los radiosondeos lanzados 6, 12 y hasta 18 horas antes de los eventos PM60. En dicha figura se observa que 29 de los 34 radiosondeos previos a eventos PM60 tienen un agua precipitable superior al percentil 75 de cada mes. En el caso del ENC, 30 de 36 radiosondeos cumplen con el umbral de 3000 m. El resto de las índices (no mostrados) también presentan una buena correspondencia con el modelo conceptual analizado.



**Figura 1:** Percentiles y valores máximos y mínimos mensuales (líneas de colores) de agua precipitable (a) y del ENC (b) y valores obtenidos a partir de los sondeos de 12 UTC de los eventos PM60 (puntos) para el periodo 2000-2018. Las líneas naranja, amarilla, negra, verde y celeste se corresponden a los percentiles 90, 75, 50, 25 y 10 respectivamente. Las líneas roja y azul indican los máximos y mínimos de cada mes.

- (■): radiosondeo lanzado a las 12 UTC (00 UTC) y 6 horas antes de un evento PM60.
- (■): radiosondeo lanzado a las 12 UTC (00 UTC) y 12 horas antes de un evento PM60.
- : radiosondeo lanzado a las 12 UTC y 18 horas antes de un evento PM60.

En la Figura 2 se presenta a modo de ejemplo diferentes productos derivados del radar de Ezeiza para un evento PM60 registrado en la estación meteorológica de San Fernando en el cual se reportaron 139 mm en 6 horas. Mediante el análisis de este tipo de figuras se clasificaron los 46 eventos PM60 como: 1) Evento de convección dominada por el proceso de lluvia cálida (ELC) cuando se detectaba el patrón LEC a lo largo de la vida de la celda convectiva y cuando la pendiente de la reflectividad en la capa cálida mostraba un crecimiento de la reflectividad hacia el suelo (Xu y otros 2008); 2) Evento de convección mixta (ECM) cuando se midieron reflectividades altas en la región donde son más activos los procesos de fase mixta; y 3) Evento combinado (EC) cuando se encontraron características mixtas de ELC y ECM a lo largo de las 6 horas en las que se registró el evento PM60.



**Figura 2:** (a) reflectividad en función de la altura y del tiempo promediada dentro de un cilindro de 5 km de radio centrado en la estación San Fernando; las líneas negras indican la altura de la isoterma de 0° y -20°C obtenidas del radiosondeo inmediato anterior. (b) inversa de la pendiente vertical de la reflectividad en la capa cálida (rojo), entre 0°C y -20°C (azul) y entre 0°C y el echo top (verde). (c) y (d) Pseudo-RHI en el radial en dirección a la estación San Fernando; las líneas punteadas blancas indican el cilindro de 5 km de radio.

#### 4) CONCLUSIONES

De 121 eventos PM60 identificados a lo largo de 19 años de datos, sólo 46 pudieron ser estudiados con el radar. De estos 46 casos, 18 fueron clasificados como ELC, otros 18 fueron clasificados como ECM y los 10 eventos restantes fueron EC, lo cual sugiere que los procesos de lluvia cálida juegan un rol importante en la generación de eventos altamente precipitantes en nuestra región. Las cuatro características del entorno que favorecen la ocurrencia del proceso de lluvia cálida analizadas en los radiosondeos de Ezeiza presentaron buena correspondencia con la bibliografía.

#### REFERENCIAS

**Davis, R. S., 2001:** Flash Flood Forecast and Detection Methods. En: Doswell C.A. (eds) Severe Convective Storms. Meteorological Monographs N°50, 481–525. American Meteorological Society, Boston, MA.

**Doswell, C. A., III, Brooks, H. E. y Maddox, R. A., 1996:** Flash flood forecasting: An ingredients based methodology. Weather and Forecasting, 11, 560–581.

**Lamb, D., 2001:** Rain production in convective storms. En: Doswell C.A. (eds) Severe Convective Storms. Meteorological Monographs N°50, 299–321. American Meteorological Society, Boston, MA.

**Xu, X., Howard, K. y Zhang, J., 2008:** An Automated Radar Technique for the Identification of Tropical Precipitation. Journal of Hydrometeorology, 9, 885–902.