

PRONÓSTICO PROBABILÍSTICO PARA UN CASO DE ESTUDIO DE UNA SUPERCELDA EN LAS SIERRAS DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Milagros Alvarez Imaz¹, María Eugenia Dillon^{1,2}, Paola Salio^{4,5,6}
Lluís Fita,^{3,5,6} Diego Saúl Carrió Carrió⁷
malvarezimaz@smn.gob.ar

¹ Servicio Meteorológico Nacional, Argentina (SMN)

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

³ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires, Argentina.

⁴ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina.

⁵ CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

⁶ CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

⁷ University of Melbourne, Australia

Palabras clave: pronóstico probabilístico, supercelda, predictibilidad, parametrizaciones físicas, condiciones iniciales y de borde

1) INTRODUCCIÓN

La región de las Sierras de Córdoba (SDC) en Argentina es una de las áreas de topografía compleja que favorece la iniciación de los sistemas convectivos que posteriormente se propagan hacia el este, como evidenciaron Vidal (2014) y Cancelada y otros (2020). La capacidad de pronosticar cuándo y dónde se iniciará un nuevo sistema convectivo es importante para poder alertar a la población y tomar medidas consecuentes ante un posible fenómeno severo. Si bien la iniciación de la convección (IC) ha sido ampliamente estudiada (Su y Zhai 2017, Zhang y otros 2019, entre otros), la predicción de la ubicación y el momento de ocurrencia sigue siendo un desafío, en parte debido a la falta de observaciones espacial y temporalmente densas, especialmente en la capa límite planetaria.

El pronóstico por ensambles es una manera adecuada de considerar las incertidumbres del modelo permitiendo predecir el escenario más probable y estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento de interés (Epstein, 1969; Buizza, 2018; entre otros). En varios trabajos se ha demostrado que un pronóstico probabilístico obtenido por un conjunto de simulaciones (ensamble) tiene un mejor desempeño que aquel considerando una única simulación (por ejemplo, Buizza, 2001). En particular, para estudiar la predictibilidad de las superceldas con simulaciones de alta resolución, el parámetro de helicidad de la ascendente (UH) entre 2 y 5 km ha presentado buenos resultados como predictor de este tipo de tormentas (por ejemplo, Trier y otros, 2021).

El objetivo de este trabajo es analizar la predictibilidad de la IC de una supercelda en la región de las SDC a partir de simulaciones probabilísticas regionales con convección permitida.

2) METODOLOGÍA

El caso de estudio seleccionado es una celda convectiva aislada que se inició a las 19:26 UTC del 17 de octubre de 2017 sobre el lado este de las SDC. Este evento convectivo presenta los aspectos clásicos con

el ciclo de vida de una supercelda marginal que incluye dos bifurcaciones de la celda. En lo que respecta a la escala sinóptica, el área se encuentra afectada por la presencia de la depresión del noroeste argentino (DNOA, Seluchi y otros, 2003) favoreciendo la inestabilidad y el ingreso de humedad en niveles bajos en la región. Durante ese día la DNOA se profundizó y se propagó hacia el sur como frente cálido. Esta discontinuidad de mesoescala promueve la advección de humedad y temperaturas cálidas a la región junto con viento del este desde las planicies hasta las SDC, el cual puede interactuar con la topografía facilitando los movimientos de ascenso como posible mecanismo de IC.

Para realizar los pronósticos probabilísticos con el modelo regional *Weather and Research Forecasting* (WRF) se consideraron como condiciones iniciales y de borde a los pronósticos por ensamble de los modelos globales *Global Ensemble Forecast System* (GEFS) y del ECMWF con frecuencia temporal de 3 horas. Se utilizó una resolución horizontal de 3 km y se combinaron diferentes parametrizaciones de microfísica (WSM6 de un-momento, Thompson y Morrison, ambas de dos-momentos) y capa límite planetaria (YSU (Yonsei University) y MYJ (Mellor Yamada Janic)). De lo obtenido en Imaz y otros (2021) con simulaciones determinísticas para el mismo caso de estudio, las configuraciones que tuvieron mejor desempeño fueron Thompson-YSU, WSM6-YSU y Morrison-MYJ. Por lo tanto, se generaron 6 ensambles de 20 miembros para cada configuración mencionada, considerando condiciones iniciales y de borde de GEFS y ECMWF.

3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para este caso de estudio se resolvieron gran cantidad de iniciaciones en diferentes zonas de la provincia de Córdoba, aunque una gran cantidad se detectó al este de las SDC, similar a la observación. En cuanto a los horarios de IC, los mismos fueron posteriores al horario observado, con excepción a la configuración Morrison-MYJ donde los miembros resolvieron gran cantidad de IC previo a las 19 UTC.

En general, los ensambles muestran una gran predictibilidad del entorno resolviendo altos valores de MUCAPE y bajos valores de NCL al este y sobre las SDC, lo que favorece la IC. En cuanto a la organización del sistema convectivo, los valores pronosticados de inestabilidad de MUCAPE, helicidad relativa a la tormenta de 1 a 3 km y cortante vertical de viento entre superficie y 6 km, favorecen que el tipo de organización simulada sea supercelular coincidiendo con la observación. La Figura 1 muestra la secuencia del valor absoluto de UH mayor a 10 y 50 m^2s^{-2} entre las 15 y 24 UTC para todas las configuraciones y la trayectoria de la celda observada en cuadrados negros. Se puede ver que la trayectoria de la celda observada se encuentra dentro del área conformada por las simulaciones con parametrización Thompson-YSU y WSM6-YSU con ambas condiciones iniciales y de borde. Para este caso de estudio, considerar las 120 simulaciones y en particular los 80 miembros asociados a Thompson-YSU y WSM6-YSU, genera un gran aporte en cuanto a la definición de un área más probable de IC y evolución de la supercelda.

Se destaca que el modelo WRF muestra una fuerte sensibilidad a las condiciones iniciales y de borde, con una respuesta relativamente similar en la configuración del modelo independientemente del forzante global, en particular para los esquemas de capa límite planetaria.

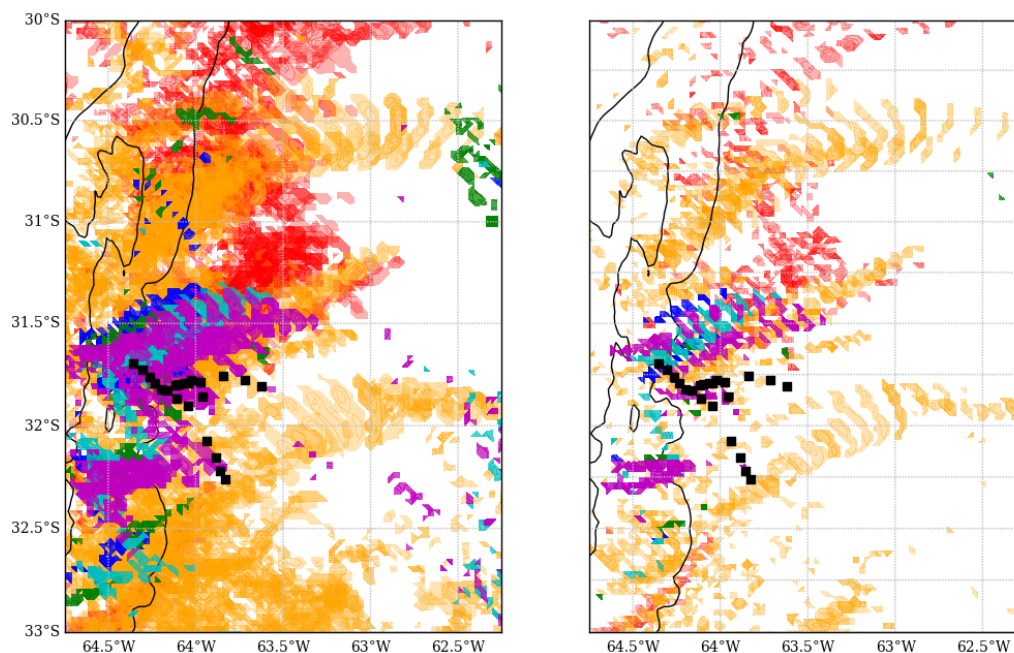


Figura 1: Valores de helicidad de la ascendente entre 2-5 km [m^2s^{-2}] menores a $10 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ (izquierda) y a $50 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ (derecha) entre las 15 y 00 UTC del día siguiente para todas las configuraciones: ECMWF-Morrison-MYJ (rojo), ECMWF-Thomson-YSU (azul), ECMWF-WSM6-YSU (verde), GEFS-Morrison-MYJ (naranja), GEFS-Thompson-YSU (cyan), GEFS-WSM6-YSU (magenta). En cuadrados negros se encuentra la trayectoria observada del sistema considerando la reflectividad, obtenida a partir de la metodología de seguimiento de sistemas de Cancelada y otros (2020). En contornos negros se encuentra la altura de la topografía en 500 y 1000 m.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto PICT 2018-3202.

REFERENCIAS

- Buizza, R. (2001). Chaos and weather prediction-A review of recent advances in Numerical Weather Prediction: Ensemble forecasting and adaptive observation targeting. *Il nuovo cimento C*, 24(2), 273-302.
- Buizza, R. (2018). Ensemble forecasting and the need for calibration. In *Statistical postprocessing of ensemble forecasts* (pp. 15-48). Elsevier.
- Cancelada, M., Salio, P., Vila, D., Nesbitt, S. W., & 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.
- Imaz, M. A., Salio, P., Dillon, M. E., & Fita, L. (2021). The role of atmospheric forcings and WRF physical set-up on convective initiation over Córdoba, Argentina. *Atmospheric Research*, 250, 105335.
- Trier, S. B., Romine, G. S., Ahijevych, D. A., Sobash, R. A., & Chasteen, M. B. (2021). Relationship of convection initiation and subsequent storm strength to ensemble simulated environmental conditions during IOP3b of VORTEX Southeast 2017. *Monthly Weather Review*, 149(10), 3265-3287.
- 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).
- Seluchi, M. E., Saulo, A. C., Nicolini, M., & Satyamurty, P. (2003). The northwestern Argentinean low: A study of two typical events. *Monthly Weather Review*, 131(10), 2361-2378.
- Su, T., & Zhai, G. (2017). The role of convectively generated gravity waves on convective initiation: A case study. *Monthly Weather Review*, 145(1), 335-359.
- Zhang, M., Meng, Z., Huang, Y., & Wang, D. (2019). The mechanism and predictability of an elevated convection initiation event in a weak-lifting environment in central-eastern China. *Monthly Weather Review*, 147(5), 1823-1841.