

ANÁLISIS REGIONAL DE UN ALGORITMO SATELITAL MULTI FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE GRANIZO BASADO EN OBSERVACIONES MICROONDAS PASIVAS UTILIZANDO RADARES METEOROLÓGICOS

Vito Galligani¹²³, Maite Cancelada⁴, Paola Salio⁴²³, Sarah D. Bang⁵
victoria.galligani@cima.fcen.uba.ar

⁽¹⁾UBA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires, Argentina.

⁽²⁾CONICET–UBA. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Argentina.

⁽³⁾CNRS – IRD – CONICET – UBA. IFAECI (IRL 3351). Buenos Aires, Argentina.

⁽⁴⁾UBA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, DCAO. Buenos Aires, Argentina.

⁽⁵⁾NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, USA.

Palabras clave: granizo, tiempo severo, observaciones microondas satelitales.

Diversos estudios realizados en las últimas décadas dan cuenta que las tormentas que ocurren principalmente en el centro de nuestro país presentan características extremas a nivel global, colocando a la región central de Argentina entre los 4 países con las tormentas más intensas del planeta (Zipser et al. 2006; entre muchos otros). Estas tormentas son eventos meteorológicos de alto impacto social ya que generan fenómenos severos extremos como la ocurrencia de granizo - uno de los principales causantes de daños y pérdidas en todo el mundo, tanto en la agricultura como en la infraestructura en general. Particularmente, la región cercana a Mendoza es famosa por la frecuencia de tormentas de granizo severas (Mezher et al. 2012); cerca del 8% de los días entre el 15 de octubre y el 31 de marzo entre 2000 y 2003 observaron granizo superior a 2 cm (Rosenfeld et al. 2006). Asimismo, la zona central de Córdoba (con máximo en Río Cuarto) suele experimentar granizo severo (Matsudo y Salio 2011), y el granizo alcanza incluso tamaños gigantes (>15 cm).

La sensibilidad a la dispersión del granizo que brindan las observaciones microondas pasivas ha motivado el desarrollo de diferentes proxies para detectar la presencia de granizo, la mayoría de los cuales utilizan umbrales de temperatura de brillo de 37 GHz y canales de microondas de mayor frecuencia (i.e. 89 GHz) a bordo de satélites en órbita terrestre baja. Dichos estudios han generado de esta manera diferentes climatologías (Cecil and Blankenship 2012; Mroz et al. 2017; Bang and Cecil 2019; entre otros). En estos estudios, la región del centro y noreste de nuestro país también presenta un máximo de ocurrencia de granizo.

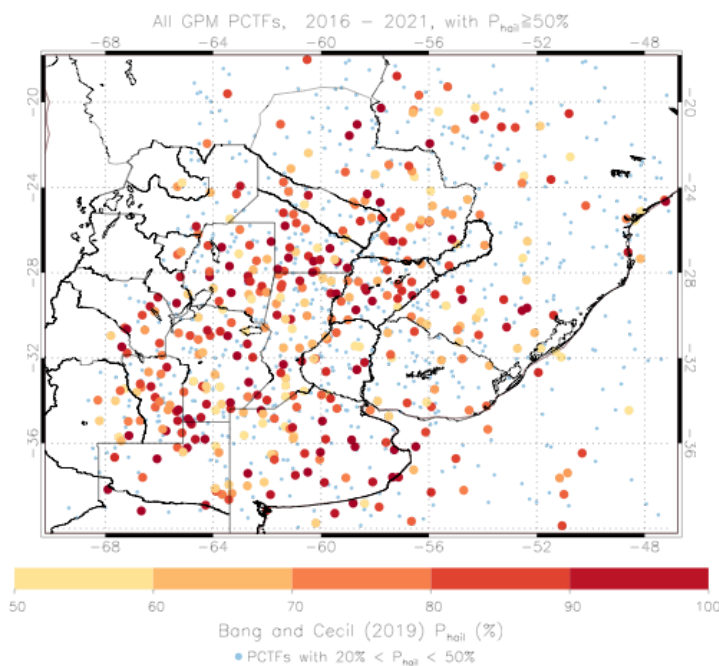
Dado el potencial destructivo de las tormentas de granizo es de gran interés desarrollar y validar herramientas de detección de granizo que permitan mejorar la detección de los eventos en tiempo real, así como también climatologías que a su vez permitan avanzar en la

comprensión de este fenómeno. Una opción es utilizar bases de datos de ocurrencia fenómenos severos basados en observaciones in-situ, sin embargo dicha base de datos se encuentra en desarrollo y actualmente solo incluye reportes discontinuos de fenómenos severos entre 2018 y 2022, recolectados por medio de redes sociales, noticias y proyectos de ciencia ciudadana. Esta base requiere una constante actualización y control de calidad por parte de los recursos humanos asignados a su conformación, y aun es solo un esfuerzo muy incipiente. Es por ello que el sensoramiento remoto ofrece una valiosa alternativa. A su vez, otras climatologías de granizo están basadas en datos de radares meteorológicos de doble polarización y por ejemplo utilizan esquemas de identificación de hidrometeoros como el desarrollado por Dolan et al. (2013). Sin embargo, este enfoque requiere una red de radares meteorológicos de doble polarización bien calibrados y siempre estará limitada al dominio geográfico en el que opera la red.

Contar con un producto de detección de granizo basado en observaciones satelitales permite realizar un análisis climatológico en regiones aún no cubiertas por la red de radares de manera completa y consistente a nivel espacial y temporal. Un producto satelital por lo tanto brinda uniformidad geográfica y evita sesgos. Este trabajo se propone evaluar y analizar el desempeño en nuestra región del algoritmo satelital multi-frecuencia de ocurrencia de granizo desarrollado en Bang et al. (2019) basado en observaciones microondas pasivas de los instrumentos TRMM Microwave Imager (TMI) y GPM Microwave imager (GMI). Esta tarea es importante ya que si bien este producto ha sido evaluado a nivel global (Bang et al. 2021), el algoritmo ha sido entrenado con reportes coincidentes de granizo en Estados Unidos en el periodo 1997–2014 recolectados por el Storm Prediction Center de Estados Unidos. Es por ello que es importante realizar un estudio detallado a nivel regional para evaluar posibles debilidades respecto al entrenamiento con datos de Estados Unidos.

Se analiza la base de datos de Bang et al. (2019) en el periodo 01-01-2016 to 01-04-2021 y en la región 45° S - 22° S, 70° W - 47° W. La base de datos está compuesta por precipitation features (PFs, Liu et al. 2008) a los cuales el algoritmo de interés otorga una probabilidad de ocurrencia de granizo superior al 50% (ver Figura 1). Con el fin de analizar las características potencialmente diferentes del granizo en estas áreas y/o evaluar deficiencias del producto en la detección de granizo a nivel regional, se analizaron las señales radiométricas de estos PFs (e.g., MIN37PCT, MIN89PCT) y se seleccionaron casos de estudio que contarán con observaciones de radares meteorológicos polarimétricos utilizando los radares RMA1 (Córdoba), RMA5 (Bernardo de Irigoyen), RMA4 (Resistencia), RMA3 (Las Lomitas), RMA8 (Mercedes), y aquellos radares disponibles durante RELAMPAGO como el

CSU-CHIVO y el CSPR-2. En los casos disponibles se analizan los reportes de granizo en



superficie disponibles. Para los casos de estudio, se propone analizar las observaciones polarimétricas disponibles y aplicar el algoritmo de identificación de hidrometeoros (HID, Dolan et al., 2013) ya implementado en la región en Bechis et al. (2022).

Figura 1: Climatología de ocurrencia de granizo calculada a partir de GMI en el dominio de interés de enero de 2016 a marzo de 2021. Los valores presentados son de probabilidad acumulada de granizo (>50 %) según lo estimado por Bang et al. (2019).

REFERENCIAS

- Bang, S. D., & Cecil, D. J. (2019). Constructing a Multifrequency Passive Microwave Hail Retrieval and Climatology in the GPM Domain, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(9), 1889-1904, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0042.1>.
- Bang, S. D., & Cecil, D. J. (2021). Testing Passive Microwave-Based Hail Retrievals Using GPM DPR Ku-Band Radar, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 60(3), 255-271, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0129.1>.
- Bechis, H., V. Galligani, M. Alvarez Imaz, M. Cancelada, I. Simone, F. Piscitelli, P. Maldonado, and P. Salio: A case study of a severe hailstorm in Mendoza, Argentina, during the RELAMPAGO-CACTI field campaign. *Atmospheric Research*. 271, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106127>.
- Cecil, D. J., and C. B. Blankenship, 2012: Toward a global climatology of severe hailstorms as estimated by satellite passive microwave imagers. *J. Climate*, 25, 687-703, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00130.1>.
- Dolan, B., Rutledge, S.A., Lim, S., Chandrasekar, V., Thurai, M., 2013. A robust C-band hydrometeor identification algorithm and application to a long-term polarimetric radar dataset. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 52, 2162-2186, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-12-0275.1>.
- Liu, C., E. J. Zipser, D. J. Cecil, S. W. Nesbitt, and S. Sherwood, 2008: A cloud and precipitation feature database from nine years of TRMM observations. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 47, 2712-2728, <https://doi.org/10.1175/2008JAMC1890.1>.
- Matsudo, C., Salio, P., 2011. Severe weather reports and proximity to deep convection over northern argentina. *Atmos. Res.* 100, 523-537, 5th European Conference on Severe Storms, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.11.004>.
- Mezher, Romina N.; Doyle, Moira Evelina; Barros, Vicente Ricardo; Climatology of hail in Argentina; Elsevier Science Inc; Atmospheric Research; 114-115; 10-2012; 70-82, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.05.020>.
- Mroz, K., A. Battaglia, T. J. Lang, D. J. Cecil, S. Tanelli, and F. Tridon, 2017: Hail-detection algorithm for the GPM Core Observatory satellite sensors. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 56, 1939-1957, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0368.1>.
- Rosenfeld, D., Woodley, W.L., Krauss, T.W., Makitov, V., 2006. Aircraft microphysical documentation from cloud base to anvils of hailstorm feeder clouds in argentina. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 45, 1261-1281, <https://doi.org/10.1175/JAM2403.1>.
- Zipser, E. J., C. Liu, D. J. Cecil, S. W. Nesbitt, and D. P. Yorty, 2006: Where are the most intense thunderstorms on Earth? *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 87, 1057-1072, <https://doi.org/10.1175/BAMS-87-8-1057>.