

Características espacio-temporales de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo en el período 1980-2021

Spatio-temporal characteristics of aeroavalanches in Guantanamo province in the period 1980-2021

Autores: MSc. Yanneyis Rojas-Díaz¹, <https://orcid.org/0000-0002-8755-5441>

MSc Alis Valera-de la Rosa², <https://orcid.org/0000-0001-6587-1928>

MSc. Enrique Perigó-Roman¹, <https://orcid.org/00-0002-0916-0487>

Ing. Andrés Aragón-Matos¹, <https://orcid.org/00-0003-3152-2071>

Organismo: ¹Centro Meteorológico Provincial, Guantánamo, Cuba. ²Centro de Pronóstico del Tiempo, Insmet, Cuba.

E-mail: yanneyis.rojas@gtm.insmet.cu, alis.varela@insmet.cu, enrique.perigó@gtm.insmet, aragon.matos@gtm.insmet.cu

Fecha de recibido: 7 jul. 2022

Fecha de aprobado: 8 sep. 2022

Resumen

Una de las manifestaciones de las Tormentas Locales Severas son las aeroavalanchas, las que pueden ocasionar importantes daños socioeconómicos. El objetivo de esta investigación es caracterizar el comportamiento espacio temporal de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo en el período 1980-2021. A partir de los reportes de este evento severo del Grupo de Vigilancia Meteorológica Provincial se organizaron y procesaron en formato Office Excel y con Quantum Gis. Para el estudio se analizaron los años, meses de mayor y menor incidencia, así como el análisis del tiempo de inicio; además se confeccionó el mapa de distribución espacial. Los resultados resaltan que la mayor cantidad de reportes por años corresponde al 2002 y 2016, que los meses de la mayor ocurrencia están entre mayo y julio, siendo la hora de inicio más frecuente entre las 14:00 y las 15:00 horas; los municipios más vulnerables son Yateras, Guantánamo y Maisí.

Palabras clave: Tormentas locales severas; Aeroavalanchas

Abstract

One of the manifestations of Severe Local Storms are aeroavalanches, which can cause significant socioeconomic damage. The objective of this research is to characterize the spatio-temporal behavior of aeroavalanches in the Guantánamo province in the period 1980-2021. Based on the reports of this severe event from the Provincial Meteorological Surveillance Group, they were organized and processed in Office Excel format and with Quantum Gis. For the study, the years, months of highest and lowest incidence were analyzed, as well as the analysis of the time of onset; In addition, the spatial distribution map was made. The results highlight that the largest number of reports per year corresponds to 2002 and 2016, that the months of greatest occurrence are between May and July, with the most frequent start time being between 2:00 p.m. and 3:00 p.m.; the most vulnerable municipalities are Yateras, Guantánamo and Maisí.

Keywords: Severe local storms; Aeroavalanches

Introducción

Las Tormentas Locales Severas (TLS) están entre los fenómenos naturales de origen meteorológico que resultan más peligrosos para el hombre dentro de la mezo escala (Orlanski, 1975); no tanto por su frecuencia sino por los notables impactos socioeconómicos que son capaces de producir.

Una de las manifestaciones de severidad asociadas a las TLS son los vientos lineales horizontales fuertes (más de 25 m/s), a lo largo de una línea que se desplaza por la superficie terrestre denominada Frente de Racha. Esta masa de aire se debe a la corriente fría descendente de la nube de tormenta conocida en Cuba como Aeroavalancha (AA) propuesta por (Alfonso, 1994) para referirse al fenómeno denominado en inglés como “downburst”, que de acuerdo a la (OMM, 1992) se define como “fuertes corrientes descendentes que ocasionan vientos destructores al llegar a la superficie terrestre, acompañado de una intensa tormenta que puede ocurrir en unos pocos minutos, mientras que el frente de racha por lo general, tiene una mayor duración”. La expresión downburst resulta una palabra compuesta de los vocablos “down” (hacia abajo o descendente) y “burst” (racha o ráfaga).

Muchas son las investigaciones que se han referido a la formación, desarrollo y comportamiento de las corrientes dentro de las nubes de tormentas, algunos desde un punto de vista más teórico y otros de manera práctica, así como en la búsqueda de su pronóstico a nivel internacional se resaltan los trabajos de (Sasaki y Baxter, 1986) plantean que “la generación de vientos fuertes en superficie está dada por un transporte de momento hacia abajo, desde los niveles medios y altos”; (Foster, 1958) propuso una forma modificada para calcular el potencial de la corriente descendente; (R.Wakimoto, 1985) y (Atkins y Wakimoto, 1991) hacen un análisis de condiciones termo dinámicas que favorecen la ocurrencia de estos fenómenos; (Doswell et al. 1992) realizó una propuesta de condiciones como determinantes para que se produzca la convección profunda. (Caracena y Maier, 1987) se refirieron a la importancia del aire seco de niveles medios de la tropósfera, como un ambiente que produce Micro-aeroavalanchas (Micro-AAs) húmedas en el sur de la Florida. Otra investigación fue la de (Oreskovic, 2016) realizada a partir de simulaciones numéricas de una aeroavalancha (AA) teniendo en cuenta un estudio paramétrico y una comparación con un modelo meteorológico. En Cuba se destacan los valiosos estudios de (Alfonso, 1994) quien profundiza sobre la ocurrencia de las TLS en Cuba, sus efectos y características climatológicas, al igual que (Aguilar et al., 2005); seguidamente (Aguilar et al., 2009; Carnesoltas et al., 2010) encontraron las condiciones a escala sinóptica que favorecen la ocurrencia de las TLS en Cuba.

Desde el punto de vista conceptual (Rojas y Carnesoltas, 2013), plantearon que “el conjunto de procesos que intervienen en la generación, desarrollo y disipación de un evento local severo, se pueden agrupar sólo en tres condiciones necesarias y una condición suficiente”; (Rabelo, 2012; Carnesoltas et al., 2013) propusieron una expresión analítica como variable de diagnóstico que permitió estimar la intensidad de la racha máxima potencial de las AAs, en la región que incluye a las provincias cubanas de La Habana, Mayabeque y Artemisa; (Gutierrez, 2020) determinó los factores físicos-meteorológicos pre-existentes en los niveles medios troposféricos que posibilitan la ocurrencia de las AAs en Cuba.

Esta temática cobra vital importancia, tanto desde el punto de vista científico como práctico; debido a que las Aeroavalanchas se producen con relativa frecuencia y en casos extremos puede cobrar vidas humanas y afectar sectores económicos importantes; de ahí que el conocimiento que se tenga al respecto, es de sumo interés para el área de responsabilidad de la Vigilancia Meteorológica y los órganos de dirección del gobierno y la Defensa Civil en general. Los resultados ofrecen un aporte notable y gran avance en las investigaciones de las tormentas locales severas en la provincia, como herramienta de evaluación territorial ante la

posible ocurrencia de este fenómeno severo; solo encontrándose estudios similares en los desarrollados por (Rojas, 2006; Rojas et al., 2021).

Por ello, el objetivo que persigue esta investigación, al caracterizar el comportamiento espacio-temporal de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo, en el período 1980-2021, permitirá contribuir a mitigar su impacto social, pues las mismas son capaces de producir pérdidas de vidas humanas y grandes daños económicos y materiales.

Materiales y métodos

El estudio partió del análisis del registro de reportes del Grupo de Vigilancia Meteorológica del Centro Meteorológico Provincial de Guantánamo. Además, se tuvo en cuenta la información elaborada en las notas meteorológicas, aficionados, periódicos, y redes sociales. Toda la información obtenida fue ordenada y sometida a un control de calidad, dejando solo los datos que presentaban un alto grado de confiabilidad. A partir de este proceso se conformó una base de datos de reportes con 148 casos, correspondiente al período 1980 -2021 (41 años).

En formato Office Excel se organizó la base de datos de reportes de aeroavalanchas, del período 1980-2021, lo cual permitió obtener las tablas de cantidad por años, por meses y hora de inicio, más frecuentes de este evento severo; además se le sumaron las coordenadas geográficas de cada localidad, donde hubo reportes de las mismas.

Se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta de trabajo para la distribución espacial de las Aeroavalanchas en Guantánamo, ya que permiten ubicar y correlacionar todos los reportes que afectan en una zona determinada. La implementación de los SIG aporta gran actualidad científica, al constituir una de las tecnologías de avanzada a nivel mundial, donde lo novedoso consiste en la recopilación, organización, análisis y salida de diferentes informaciones espaciales y alfanuméricas de fácil manipulación por los usuarios. Una de las bondades de los SIG es que permiten la representación espacial de los datos, donde cada elemento debe estar correctamente geo-referenciado. Para el estudio en cuestión, se utilizó el sistema de coordenada plana NAD_1927_Cuba_Sur en la región oriental, con proyección Cónica Conforme de Lambert.

La confección de los mapas se realizó con Quantum Gis (QGIS) que es un sistema de información geográfica de software libre y código abierto, compatible con un importante número de sistemas operativos. Con el software QGIS y utilizando el sistema de coordenadas mencionado anteriormente, se creó el mapa de distribución espacial de los reportes de aeroavalanchas para Guantánamo. La totalidad de los reportes se trabajó a una escala para la provincia Guantánamo de 1: 50 000.

Resultados y discusión

Distribución anual y mensual de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo

En el presente estudio no solamente se tomaron las TLS cuyos vientos lineales cumplían el requisito de haberse medido 25 m/s o más, sino que en la mayoría de las ocasiones, la TLS ocurrió muy cercana a la estación, por lo que, aunque la velocidad del viento medido por los instrumentos no sobrepasó dicho umbral, las manifestaciones reales en el terreno mostraban evidencias de ser mucho mayores que el valor medido, lo que hizo pensar que el centro de la tormenta no pasó sobre la estación, sino a un lado. Por esta razón también se incluyeron por separado, las que cumplieron el requisito y las que no lo cumplieron, pero que tienen valores significativos en la velocidad registrada, entre 18 y 25 m/s. (Alfonso, 1994) refiriéndose a este aspecto, señaló que “había que tener en cuenta que estos fenómenos afectan zonas muy reducidas, de dimensiones mucho menores que la distancia entre las estaciones

meteorológicas, por lo que se comprende que el número anual de TLS con rachas destructoras en Cuba es muy elevado”.

En los años analizados se reportaron 148 casos del evento severo Aeroavalancha para la provincia Guantánamo, evento que ocupa el segundo lugar en ocurrencia en el territorio; es significativo destacar que entre los años 1980 y el 2001 (**figura 1**) solamente se registraron dos casos en 1983; siendo nulos en los restantes años; no obstante, en ese intervalo de tiempo aparecen reportes de otras severidades. Sin embargo, el análisis puede inferirse en dos direcciones: no se puede descartar que esta irregularidad de reportes esté relacionada con el propio desarrollo tecnológico y social del hombre, así como a su expansión hacia zonas deshabitadas, lo que conlleva a que ahora estos fenómenos se aprecien con mayor regularidad, aumentando la vulnerabilidad y la probabilidad de ser afectado por una TLS en un lugar determinado y la otra dirección que genera la problemática en la detección y reporte de los fenómenos severos en el país es una realidad a tener en cuenta, lo que tiene mucho que ver con que estos eventos tienen una pequeña extensión territorial, por lo que parte ocurren sin afectar áreas habitadas o de interés socioeconómico; limitación que también está presente en la recopilación de reportes de TLS a nivel mundial. Por todo esto se infiere que los reportes de cada provincia son sólo una pequeña porción de las TLS que realmente ocurren, por tanto, su impacto sobre la sociedad es mucho mayor que el que se refleja en las actuales estadísticas, coincidiendo con lo planteado por (Aguilar et al., 2005).

La mayor concentración de este fenómeno severo se presentó en el año 2001, con 23 reportes, seguido del 2002 y 2016, con 18 y 15 reportes respectivamente.

La distribución mensual refleja que la mayor concentración de reportes corresponde al período activo (mayo-octubre), siendo el mes de mayo el de mayor incidencia con el 22.3%, para un total de 33 reportes y julio con 25 representando el 16.9% (**figura 2**). En el período poco lluvioso el mínimo de reportes de aeroavalanchas se encuentra en el mes de enero y febrero con (1 reportes); mientras que en marzo es notorio la carencia de reportes en los años analizados con un máximo en el mes de abril (11 reportes) para un 7.4% de ocurrencia; esto explica que las tormentas ocurridas a finales del mes de abril (período de transición), el cual, según (Lecha et al., 1994), ocurre a principios de noviembre y a finales de abril, pueden presentar condiciones muy similares a los meses del período lluvioso del año.

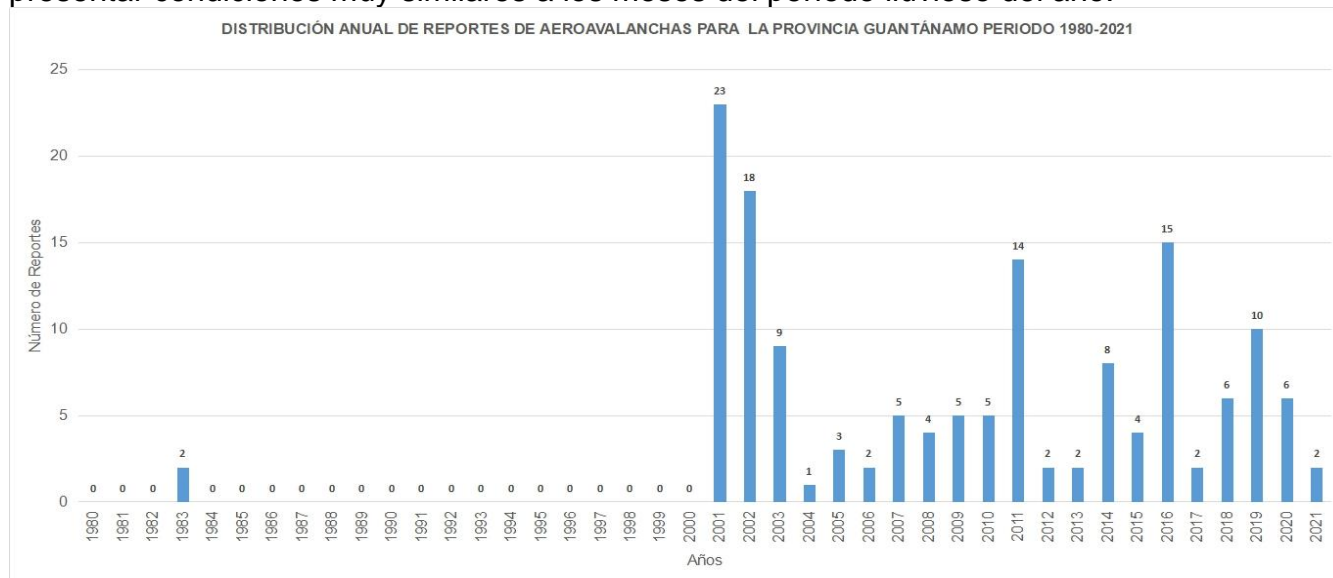


Fig. 1. Distribución anual de los reportes de aeroavalanchas en la provincia Guantánamo durante el período 1980 - 2021

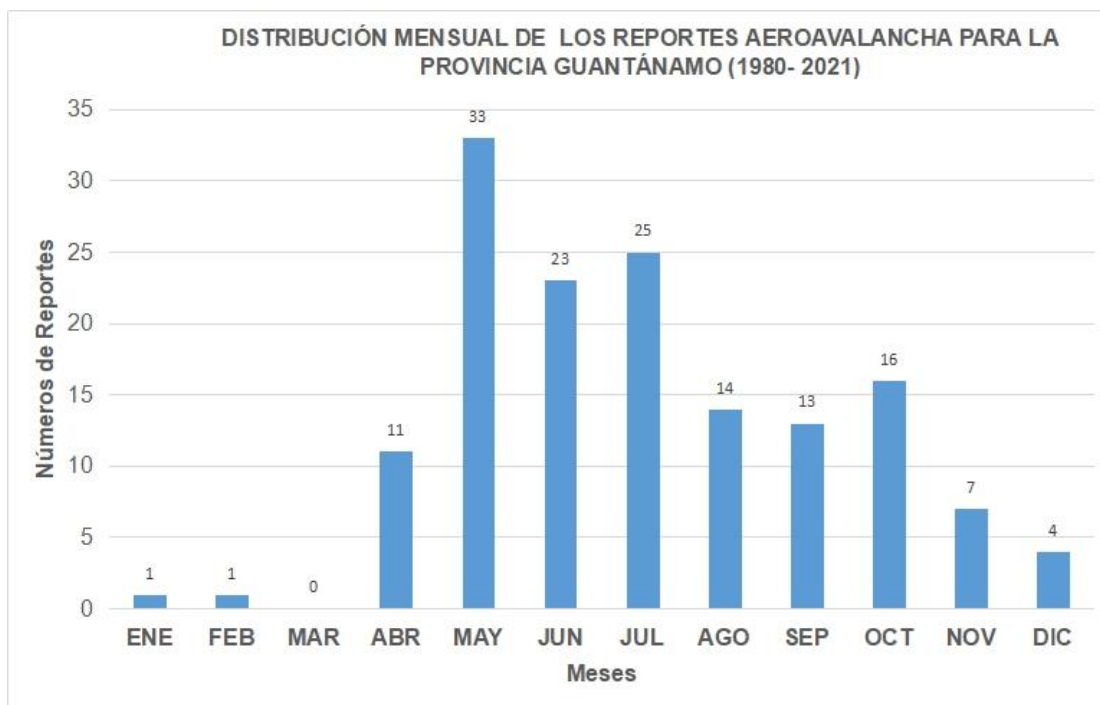


Fig. 2. Distribución mensual de los reportes de aeroavalanchas en la provincia Guantánamo durante el período 1980 - 2021

Hora de inicio de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo durante el período 1980-2021.

En el análisis de la distribución por horas del día de inicio de las Aeroavalanchas en la provincia de Guantánamo, se destaca que estas pueden ocurrir entre las 12:00 y las 20:00 horas del meridiano 75° W; iniciando con mayor frecuencia entre las 15:00 y 16:00 horas con el 57.4 % de los reportes de Aeroavalanchas.

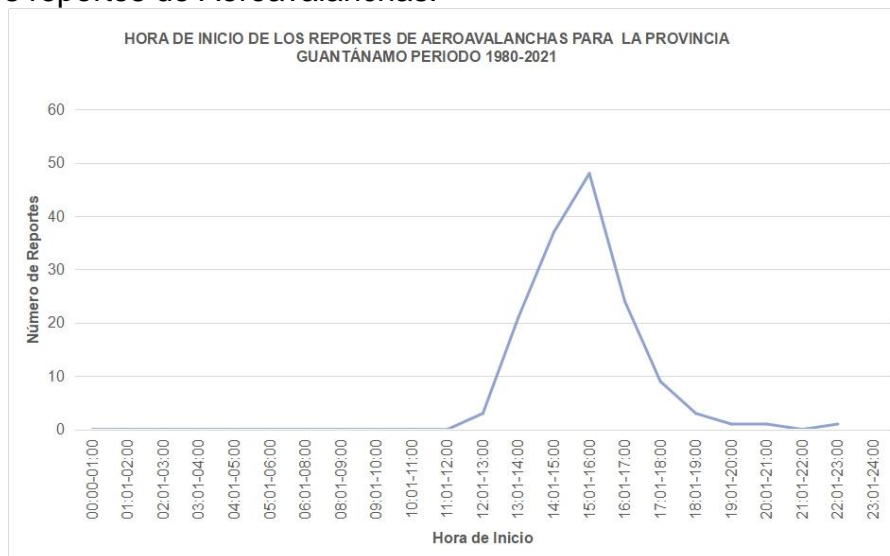


Fig. 3. Distribución de la hora de inicio de los reportes de Aeroavalanchas en la provincia Guantánamo durante el período 1980 – 2021.

Distribución espacial de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo en el período 1980-2021

Los fenómenos meteorológicos que producen tiempo severo resultan todo un desafío; algunos de ellos son muy difíciles de pronosticar y pueden ocasionar la pérdida de vidas humanas; cada día el incremento de la densidad poblacional y la vulnerabilidad de nuestras estructuras socioeconómicas se convierten en una realidad a tener en cuenta; de ahí la importancia que reviste incrementar el conocimiento de su distribución espacial en la provincia y así poder definir las zonas y municipios más vulnerables a la presencia de estos como herramienta en la mitigación de los riesgos que pueden originar.

Las aeroavalanchas, como manifestación de severidad de las TLS ocurren con mayor frecuencia en el municipio Yateras, con los mayores reportes como se muestra en la **figura 4**; sin embargo, aparecen reportes significativos en los municipios de Guantánamo, Maisí y San Antonio del Sur; teniendo una menor frecuencia en el resto de los municipios: El Salvador, Baracoa, Manuel Tames y Caimanera; incluso Niceto Pérez sin reportes.

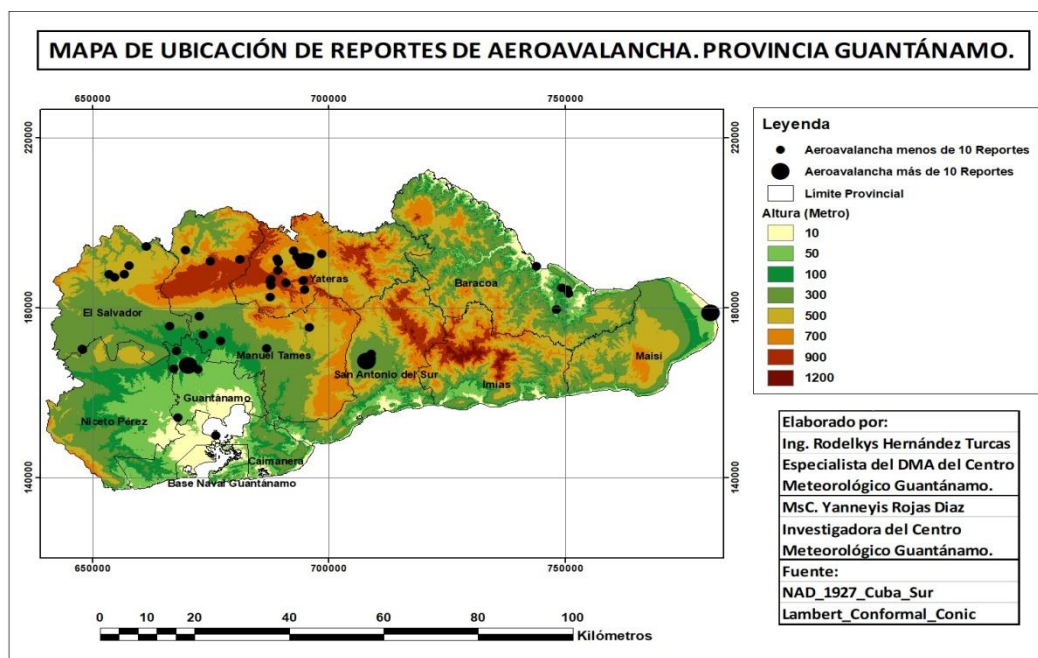


Figura 4. Distribución espacial de los reportes de las aeroavalanchas en la provincia Guantánamo en el período 1980 -2021.

Conclusiones

En la provincia Guantánamo durante el período 1980 – 2021 fueron reportados 148 eventos de aeroavalanchas, concentrándose la mayor cantidad de reportes en los años 2002 y 2016; siendo los meses de mayo y julio los de mayor incidencia de reportes. Los municipios más vulnerables a la ocurrencia de este evento severo son Yateras, Guantánamo y Maisí, con el predominio de hora de inicio entre las 15:00 y las 16:00 horas del meridiano 75° W.

Referencias bibliográficas

Alfonso, A. P. (1994). Climatología de las tormentas locales severas de Cuba. Revista Cubana de Meteorología, 12(1), 1-8. Recuperado de <https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=http://rcm.insmet.cu/index.php/>

rcm/article/download/288/348/0&ved=2ahUKEwizgrvj9a2EAxX7SjABHY28BK8QFnoECAgQAq&usq=AOvVaw1aqEtlOeSEsoMlIxxO11zD

- Atkins, N. T., Wakimoto, R. (1991). Wet microburst activity over the southeastern United States. Implications for forecasting weather. *Forecasting. Weather and Forecasting*, 6, 470 - 482. DOI:10.1175/1520-0434(1991)006<0470:WMAOTS>2.0.CO;2
- Carnesoltas, M. y Naranjo, L. (2009). Condiciones a escala sinóptica favorables para la aparición de Tormentas Locales Severas en Cuba. Parte I, periodo poco lluvioso. *Rev. Cubana de Meteorología*, 15(1) ,85-108. Recuperado de <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/128>
- Naranjo, L y Carnesoltas, M. (2010). Sistema Experto para la Predicción de Tormentas Severas en Cuba (ROSET v. 2.0). *Rev. Cubana de Meteorología*, 16(1), 3-12. Recuperado de <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/130>
- Gutierrez-Rivera, M., Carnesoltas Calvo, M., Varela-de la Rosa, A. (2020). “Factores físicos - meteorológicos en los niveles medios troposféricos que determinan la ocurrencia de aeroavalanchas en Cuba”. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(4), 1-15.
- Rojas, Y. (2006). Las tormentas locales en la provincia de Guantánamo. (Trabajo de grado). Ciencias Meteorológicas.
- Rojas, Y. & Carnesoltas, M. (2013). “Configuraciones típicas que adoptan los campos de viento y temperatura a meso escala en la región oriental bajo la influencia de los patrones a escala sinóptica favorables para las tormentas locales severas”. Informe de Resultado. Instituto de Meteorología, p. 116
- Rojas, Y., A. Varela, E. Carbonell. Vulnerabilidad de la región oriental de Cuba desde los reportes de tormentas locales severas. *Hombre, Ciencia y Tecnología ISSN: 1028-0871 Vol. 25, No. 4, oct-dic. pp. 54-63, 2021*
- Sasaki, Y. K. and Baxter, T. L. (1986). The gust front. Thunderstorm morphology and dynamics. University of Oklahoma.
- Wakimoto, R. M. (1985). Forecasting dry microburst activity over the high plains. *Mon. Wea. Rev.*, (113) 1131-1143.