

Vulnerabilidad de la región oriental de Cuba desde los reportes de tormentas locales severas

Vulnerability of the eastern Cuba region since reports of severe local storms

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

MSc. Alis Valera de la Rosa², <https://orcid.org/0000-0002-8755-5441>

Dr C. Eduviges Minguí–Carbonell³, <https://orcid.org/0000-0003-3979-3688>

Organismo: Centro Meteorológico Guantánamo, Cuba¹. Centro de Pronóstico del Tiempo, Insmet, Cuba². Facultad de Ciencias Médicas, Guantánamo, Cuba³.

E-mail: yanneyis.rojas@gtm.insmet.cu, alis.varela@insmet.cu, eminguí@infomed.sld.cu, aragon.matos@gtm.insmet.cu

Fecha de recibido: 25 may. 2021

Fecha de aprobado: 29 jul. 2021

Resumen

El objetivo de la investigación es determinar la vulnerabilidad de la región oriental a la ocurrencia de Tormentas Locales Severas y los eventos de severidad a través de los reportes recopilados desde 1980 al 2020, para contribuir a la eficiencia en su pronóstico y en consecuencia, mitigar los posibles daños que provocan. A partir de la cual se conformó una base de datos donde se procesaron y construyeron gráficos de la distribución de los reportes por años, meses, eventos de severidad y por provincias. Los resultados destacan que la provincia de Holguín presenta mayor cantidad de reportes siendo más vulnerable; los meses de mayor ocurrencia de eventos son julio y mayo, que los granizos y vientos lineales fuertes son los eventos de mayor incidencia. Los resultados son de gran valía para la aplicación de medidas preventivas encaminada a la reducción del riesgo y daños ocasionados por estos desastres naturales.

Palabras claves: Tormentas Locales Severas, vulnerabilidad

Abstract

The objective of the research is to determine the vulnerability of the eastern region to the occurrence of Severe Local Storms and severity events through the reports collected from 1980 to 2020, to contribute to the efficiency in its forecast and consequently, mitigate the possible damage they cause. From which a database was created where charts of the distribution of reports were processed and constructed by years, months, severity events and by provinces. The results highlight that the province of Holguín presents a greater number of reports, being more vulnerable; the months with the highest occurrence of events are July and May, where hail and strong linear winds are the events with the highest incidence. The results are of great value for the application of preventive measures aimed at reducing the risk and damage caused by these natural disasters.

Keywords: Severe Local Storms, vulnerability

Introducción

Por la posición geográfica en la que se encuentra la región oriental de Cuba posibilita que, meteorológicamente, se caracterice por una significativa cantidad de casos de caída de granizos y vientos lineales fuertes, y en menos ocasiones tornados, originados todos por eventos muy intensos de la convección profunda, con una interacción fuerte con la dinámica atmosférica global (Alfonso, 1994; Aguilar et al., 2005; Aguilar, 2006; Rojas, 2006; Bermúdez, 2009).

El Servicio Meteorológico en Cuba tiene establecido oficialmente el término de Tormenta Local Severa (TLS), por la clasificación propuesta por Alfonso (1994), como “toda tormenta local (en la escala mesogamma de Orlanski, 1975), en general eléctrica, que presenta uno o varios de los siguientes fenómenos, que se consideran severos: Tornado; Turbonada con racha de viento lineales de 25 m/s o más, no asociada directamente al tornado; granizo de cualquier tamaño y tromba marina”.

Por sus impactos negativos, al tema de las TLS en Cuba y los procesos asociados se les ha dedicado especial interés por parte de los investigadores en la mayoría de los territorios afectados, destacándose Alfonso (1986), quien realizó varios estudios acerca de estos fenómenos, los cuales dejó plasmado en su obra “Climatología de las Tormentas Locales Severas en Cuba”, publicada en 1994. Más tarde Aguilar et al., 2005, 2009 y 2010; Carnesoltas et al., 2009 y 2010 continuaron las investigaciones sobre esta temática, contribuyendo al conocimiento estadístico de estos eventos y a la evaluación global de la amenaza de tiempo severo explorando las condiciones sinópticas favorables para las TLS con plazo de antelación de 24 y 48 horas, concretados en los análisis de las configuraciones a escala sinóptica que favorecen la presencia de este tipo de fenómenos en Cuba, a partir de una serie de reportes en el período 1980- 2002.

En los últimos años el estudio de las Tormentas Locales Severas ha adquirido una connotación especial por lo que resulta necesario conocer los posibles riesgos que estas pueden ocasionar para de esta forma determinar las zonas más vulnerables a la ocurrencia del mismo y así poder mitigar los desastres que suelen ocurrir.

Si bien la predicción específica de un tipo de severidad sólo puede lograrse a escalas espacio temporales muy cortas, mediante el uso de técnicas de teledetección, el conocimiento anticipado de determinadas condiciones de riesgo a través de la evolución del entorno sinóptico previo y profundizando en el comportamiento regional de estas a través del comportamiento de sus reportes, podría dar las bases para la planificación de medidas preventivas anticipadas, que mitiguen cualquier posible efecto, haciendo además más eficientes los sistemas generales de predicción del tiempo.

El impacto humano y socioeconómico de estos sistemas no solamente se debe a su severidad, sino a lo extremadamente difícil que resulta su predicción; y por el estrecho margen de tiempo en que se desarrollan estos procesos. Todo ello puede tener consecuencias trágicas para la vida humana, y en algunos casos se convierten en verdaderas catástrofes para toda la sociedad.

El conocimiento de las áreas donde son más frecuentes estos eventos constituye una herramienta eficaz en la evaluación del tiempo, ya que constituye la información efectiva y oportuna que permite la implantación y llevar a cabo acciones para evitar o reducir el riesgo y prepararse para una respuesta efectiva ante el peligro. Permite puntualizar los planes de reducción de desastres que existan elaborados al efecto y que posean las etapas precisas de implementación.

Los riesgos no sólo son vistos desde la perspectiva social, sino también desde el punto de vista económico, ya que pueden convertirse en un obstáculo para el desarrollo de los países. El impacto económico de los desastres no se limita a las pérdidas materiales inmediatas que producen, sino que comprende una amplia gama de destrucción en cuanto a la infraestructura de un territorio.

Por esta razón es que en este campo, resulta imprescindible y necesario como en ningún otro, la estimación de condiciones favorables con mayor tiempo de antelación a fin de que los órganos de dirección a los diferentes niveles, tengan criterios adecuados en la toma de decisiones.

El objetivo de la investigación es determinar la vulnerabilidad de la región oriental a la ocurrencia de Tormentas Locales Severas y los eventos de severidad predominantes a través de los reportes recopilados desde 1980 al 2020, logrando proporcionar una herramienta eficaz para el aumento de la efectividad de los Sistema de Vigilancia Meteorológica que se brindan en la región más oriental del país relacionado con la reducción del riesgo y la mitigación de los daños ocasionados por estos desastres naturales, dentro de un contexto amplio de desarrollo sostenible.

Materiales y métodos

La región de estudio presenta una compleja orografía, la que le imprime al territorio características propias. La región oriental de Cuba, limita al Norte con océano Atlántico, al Este con el Paso de los Vientos, al Sur con el Mar Caribe y al Oeste con la provincia de Camagüey. Desde el punto de vista físico - geográfico la región oriental es rica en la diversidad de paisajes. Desde el punto de vista económico, la región oriental resulta de extraordinaria importancia, ofreciendo la particularidad de que en ella se conjugan las explotaciones mineras y forestales con la actividad agrícola, pecuaria, industrial y comercial; señalando el auge de la industria turística en Santiago de Cuba y Holguín. Se destaca por sus producciones de mineral de níquel, cobalto, cromo y hierro en Holguín y Santiago de Cuba; sal marina: café, cacao y coco en Guantánamo, Santiago y Granma. Son también importantes sus producciones de azúcar, arroz y diversos productos agrícolas en Granma y Holguín, fundamentalmente, que dan una distinción a este territorio del resto de otras regiones.

La investigación partió de los reportes recopilados en anteriores investigaciones como Alfonso (1994) y Aguilar et al. (2005), lo que abarcaba el período desde 1980 hasta el 2002. Para el resto de los reportes, es decir desde 2003 hasta el 2020, se revisaron los estados generales del tiempo elaborados diariamente por el Centro de Pronóstico del Instituto de Meteorología, así como las notas meteorológicas elaboradas por los Centros

Meteorológicos Provinciales, junto a las bases de datos que contaban cada provincia. Además, se tuvo en cuenta la información de aficionados, periódicos, y redes sociales. Toda la información obtenida fue ordenada y sometida a un control de calidad, eliminando los reportes repetidos o aquellos incongruentes, dejando solo los que presentaban un alto grado de confiabilidad. A partir de este proceso se conformó una base con 1407 reportes de TLS con un alto grado de fiabilidad en el período entre 1980 hasta el 2020.

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”.

De estos reportes de TLS, mediante el formato Excel permitió obtener las tablas de frecuencia absoluta de cantidad de reportes de TLS por años, por meses, por provincias y evento de severidad asociado (vientos lineales fuertes, granizo, tornados, trombas marinas) y el comportamiento anual de cada una de las manifestaciones asociadas, aunque este último no se presenta en el trabajo.

Resultados y discusión

En la región oriental del país durante el periodo analizado se reportaron un total de 1407 Tormentas Locales Severas (TLS), como se puede observar en la figura 1 se evidencia gran variabilidad en ocurrencia durante esos años resultando interesante destacar la gran diferencia en el número de casos reportados por años desde valores tan bajos como 4 durante los años 1980 y 1993 hasta los 88 y 84 reportes en los años 2011 y 2014 respectivamente; pues esto no debe interpretarse de forma absoluta como que las TLS tienen preferencias entre años sinó que estas diferencias ilustran la problemática en la detección y reporte de estos eventos debido a su carácter local ya que son fenómenos de mesoescala y ocurren en pequeña extensión territorial, pueden ocurrir y no ser reportados al Servicio Meteorológico.

A partir del 2011 se evidencia un incremento de eventos severos en la región oriental, lo que puede estar influenciado al propio desarrollo tecnológico y social del hombre, así como a su expansión hacia zonas habitadas, lo que trae consigo que estos fenómenos se reporten con mayor regularidad, aumentando la posibilidad de determinar vulnerabilidad en un lugar determinado.

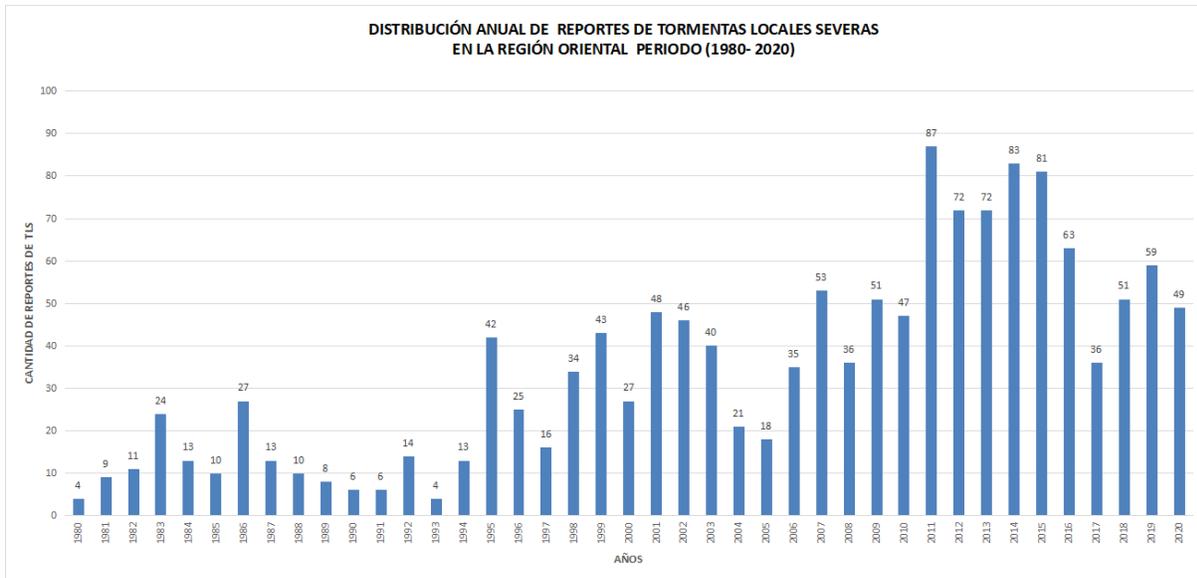


Fig. 1. Distribución anual de reportes de Tormentas Locales Severas en la región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

Distribución Mensual de los reportes de Tormentas Locales Severas en la región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

Las TLS pueden ocurrir en cualquier época del año, aunque los datos analizados reflejan que el periodo de mayor incidencia en el país corresponde al periodo lluvioso (mayo-octubre), El mes de mayor cantidad de reportes para el oriente del país corresponde a julio, con un total de 298 como se refleja en la **figura 2**, siendo el mes más vulnerable para esta región. Este resultado difiere de lo encontrado por Aguilar et, al. (2005) quienes en el periodo 1987 – 2002 encontraron como mes de mayor número de reportes mayo, mientras Alfonso (1986) expone que el mes de mayor incidencia fue junio en el periodo comprendido entre 1981 y 1986. Esta diferencia puede estar relacionada a los cortos periodos utilizados en estos estudios. La menor cantidad de reportes se encuentra en el período poco lluvioso (noviembre – abril) donde las TLS están vinculadas, principalmente a sistemas de escala sinóptica como pueden ser frentes fríos y hondonadas prefrontales, siendo los meses de diciembre y enero los de menor incidencia. En este periodo es de señalar el mes de abril como el de mayor incidencia de reportes con 96 casos, esto está relacionado con que este es un mes de transición entre el periodo lluvioso y el no lluvioso, por lo que condiciones en la mesoescala comienzan a mostrarse importantes en la formación de actividad convectiva en las tardes.

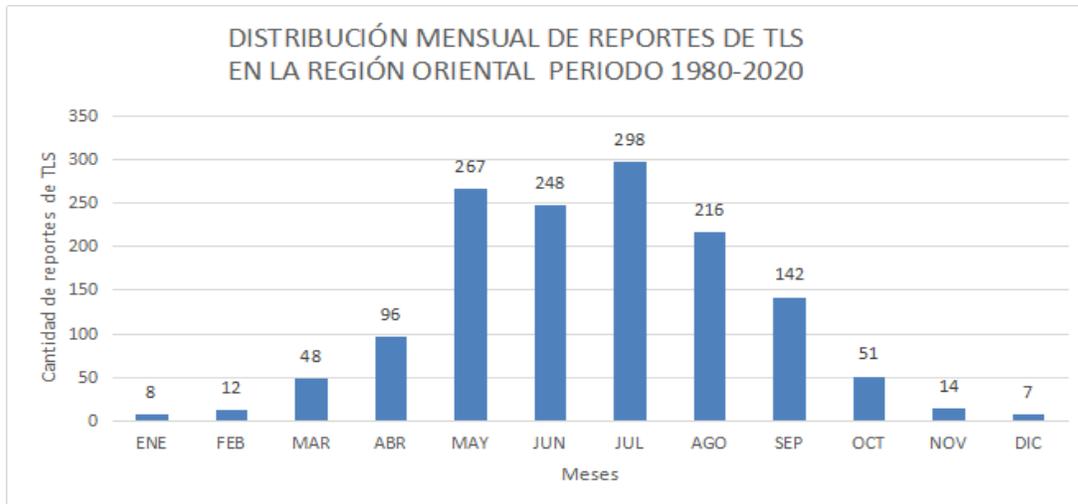


Fig. 2. Distribución mensual de reportes de Tormentas Locales Severas en la región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

Del total de reportes de Tormentas Locales Severas en las provincias orientales, se observa que existe gran variación en su ocurrencia, la **figura 3** refleja que la provincia de Santiago de Cuba es la que presenta el menor número de reportes con 119, mientras que Holguín cuenta con el mayor número 505, seguido de Granma con 333 siguiéndole Guantánamo con 255 y las Tunas con 195 respectivamente.

En esta diferencia se destacan dos aspectos fundamentales uno relacionado con las características físicas geográficas de cada localidad; pues al conjugarse con las condiciones en la mesoescala y bajo determinadas condiciones a escala sinóptica crean ambientes favorables para la formación de fuerte actividad convectiva capaz de generar severidad y por otra parte, está muy vinculado con la eficiencia en la detección y reportes de estos eventos severos en cada provincia limitación también presente en la recopilación de reportes de TLS a nivel mundial. Por todo esto se infiere que los reportes de cada provincia es sólo una pequeña porción de las TLS que realmente ocurren, y 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).

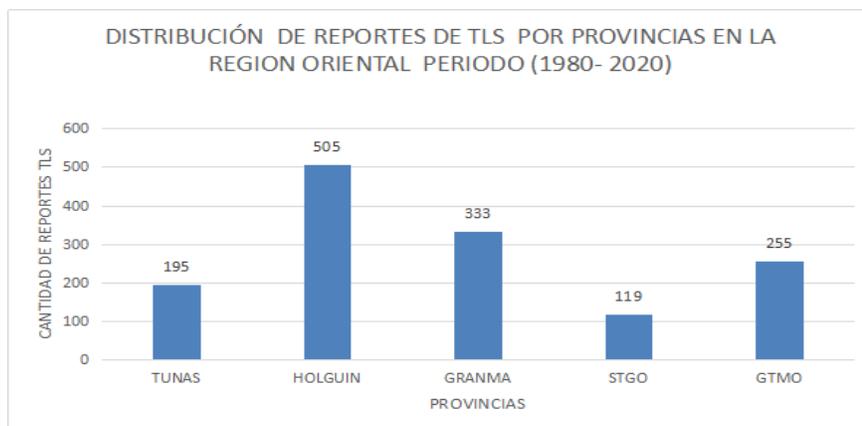


Fig. 3. Distribución de reportes de las Tormentas Locales Severas por provincias en la región oriental durante el periodo entre 1980 y 2020.

Distribución anual y mensual de los reportes para cada fenómeno severo en región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

En el análisis individual por manifestación de severidad el granizo es el evento severo con mayor presencia en esta zona del territorio como se muestra en la **figura 4**, siendo reportado en 860 veces; se evidencia un incremento a partir del 2011 con 68 reportes y 2015 con 69 siendo estos los años que presentaron mayor incidencia. Los mayores reportes se concentran en el periodo activo, encontrándose un máximo en el mes de julio (185), seguido de mayo (170). En el periodo poco activo se resalta un máximo en el mes de abril (65) y el valor mínimo en enero con solo 2 reportes.

En relación a los vientos lineales fuertes en el periodo analizado ocurrieron un número anual de 781 reportes, ocupando el segundo lugar en ocurrencia. La mayor concentración de este fenómeno severo se presentó en los años 2011 y el 2016, con 46 reportes cada año. La distribución mensual refleja que el mes de máxima incidencia de este evento severo corresponde a julio con 166 reportes. En el periodo poco activo el mínimo de reportes se encuentra en el mes de enero (4) y el máximo en el mes de abril (54).

Del total de reportes para la región 55 correspondían a tornados, resaltando en su distribución anual los años 1983 y 2020, como los de mayor incidencia con 7 reportes. Este resultado al parecer está muy relacionado a la falta de conocimiento que existía en años antecedentes sobre los vientos lineales fuertes y lo fácil de confundir con los tornados, pues muchas veces dejan estelas de daños muy similares, por lo que es muy difícil diferenciarlos (Fujita, 1978).

Este fenómeno severo está presente en todos los meses del año, excepto en diciembre y enero donde no hay reportes para esta región del país. Su ocurrencia es fundamentalmente durante el período activo (mayo-octubre) con un máximo de reportes acentuado en el mes de junio (16) seguido del mes de mayo (12) mientras que para el periodo poco activo (noviembre-abril) presenta su máximo de reportes en el mes de marzo (4) y un mínimo en el mes de diciembre y enero (0). Lo que sugiere ser un evento severo de baja frecuencia en esta parte del territorio cubano. Si comparamos 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 200 m de altura).

Aunque las trombas marinas es el fenómeno severo menos reportado en la región oriental, se resalta su presencia en los años analizados, para un total de 20 reportes. En cuanto a su distribución mensual coinciden los meses de mayor actividad en el periodo activo, destacándose el mes de junio y agosto con 3 reportes, mientras que para el periodo poco activo se resalta un máximo en el mes de marzo con mínimos en los meses de noviembre y diciembre. Lo que representa un número bastante bajo para un evento una zona tropical bastante común en los mares tropicales, además que Cuba se encuentra en una zona de alta frecuencia de trombas marinas, pues presenta en sus costas y mares adyacentes condiciones favorables para su formación, como la presencia de grandes bahías y temperaturas altas tanto del aire como del mar (Peterson, 1978 y Golden, 1973). Este bajo número de reportes al parecer está relacionado a las pocas áreas costeras habitadas en el país, por lo que el evento puede ocurrir y no ser reportado.

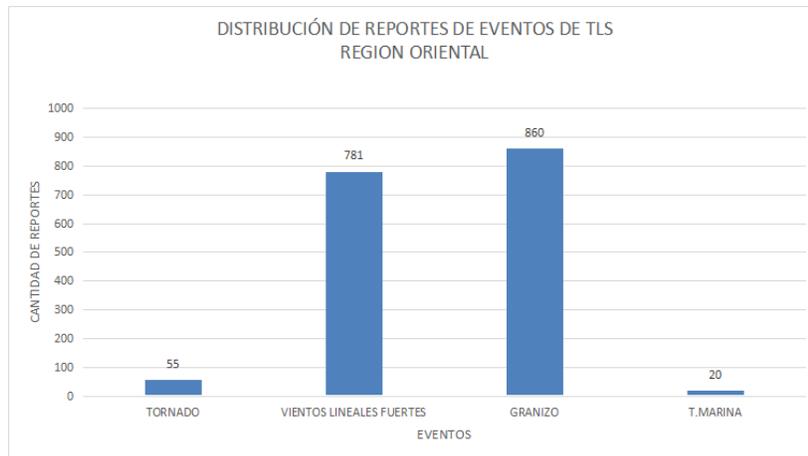


Fig. 4. Distribución de reportes para cada fenómeno severo en región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

En el análisis de la distribución de eventos severos por provincias en la región oriental de Cuba se evidencia que estas manifestaciones de severidad constituyen uno de los elementos dentro de las características de los fenómenos convectivos muy comunes para esta zona del país; resaltándose la vulnerabilidad existente en esta región ante la presencia de estos fenómenos severos como se observa en la **figura 5** destacándose la provincia de Holguín con los mayores reportes seguida de la provincia de Granma, Guantánamo, las Tunas y Santiago de Cuba. Siendo el granizo y los vientos lineales fuertes los que presentan mayor frecuencia de ocurrencia en todas las provincias. Esto es de gran interés para el área de responsabilidad de los pronósticos, ya que el resultado alcanzado en esta investigación se enmarca en la labor básica de la vigilancia meteorológica, pero además, el conocimiento de la propia actividad eléctrica tiene un valor significativo sobre un numeroso grupo de actividades entre las que se pueden mencionar las actividades en la agricultura, en los incendios forestales, después de los disturbios naturales provocados por el impacto de las tormentas locales severas, se afectan sensiblemente la composición y estructura de la vegetación que se manifiesta directamente proporcional a la intensidad de los vientos, y se produce una defoliación y partidura de las ramas en casi la totalidad de los árboles, los cuales en la mayoría de los casos son los de mayor aporte de las especies de valor forestal. La afectación también se ve reflejada en las relevantes riquezas de especies y número de ellas endémicas de la flora y la fauna encontrándose en los lugares que por sus valores naturales han sido escenarios de relevantes acontecimientos de la historia y cultura entre otras; las relacionadas con las comunicaciones, u otras ramas de la economía que sean susceptibles al efecto negativo de las descargas eléctricas.

Desde el punto de vista social las TLS y los eventos de severidad asociadas a ella pueden proporcionar derrumbes parciales y totales de viviendas y otras construcciones e incluso la muerte por derrumbes generadas por vientos lineales fuertes y tornados, derrumbe de árboles además de pérdida de vida por fulguración.

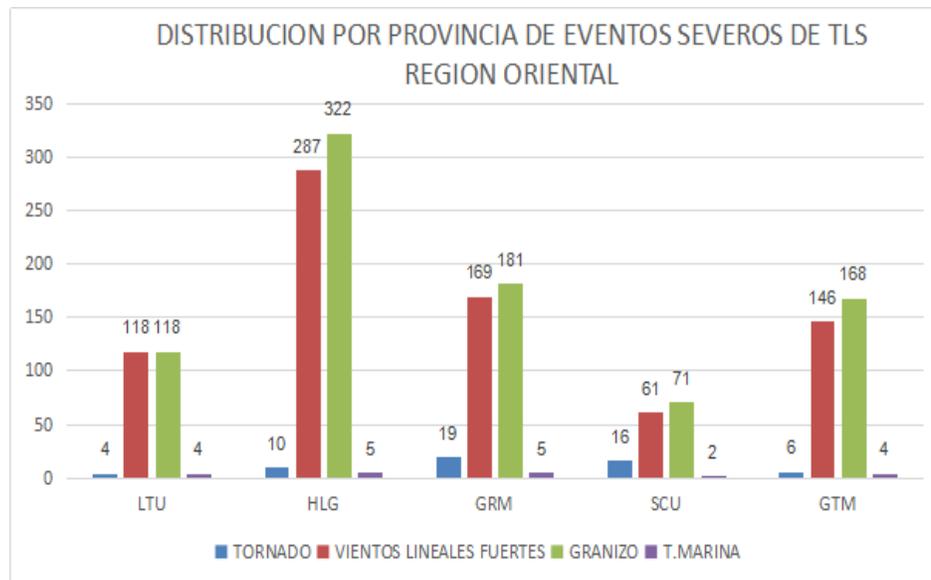


Fig. 5. Distribución de reportes para cada fenómeno severo en región oriental durante el periodo 1980 y 2020.

Conclusiones

Las Tormentas Locales Severas en la región oriental entre los años 1980 y 2020 contó con un total de 1414 reportes siendo los eventos severos de mayor frecuencia el granizo y las aeroavanchas.

La provincia de Holguín y Granma son las que mayor cantidad de reportes de TLS presentan siendo las más vulnerables a la ocurrencia de eventos severos; como la de ocurrencia de granizos y vientos lineales fuertes.

Durante todos los años analizados presencia de Tormentas Locales Severas, aunque los máximos de reportes se concentran en el mes julio, coincidiendo con el máximo nacional para el país; siendo el mes más vulnerable con posibles afectaciones a la agricultura sobre todo en la cafetalera, y la población en general.

Referencias bibliográficas

Aguilar, G., Carnesoltas, M., Naranjo, L., & Balseiro, C. (2005). "Climatología de las tormentas locales severas en Cuba en el período 1987-2002. Resultados de la modelación de un caso de estudio". *Revista Cubana de Meteorología*, 12(1):3 - 10.

_____, 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.

_____, 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.

- _____, 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.
- Alfonso, A. P. (1986). Aspectos climatológicos de las turbonadas en la Ciudad de la Habana. Ciencias de la Tierra y el Espacio, 12: 85 – 100.
- Alfonso A.P. (1986): El brote de tiempo severo en Cuba del 8 de febrero de 1978. Descripción del brote y situación sinóptica. Ciencia de la Tierra y el Espacio, 10, 101-114.
- Alfonso, A. P. (1994). Climatología de las tormentas locales severas de Cuba. Cronología. La Habana, Cuba: Editorial Academia, 168 p., ISBN: 978-95-902-0060-1.
- Bermúdez, Y., G. Aguilar & A. Wallo (2009). Distribución de las Tormentas Locales Severas en Cuba. Informe de Resultado, La Habana, Cuba. Instituto de Meteorología, 78 pp.
- Carnesoltas, M. (2002). La brisa de mar y tierra. Conceptos fundamentales. Revista Cubana de Meteorología, 9(1). 39–60 pp: ISSN. 0864–151X.
- _____, M. Sierra, N. Quintana, 2009: Identificación de parámetros para detectar los Sistemas Locales de Convección Organizada en la Capa Fronteriza Atmosférica sobre Camagüey. Rev. Ciencia de la Tierra y del Espacio, vol. 10. http://iga.cu/revista/cte_10.
- _____, M. Sierra, N. Quintana, 2010a: Características de los principales parámetros que intervienen en el proceso convectivo relacionado a la severidad sobre la región centro oriental de Cuba. Informe de Resultado. INSMET, 46 pp.
- Fujita, T. T., (1978): Manual of downburst identification for project Nimrod. Satellite and Mesometeorology Research Paper 156, Dept. of Geophysical Sciences, University of Chicago, 104 pp. [NTIS PB-286048.]
- Golden, J. H. (1973). Some statistical aspects of waterspout formation. Weatherwise, 26 (3):108-117.
- Orlanski, I., (1975): A rational subdivision of scales for atmospheric processes, Bull. Amer. Met. Soc. 65 (1): 527 – 530 p.
- Peterson. R.E (1978): “Waterspout statistics of Nassau, Bahamas”.J. Appl. Meteorol., 17:444 – 448