

## **Actualización climatológica de las tormentas locales severas en la provincia Guantánamo.**

### **Climatological update of severe local storms in Guantanamo province.**

**Autores:** M Sc. Yanneyis Rojas-Díaz<sup>1</sup>, Dr.C Eduviges Mingui-Carbonell<sup>2</sup>, Ing. Andrés Aragón-Matos<sup>1</sup>, Dr Lianis Fiel-Iglesias<sup>3</sup>.

**Organismo:** Centro Meteorológico Guantánamo, Cuba<sup>1</sup>. Facultad de Ciencias Médicas, Guantánamo, Cuba<sup>2</sup>, Policlínico 4 de agosto<sup>3</sup>

**E-mail:** [yanneyis.rojas@gtm.insmet.cu](mailto:yanneyis.rojas@gtm.insmet.cu) , [emingui@infomed.sld.cu](mailto:emingui@infomed.sld.cu), [aragon.matos@gtm.insmet.cu](mailto:aragon.matos@gtm.insmet.cu) , [lfglesias@infomed.sld.cu](mailto:lfglesias@infomed.sld.cu)

#### **Resumen.**

Las condiciones naturales del territorio, la biodiversidad y el entorno natural en general lo hacen vulnerable para la ocurrencia de tormentas locales severas (TLS), que provocan afectaciones como: pérdidas de vidas y daños materiales; por las anteriores razones el presente trabajo tiene como objetivo actualizar el comportamiento climatológico de las TLS en la provincia Guantánamo, teniendo en cuenta la frecuencia de ocurrencia, característica y distribución geográfica; a partir de los reportes de un período de 38 años; permitiendo determinar los años, meses, hora de inicio de este fenómeno, así como; el mapa de su distribución espacial atendiendo a las condiciones meteorológicas y físico - geográficas predominantes. Todo ello resultado del sistema integrado de vigilancia meteorológica, que ofrece la predicción y alerta oportuna encaminadas a la reducción del riesgo y daños ocasionados.

**Palabras clave:** Tormenta Local Severa.

#### **Abstract.**

The natural conditions of the territory, its biodiversity and natural environment, in general, make it vulnerable to the occurrence of severe local storms (TLS in Spanish), which cause damages such as: life loss and material damage; For the above reasons, this work is aimed to update the climatological behavior of the TLS in Guantánamo province, taking into account the frequency of occurrence, characteristic and geographical distribution; from reports of 38 years period; allowing to determine the years, months, start time of this phenomenon, as well as; the map of its spatial distribution according to the prevailing meteorological and physical -geographical conditions. All this is the result of the integrated meteorological surveillance system, which offers timely prediction and warning aimed to reduce the risk and damage caused.

**Keywords:** Severe Local Storm

## **Introducción.**

Las Tormentas Locales Severas (TLS) se desarrollan entre las escalas  $\beta$ -meso y la micro, de acuerdo a la clasificación de Orlanski (1975); la que fuera definida en Cuba por (Alfonso, 1994) como aquellas tormentas que presentan al menos uno de los siguientes fenómenos: trombas marinas, tornados, granizos y vientos lineales superiores a los 96 km/h.

En Cuba durante las últimas tres décadas también se han venido realizando diversas investigaciones sobre las circulaciones locales, la convección profunda y las TLS, entre los que pueden mencionarse la cronología de Alfonso (1994), y Benedico et al., (2005); los numerosos trabajos dirigidos por Aguilar et al. (2005, 2009, 2010), Aguilar (2006), y Bermúdez (2009) entre otros.

Las TLS en Cuba ocurren en cualquier época del año, aunque puede identificarse los meses de marzo a septiembre como los de más frecuencia, siendo mayo el mes de mayor probabilidad de ocurrencia. Casi todas estas tormentas se forman en horas de la tarde una o dos horas después de registrarse la máxima temperatura del día (Alfonso, 1994). El mayor número de estos reportes se corresponden con zonas alejadas de las costas aunque éstas últimas no quedan libres de las probabilidades de ocurrencia (Lecha et al. 1994), se producen casi exclusivamente por nubes cumulonimbus, caracterizadas por descargas eléctricas y precipitaciones en forma de chubascos que muy frecuentemente son de carácter intenso. La vida de una nube tormentosa es corta, alrededor de una o dos horas.

Atendiendo a la importancia del estudio de la ocurrencia de estas tanto a nivel económico como social, la investigación presenta una actualización del comportamiento climatológico de las TLS en la provincia Guantánamo, desde 1980 hasta 2018; relacionándolas con las características físico-geográficas, debido a que las condiciones naturales del territorio las hacen partícipe de la presencia de las mismas, proporcionando una herramienta eficaz para el aumento de la efectividad de los pronósticos que se brindan en la región más oriental de Cuba, y por lo extremadamente difícil que resulta su predicción con suficiente antelación en la mayoría de los casos, constituyendo un eslabón clave en el fortalecimiento del sistema de alerta temprana.

## **Método o Metodología.**

Para el análisis presentado en la investigación se utilizaron las informaciones tomadas de los reportes de TLS durante el período correspondiente desde 1980-2018 elaborada por el Centro Meteorológico de la Provincia Guantánamo, formando parte del proyecto: "Condiciones favorables para la ocurrencia de tormentas locales en Cuba. Un esquema para su predicción" hasta el 2003, que entre sus objetivos se encontraba completar la cronología de TLS que hasta 1986 realizó Alfonso (1994), Aguilar (2005), actualizada por Rojas (2018).

También se emplearon los datos extraídos de la hoja de fenómenos del Libro de Asentamiento de las observaciones de las 5 estaciones meteorológicas del INSMET

en la provincia Guantánamo, para un período de 38 años, entre otras fuentes de información como archivos provinciales, periódicos, y la red de aficionados entre otras disponibles, constituyendo una muestra de 178 TLS en la provincia.

En formato Office Excel se ordenó una base de datos del período de estudio permitiendo obtener las tablas de cantidad de TLS por año, por meses, por manifestaciones de severidad (granizo, vientos lineales fuertes, tornados, trombas marinas y en altura), así como, la elaboración de los mapas de distribución espacial de las TLS para la provincia y eventos de severidad, en este trabajo fue ordenado las coordenadas geográficas de cada localidad permitiendo obtener las tablas de cantidad de TLS por año, por meses, por manifestación de evento asociados (tornado, vientos lineales, granizos y trombas marinas) además del comportamiento anual de cada una de las categorías de evento asociado, llevando la representación espacial de los datos en el Sistema de Información Geográfica (SIG) siendo uno de los aspectos más importantes, ya que para ello es necesario que los elementos geográficos coincida con el sistema de coordenadas planas rectangulares, utilizando la proyección Cónica conforme de Lambert, utilizada en Cuba.

Se trabajó con el SIG, de ello se seleccionó el MapInfo versión 8.0, por los beneficios que ofrece a la distribución espacial confeccionándose los mapas a través del método de los símbolos graduados. Los lugares con observación de tormentas locales severas se localizaron de acuerdo a su ubicación en el mapa de Cuba cuya escala es 1: 250 000.

### **Ubicación de las TLS en la región de estudio**

Las características físico – geográficas de la región de estudio, con su compleja orografía y la fuerte influencia marítima, aparecen como las principales causas de las considerables modificaciones que se observaron tanto en el flujo que la atraviesa, como en el régimen térmico en todo su territorio.

Se asumió para la distribución de la TLS, el obtenido por Bermúdez (2009). Ahora con una actualización en el comportamiento de la misma, recopilada en la base de datos desde el año 1980 hasta el 2018 y a partir de nuevos elementos, fue posible determinar 4 zonas, atendiendo a los siguientes criterios:

1. Características físico - geográficas (altitud y posición geográfica);
2. Frecuencia de ocurrencia de TLS:
  - I. De 0 a 10 (muy baja frecuencia);
  - II. De 11 a 20 (baja frecuencia);
  - III. De 21 a 30 (moderada frecuencia);
  - IV. Más de 30 (alta frecuencia).

Con dichos criterios se determinaron las características de cada una de las zonas.

**Zona I o de muy baja frecuencia de ocurrencia de TLS de (0-10 reportes):**

Comprende los municipios de Manuel Tames, Caimanera, Niceto Pérez, e Imías; en los tres casos primeros con 5, 2 y 1 reportes respectivamente y en el caso especial de Imías sin reporte, además incluye áreas geográficas de otros municipios sin reportes. Presenta un basamento representado por llanuras acumulativas y erosivas acumulativas principalmente de origen fluvial y en algunos casos es localizada en áreas aterradas con altitud entre 10 y 80 m sobre el nivel mar. Las TLS se caracterizan por la presencia de granizos, vientos lineales fuertes y trombas marinas para el caso del municipio de Caimanera.

**Zona II o de baja frecuencia de ocurrencia de TLS de (11-20):**

Ocupa territorios de los municipios El Salvador, San Antonio del Sur y Baracoa con valores de TLS de 20,16 y 18. Posee rocas paleógenas, terrígenos carbonatadas con restos de rocas magmáticas en montañas bajas ligeramente diseccionadas conocidas como cuchillas con alturas entre 500 y 700 m, en algunos casos se presentan en forma de meseta como ocurre en la meseta del Guaso. Predominan los vientos fuertes, caídas de granizos, tornados y trombas marinas que afectan tanto componentes bióticos como abióticos, es significativo que en el caso de los municipios El Salvador y Yateras, aunque la frecuencia de ocurrencia se encuentra en diferentes puntos geográficos entre 1 y 5 TLS se destaca en la cantidad de localidades con reportes tanto para la ladera norte como sur de la meseta del Guaso. El municipio El Salvador se destaca por la presencia de reportes de tornados mientras que en el caso de Baracoa por la cercanía al mar de trombas marinas.

**Zona III de moderada frecuencia de ocurrencia de TLS entre (21 - 30 reportes):**

Es representativo del municipio Maisí, en la cercanía a la Punta de Maisí, se presente en un espacio aterrado cuaternario de altura entre 10 y 20 m. La frecuencia de las TLS en ella es considerable (25 casos) siendo de gran relevancia los vientos lineales fuertes, pocas veces acompañadas de granizada; pero particularmente se ha de destacar la ocurrencia de trombas marinas y en altura.

**Zona IV de alta frecuencia de ocurrencia de TLS entre (más de 30 reportes):**

Los municipios representativos son Guantánamo con 40 reportes y Yateras con 51. para Guantánamo, las condiciones de llanura fluvial baja y ligeramente diseccionada potencia el desarrollo de tornados y la combinación de los fuertes vientos con frecuentes granizadas, así como, la ocurrencia individual de estas manifestaciones; y Yateras conformada por premontañas bajas, diseccionadas, cretácicas, con rocas vulcanógenas sedimentarias y vulcanógenas desde el punto de vista mineralógico contiene elementos férricos, lo que combinados con las condiciones meteorológicas favorece la ocurrencia de TLS (se reportan 51 casos) con un predominio de vientos lineales fuertes, granizadas y la combinación de ambas, siendo el territorio de mayor incidencia en la provincia.

**Resultados y Discusión.**

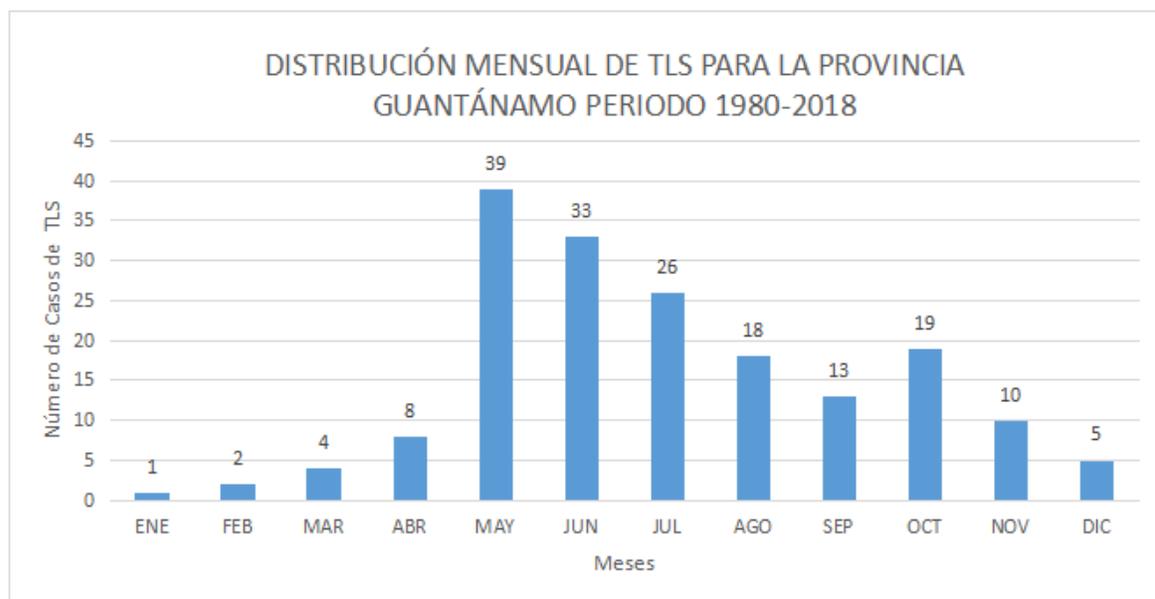
**Comportamiento climatológico de las TLS periodo 1980-2018.**

En el comportamiento anual de las TLS en el período de 38 años, para el territorio se evidencia que los años de mayor cantidad de reportes fue el 2002 (27 reportes), el

2001 (24 reportes) respectivamente, siguiéndoles los años 2003 y 2014 que igualaron las cantidades (14 reportes). Estos fenómenos severos ocurren en cualquier área, lo que resulta significativo destacar la gran diferencia en el número de reportes por años, esto no debe entenderse de forma definitiva que las TLS muestren preferencias en determinados años, sino que este desigual reporte ilustra la problemática existente en la detección y reporte de estos fenómenos, ya que son fenómenos de mesoescala de una pequeña extensión territorial, de ahí que su detección y reporte sólo podrá realizarse por los métodos empleados hasta ahora, si afectan áreas habitables o de interés económicos.

Del total de TLS reportadas, el 82.6% ocurrieron en el período activo (mayo a octubre), su distribución por meses se muestra en la Fig. 1, siendo mayo el mes de mayor afectación con (39 reportes), siguiendo en orden los meses de junio y julio.

Este comportamiento se corresponde con lo encontrado por Alfonso (1994), ya que para los datos tomados por este autor, el período activo corría de marzo a septiembre, coincidiendo con lo encontrado para la provincia, siendo consistente con las condiciones meteorológicas que prevalecen en el primer mes del período lluvioso, por otro lado (el comportamiento de la cizalladura vertical en este mes), unido al calentamiento diurno propio de este período, que supone condiciones favorables para el desarrollo de las TLS. En el período poco activo, los meses de menor incidencia corresponde a enero con (1 reporte), febrero con (2 reportes) y marzo con (5 reportes). En lo que se refiere a la cantidad de TLS a lo largo de la isla de Cuba, Alfonso (1994), plantea que “de enero a marzo, el número de TLS disminuye de Oeste a Este, y las que se organizan en forma de líneas, raramente afectan a las cinco provincias orientales”.



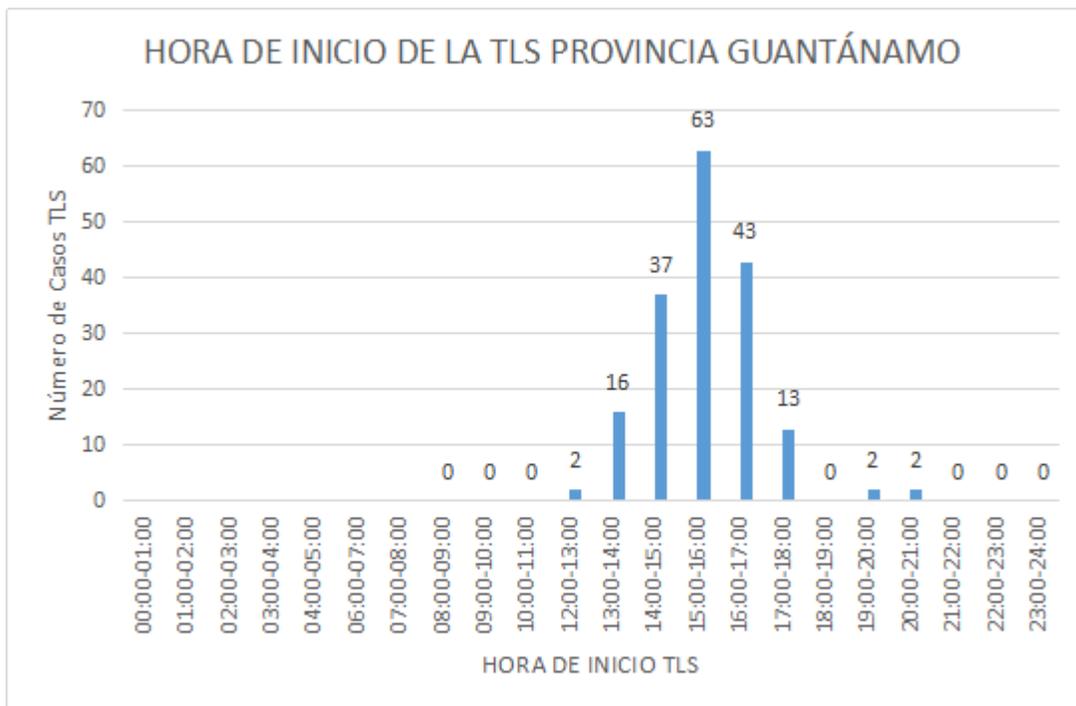
**Fig. 1.** Distribución Mensual de la TLS para la provincia Guantánamo.

El dominio de la distribución espacial de las TLS, constituyen elementos claves para la toma de decisiones con el fin de mitigar los daños que generan estos fenómenos

meteorológicos, este imperativo condujo a realizar un análisis detallado de los datos correspondientes al período 1980 - 2018 en la provincia Guantánamo, dando como resultado un mapa de distribución espacial de las TLS y una valoración de las condiciones meteorológicas como geomorfológicas condicionantes. La compleja orografía que presenta el territorio, como ya se expresó, le imprimen características particulares a la región, encontrándose zonas de moderada y alta frecuencia de ocurrencia de estos eventos severos.

Según Rivero et al. (1981), Alfonso (1994) y Aguilar et al. (2005), el período del día en que ocurren la mayor cantidad (más del 90%) de TLS en Cuba, es entre las 13:00 y las 20:00 horas, reportadas en los meses del período lluvioso (mayo-octubre). Sólo en el caso de los ciclones tropicales se han reportado TLS fuera de ese intervalo de tiempo, sin embargo, en el período enero - abril no ocurre lo mismo ya que en esta época del año las líneas de TLS prefrontales ocurren a cualquier hora, pero aun así preferentemente ocurren en horas de la tarde. Alfonso (1994) planteaba además que “entre las 15:00 y las 18:00 horas se forman la mayoría de las TLS. Esto es válido todo el año y en cualquier zona del país (con excepción de Isla de la Juventud)”. Casi todas estas tormentas se forman en horas de la tarde, una o dos horas después de registrarse la máxima temperatura del día.

El análisis de la frecuencia de la hora de inicio de las TLS en la provincia Guantánamo, Fig. 2, muestra que estas ocurren entre las 13:00 y las 20:00 horas del meridiano 75<sup>o</sup> W, concordante con lo planteado por los autores de los resultados anteriores.



**Fig. 2.** Distribución de la hora de inicio de las TLS en la provincia Guantánamo 1980-2018.

### **Distribución de los Tornados.**

Del total de TLS reportadas, sólo 5 presentaron tornados, lo que sugiere ser un evento severo de baja frecuencia en esta parte del territorio cubano.

La distribución mensual muestra que su ocurrencia es fundamentalmente durante el período activo, siendo el mes de junio el de mayor ocurrencia, con 3 casos reportados en el municipio El Salvador y otros al sur de la provincia, o sea, cerca de la costa sur y en lugares de poca elevación. Si se compara este resultado con lo planteado por Alfonso (1994) en que “los tornados son muchos más frecuentes en zonas alejadas de las costas y en lugares poco elevados (menos de 200m de altura), se observa que, dada la compleja orografía de esta provincia, sólo se cumple la última característica.

### **Distribución de los vientos lineales.**

Del total de distribución mensual de los vientos lineales de 25m/s o más el 76.5% corresponde al período activo, siendo el mes de junio el de mayor incidencia, siguiéndole en orden mayo y octubre. En el mes de marzo no se reportaron vientos lineales siguiéndoles enero y febrero con 1 solo reporte. En cuanto a la distribución por zonas se aprecia en su mayoría que se concentran en el sur y este de la provincia, coincidiendo con la franja con mayor actividad de TE en la provincia (en ocasiones de TLS) que se orienta de E a W en la ladera sur de la Meseta del Guaso, se corresponde con los límites entre las zonas físico- geográficas II y IV, lo que parecen estar relacionados con la interacción entre la circulación local del frente de la brisa de mar que penetra a través del valle de Guantánamo y la brusca pendiente sur que posee la Meseta del Guaso.

Los vientos lineales, como manifestación de severidad de las TLS en la provincia, es lo que más frecuentemente ocurre (68 casos), en relación a los granizos y los tornados, por lo que en este aspecto no coincide el resultado obtenido en este trabajo con la distribución espacial planteada por Alfonso (1994) cuando se refirió a “un mínimo nacional de actividad en Punta de Maisí”. Esta discrepancia puede deberse a que la base de datos que actualmente se analiza, toma en cuenta las 24 horas de las cinco estaciones de la provincia, mientras que el referido autor infirió sus resultados a partir de los datos de la estación ubicada en la Gran Piedra, en Santiago de Cuba.

### **Distribución de los vientos lineales y granizos.**

La distribución mensual de la combinación de ambas manifestaciones vientos lineales y granizadas, muestra una similar distribución (92.5%) en el período activo con respecto a la manifestación de vientos lineales, los meses de mayor incidencia son mayo, julio y septiembre. Más de la mitad se reportaron en el sur y zonas montañas de la provincia. Ambos hechos demuestran que estos reportes pueden ser

considerados como TLS, a pesar de no cumplir estrictamente el requisito establecido según la clasificación oficial del INSMET.

La distribución diaria de la hora de inicio en Cuba en la mayoría de los casos ocurre entre las 12:00 y las 20:00 horas ocurriendo durante la tarde dos horarios de máxima frecuencia, uno que ocurre algo más temprano entre las 14:00 y las 15:00 horas y otro más tardío desde las 18:00 a las 19:00 horas. La convección más intensa tanto diurna como nocturna.

En el análisis de su distribución por horas del día para la provincia ocurren más del 90% de estas combinaciones iniciándose entre las 13:00 y las 18:00 horas del meridiano 75<sup>0</sup>W, y otro más tardío iniciando a las 19:00 hasta las 21:00 coincidiendo con la manifestación de vientos lineales y con lo planteado para Cuba por otros autores.

### **Distribución de los Granizos.**

Del total de reportes de caída de granizos (51 casos), el 85.0% ocurrieron en el período activo, siendo los meses de mayor reporte mayo, junio y agosto. En los meses de enero y febrero no hubo reportes. El 50% del total de este elemento severo ocurrió hacia el sur de la provincia y el resto distribuidos por las demás zonas. A diferencia de los tornados, la caída de granizo si pueden ocurrir en otras partes del territorio.

Alfonso (1994) planteaba que “la frecuencia del período vespertino para la ocurrencia de granizada es más acusada que en los otros fenómenos severos. De las granizadas 96% ocurrió entre las 12:00 y las 20:00 hora local. Entre las 16:00 y 17:00 hora local se alcanza el mayor número de ocurrencias”. En la provincia Guantánamo la hora de ocurrencia en el 94% de los casos ocurrieron entre las 12:00 y las 18:00 hora del meridiano 75<sup>0</sup> W iniciándose otro período desde las 19:00 hasta las 21:00.

### **Distribución de las Trombas Marinas.**

Cuba se encuentra en una zona de alta frecuencia de trombas marinas y presenta en sus costas y mares adyacentes condiciones favorables para su formación; sin embargo, para el territorio guantanamero solamente han ocurrido 4 reportes durante el período de estudio, es de destacar que para la costa sur hay trombas marinas que han penetrado en tierra como tornado EF0. Los reportes coinciden en cantidades con los meses julio y agosto para el período activo y febrero y marzo para el poco lluvioso. En cuanto a su distribución espacial se evidencia claramente que estas ocurrieron hacia la costa norte y sur de la provincia, ocurriendo estas entre las 15:00 y 18:00 horas del meridiano 75<sup>0</sup> W.

### **Conclusiones.**

La cantidad anual de TLS en el período 1980 – 2018 para toda la provincia Guantánamo fue de 178 casos; siendo mayo el mes donde ocurre mayor cantidad de reportes; mientras que enero es el mes donde ocurre menor cantidad de TLS.

En el comportamiento mensual de las TLS por manifestaciones de severidad se aprecia una alta frecuencia en el mes de junio para vientos lineales y tornados, mientras que para granizos y la combinación de estos con vientos lineales se acentúan más para el mes de mayo, sin embargo, para las trombas marinas se presentan en los meses, de febrero, marzo, julio y agosto respectivamente.

La hora de inicio de las TLS, en la mayoría de los casos se encuentra entre las 13:00 y las 18:00 hora del meridiano  $75^{\circ}$  W, de forma general se presentaron entre las 12:00 y las 20:00 hora del meridiano  $75^{\circ}$  W durante el período activo del año.

Para el estudio integrado del comportamiento de las TLS en Guantánamo se consideró sus características físico-geográficas a partir de las cuales se determinaron cuatro zonas fundamentales (Zona I, Zona II, Zona III y Zona IV).

### **Bibliografía.**

Aguilar, G., M. Carnesoltas, C. Fernández y L. Naranjo, 2005: Climatología de las Tormentas Locales Severas en Cuba en el periodo 1980 – 2002. Resultados de la modelación de un caso de estudio. Rev. Cubana de Meteorología, vol. 12, num. 1, 3 - 10.

Aguilar, L. Naranjo y M. Carnesoltas, 2010: Sistema Experto para la Predicción de Tormentas Severas en Cuba (ROSET v. 2.0). Rev. Cubana de Meteorología, vol. 16, num. 1, 3 - 12.

Aguilar, 2006: Condiciones a escala sinóptica para la ocurrencia de aeroavalanchas asociadas a las Tormentas Locales Severas en Cuba. Un esquema para su predicción. Tesis en opción del grado científico de Dr. en Ciencias Meteorológicas. 109 pp.

Aguilar, M. Carnesoltas y L. Naranjo, 2009: Condiciones a escala sinóptica favorables para la aparición de Tormentas Locales Severas en Cuba. Parte I, periodo poco lluvioso. Rev. Cubana de Meteorología, vol. 15, 1, 85 – 108.

Alfonso, A., 1994: Climatología de las tormentas locales severas de Cuba. Cronología. Editorial Academia, La Habana. 168 pp.

Bermúdez, Y. 2009: Distribución de las Tormentas Locales Severas en Cuba. Informe de resultado. 78 pp.

Lecha, L., L. Paz y B. Lapinel, 1994: El clima de Cuba. Editorial Academia, La Habana, 168 pp.

Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes, Bull. Amer. Meteorol. Soc. 56 (5): 527 – 530 pp.

Rojas, Y. 2006: Las tormentas locales en la provincial de Guantánamo. Tesis en opción al grado de Maestría en Ciencias Meteorológicas. 83 pp.

Rivero, R., 1981: Baja fría superior: La corriente del norte y su relación con las tormentas severas locales. Oficina Territorial en Camagüey del Instituto de Meteorología. Boletín Científico Técnico, 7, 8, 1 – 3 pp.

***Fecha de recibido: 8 ene. 2020***

***Fecha de aprobado: 10 mar. 2020***