

ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA Y LA MICROFÍSICA Y CINEMÁTICA DE UN EVENTO SEVERO EN CÓRDOBA USANDO EL MODELO WRF-ELEC

Melina Y. Luque^{1,2}, Rodrigo E. Bürgesser^{1,2}, Juan J. Ruiz^{3,4}
melina.luque@unc.edu.ar. Autora correspondiente.

¹Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG CONICET)

²Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba (FaMAF-UNC)

³Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA)

⁴Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

Palabras clave: Actividad eléctrica, mecanismo no-inductivo, WRF-ELEC.

INTRODUCCIÓN

Después de las inundaciones, la actividad eléctrica atmosférica es el fenómeno meteorológico global que provoca un mayor número de pérdidas humanas y daños materiales. En nuestro país, la actividad eléctrica atmosférica es relevante y la vulnerabilidad frente a este fenómeno es particularmente alta (Nicora et al., 2014).

Numerosos estudios afirman que las descargas eléctricas atmosféricas producidas por las tormentas están asociadas a diferentes eventos meteorológicos severos como la caída de granizo (Mezher y Mercuri, 2008; Mezher et al, 2012; Cecil y Blankenship, 2012), lluvias intensas, tornados y fuertes vientos. Más precisamente, son numerosos los trabajos que, haciendo uso de datos de satélites, radares y redes terrestres, han podido concluir que existe correlación entre la actividad eléctrica de una celda convectiva y distintas variables microfísicas y cinemáticas tales como el volumen de la ascendente, la masa de hielo y la cantidad de hielo precipitado (Williams et al., 1999; Wiens et al., 2005; Steiger et al., 2007; Deierling and Petersen, 2008; Schultz, 2009; Schultz et al., 2017; Carey et al., 2019).

Además de datos reales, pueden emplearse simulaciones numéricas de los procesos atmosféricos como herramientas para estudiar estas correlaciones.

En este estudio, se empleó el modelo WRF-ELEC para reproducir la actividad eléctrica de un evento severo ocurrido el día 11 de diciembre de 2018 en la Provincia de Córdoba con el fin de analizar las propiedades cinemáticas, microfísicas y eléctricas del evento y estudiar la correlación entre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

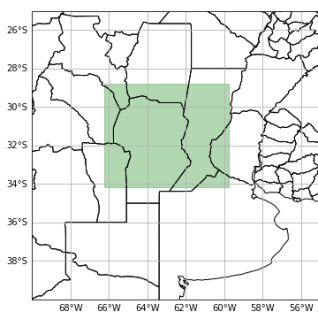


Figura 1. Dominio de la simulación.

La Figura 1 muestra el dominio de simulación del modelo WRF-ELEC. Con la intención primera de analizar en detalle el comportamiento de una única celda convectiva, un algoritmo de tracking fue empleado para tal fin. Dicho algoritmo identificó los pixeles contiguos que tuvieran velocidad ascendente superior a 17.5 m s^{-1} por un tiempo superior a 20 minutos y los etiquetó como un mismo objeto o celda convectiva. Así, el algoritmo de tracking identificó 50 objetos o celdas convectivas. Para cada celda, la distribución espacial y la evolución temporal de las razones de

mezcla de los distintos hidrometeoros fueron analizadas, así como la evolución de la densidad de carga asociada a cada hidrometeoro, la separación de carga total de la celda y la tasa de descargas eléctricas.

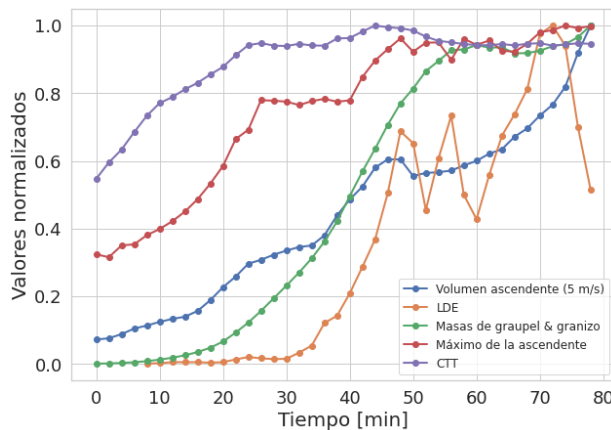


Figura 2. Evolución temporal de las masas de granizo y graupel, volumen de la ascendente para 5 m s^{-1} , temperatura de tope de nube (CTT), velocidad máxima de la velocidad ascendente y LDE (flashes por intervalo de tiempo) para una celda convectiva.

La Figura 2 muestra la evolución temporal de distintas variables microfísicas, cinemáticas y de la tasa de descargas representada por la variable eléctrica LDE. Podemos decir que el comportamiento de la actividad eléctrica (LDE) es acompañado por la evolución del volumen de la ascendente (5 m s^{-1}) así como por la masa de graupel y granizo. Por otro lado, la evolución temporal del valor máximo de la ascendente y de CTT parecen ser no

correlacionarse con LDE. Sin embargo, el máximo de CTT precede en 4 minutos al primer máximo de LDE.

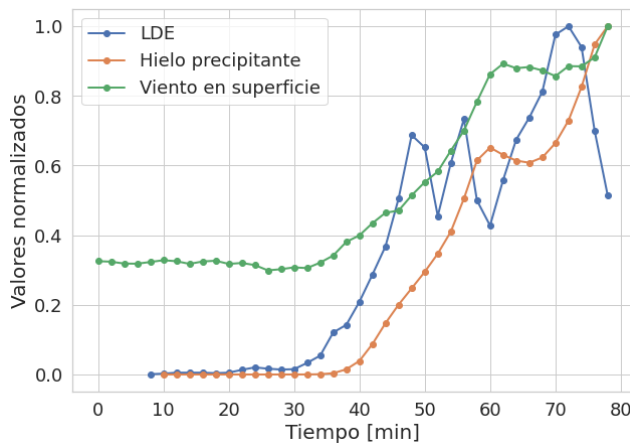


Figura 3. Evolución temporal del hielo precipitante, del viento en superficie y de LDE (flashes por intervalo de tiempo) para una celda convectiva.

La Figura 3 muestra la evolución temporal de LDE y de dos variables superficiales, hielo precipitante y viento en superficie. Para la celda analizada, se observa una correlación entre las tres variables siendo el primer máximo de LDE predecesor de notables incrementos en el hielo en superficie, así como en el viento superficial.

Un análisis más general es presentado en la Figura 4 donde se muestra la distribución de los coeficientes de Pearson obtenidos entre las curvas de LDE y las distintas variables para todas las celdas detectadas. Se observa

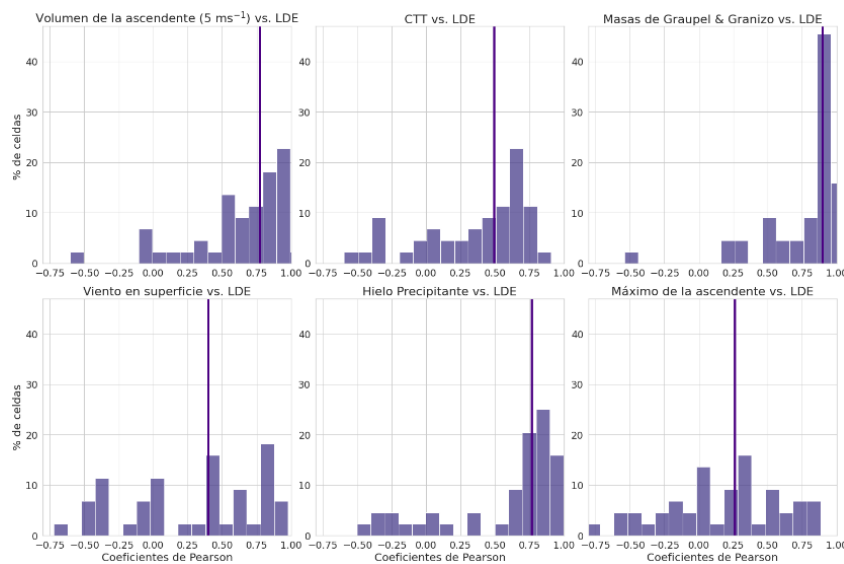


Figura 4. Histogramas que muestran la distribución de los coeficientes de correlación de Pearson de todas las celdas para el volumen de la ascendente de 5 m s^{-1} , la temperatura de tope de nube (CTT), las masas de graupel y granizo, el viento en superficie, la masa de hielo por debajo de 1000 m (hielo precipitante) y el máximo de la ascendente. La línea vertical indica el valor de la mediana de la distribución en cada caso.

que las evoluciones de la masa de graupel y granizo, del volumen de la ascendente y del hielo precipitante se correlacionan muy bien con LDE presentando coeficientes de Pearson superiores a 0.75 para más de la mitad de las celdas analizadas. A diferencia de lo observada en la Figura 3, la CTT no presenta muy buena correlación con LDE ya que la mediana de la

distribución de los coeficientes de Pearson es 0.5. Finalmente, el máximo de la ascendente tiene mala correlación con LDE pues la mediana es de 0.26.

Los resultados aquí obtenidos reproducen los resultados de trabajos como los de Deierling and Petersen (2008) y Carey et al. (2019) quienes encuentran correlaciones similares entre las mismas variables aquí mencionadas. Finalmente, el modelo WRF-ELEC reproduce las correlaciones entre la actividad eléctrica y otras variables microfísicas y dinámicas observadas en diversas tormentas reales.

REFERENCIAS

- Carey, L. D., Bain, A. L., Deierling, W., Petersen, Pickering, K. E., W. A., Schultz, C. J y Schultz, E. V., 2019.** An evaluation of relationships between radar-inferred kinematic and microphysical parameters and lightning flash rates in Alabama storms. *Atmosphere*, 10(12), 796.
- Cecil, D. J., & Blankenship, C. B., 2012.** Toward a global climatology of severe hailstorms as estimated by satellite passive microwave imagers. *Journal of Climate*, 25(2), 687-703.
- Deierling, W., & Petersen, W. A., 2008.** Total lightning activity as an indicator of updraft characteristics. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D16).
- Mezher, R. N., Gattinoni, N. N. y Mercuri, P. A., 2008.** Distribución espacio-temporal del granizo en argentina. *Reunión Argentina de Agrometeorología*, 12, 10.
- Mezher, R. N., Bancho, S., y Saibene, Y. B., 2012.** Identificación de granizo con la utilización de variables polarimétricas de los radares de Paraná y Anguil, el radar de Pergamino y daño en cultivos. In *Congreso Argentino de Meteorología*. 11. 2012 05-06 28-01, 28 de mayo al 1 de junio de 2012. Mendoza. AR.
- Nicora, M. G., Avila, E. E., Burgesser, R. E., D'elia, R. L., Rosales, A., Salvador, J. O. y Quel, E. J., 2014.** La actividad eléctrica atmosférica en Argentina: estimación de la tasa de mortalidad anual por acción de caídas de rayos.
- Schultz, C. J., Carey, L. D. y Petersen, W. A., 2009.** Preliminary development and evaluation of lightning jump algorithms for the real-time detection of severe weather. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48(12), 2543-2563.
- Schultz, C. J., Blakeslee, R. J., Carey, L. D. y Schultz, E. V., 2017.** Kinematic and microphysical significance of lightning jumps versus nonjump increases in total flash rate. *Weather and forecasting*, 32(1), 275-288.
- Wiens, K. C., Rutledge, S. A., y Tessendorf, S. A., 2005.** The 29 June 2000 supercell observed during STEPS. Part II: Lightning and charge structure. *Journal of the atmospheric sciences*, 62(12), 4151-4177.
- Williams, E., Boldi, B., Buechler, D., Hodanish, S., Matlin, A., Sharp, D. y Weber, M., 1999.** The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. *Atmospheric Research*, 51(3-4), 245-265.
- Steiger, S. M., Carey, L. D. y Orville, R. E., 2007.** Total lightning signatures of thunderstorm intensity over north Texas. Part I: Supercells. *Monthly Weather Review*, 135(10), 3281-3302.