

Estudio estadístico climatológico de las tormentas tropicales en las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque, períodos de retorno de los ciclones tropicales

Statistical climatological study of tropical storm in the provinces of Artemisa, Havana and Mayabeque, return periods of tropical cyclones



<https://eqrcode.co/a/jKTafJ>

Gleidys Caridad Marcelo-García¹, Pedro Roura-Pérez²

¹Centro Meteorológico Provincial La Habana, Artemisa, Mayabeque, Cuba

²Centro del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

RESUMEN: Las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque tienen una alta prevalencia de afectación por ciclones tropicales. Estos sistemas repercuten negativamente en el desarrollo socioeconómico, ocasionan pérdidas de vidas humanas y grandes desastres naturales. No obstante, el aporte pluviométrico de estos hidrometeoros, en algunos casos, puede resultar positivo al reducir la sequía agrícola. El objetivo que perseguimos en este trabajo es realizar un estudio estadístico-climatológico del comportamiento de las tormentas tropicales en el territorio mencionado y calcular los periodos de retorno de los ciclones tropicales, entendiéndose sistemas nombrados (tormenta tropical y huracán), a través de la aplicación de una herramienta computacional de manufactura propia. La herramienta computacional que se presenta es una aplicación llamada TkHURS desarrollada sobre la plataforma .NET y utilizando el lenguaje de programación C#. La aplicación calcula los periodos de retorno y las frecuencias estimadas a través de un ajuste del Modelo de Poisson. En el período de 1791-2018 las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque fueron afectadas por 58 huracanes, de los cuales 16 fueron huracanes intensos y 6 de gran intensidad. El periodo de retorno es de 4.5 años como promedio. La provincia de Artemisa fue la más afectada con 52 huracanes, para un período de retorno de 4.9 años como promedio. En una temporada ciclónica, la probabilidad de afectación de al menos un huracán (19.7%) es superior a la probabilidad de afectación de al menos una tormenta tropical (11.5%).

Palabras clave: ciclones tropicales, climatología, periodos de retorno, TkHURS y tormenta tropical.

ABSTRACT: The provinces of Artemisa, Havana and Mayabeque have a high prevalence of affectation by tropical cyclones. These systems have a negative impact socio-economic development, causing loss of life and major natural disasters. However, the rainfall contribution of these hydrometeors, in some cases, is positive by reducing agricultural drought. The objective that we pursue in this work is to carry out to statistical-climatological study of the behavior of tropical storm in the mentioned territory and calculate the return periods of tropical cyclones, understood named systems (tropical storm and hurricane), through the application of a computational tool of own manufacture. The computational tool that is presented is an application called TkHURS developed on the .NET platform and using the C # programming language. The application calculates the return periods and the estimated frequencies through an adjustment of the Poisson Model. In the period from 1791-2018 the provinces of Artemisa, Havana and Mayabeque were affected by 58 hurricanes, of which 16 were intense hurricanes and 6 were of great intensity. The return period is 4.5 years on average. Artemisa province was the most affected with 52 hurricanes, for a return period of 4.9 years on average. In a cyclone season, the probability of impact of at least one hurricane (19.7%) is greater than the probability of impact of at least one tropical storm (11.5%).

Key Words: tropical cyclones, climatology, return periods, TkHURS and tropical storm.

Correspondencia a: gleidys.marcelo@insmet.cu, pedro.roura@insmet.cu

Recibido: 10/04/2020

Aceptado: 26/09/2020

INTRODUCCIÓN

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) define al ciclón tropical como un ciclón no frontal de escala sinóptica y núcleo caliente que se origina sobre aguas tropicales o subtropicales, dotado de convección profunda organizada y circulación cerrada de los vientos en superficie alrededor de un centro bien definido (OMM, 2013). El ciclón tropical es un término genérico que incluye los estadios de depresión tropical (vientos máximos sostenidos inferiores a 63 km/h), tormenta tropical (vientos máximos sostenidos entre 63-118 km/h) y huracán (vientos máximos sostenidos superiores o iguales a 119 km/h). En la cuenca del Atlántico norte, una tormenta tropical es aquel fenómeno de la meteorología que se describe como parte de la evolución de un ciclón tropical y se nombra Huracán al ciclón tropical totalmente desarrollado (Rubiera & Ballester, 1998).

Los ciclones tropicales (CTs) pueden ser determinantes en los regímenes de precipitación de los lugares en los que impactan, y llevar lluvias muy necesarias a zonas que de otro modo serían desérticas. Los huracanes (H) que se forman en el Pacífico Norte, habitualmente aportan humedad a la región sudeste de Estados Unidos y partes de México. Japón recibe más de la mitad de sus precipitaciones anuales directamente de los tifones. (NOAA, 2007). El Huracán Camille evitó condiciones de sequía y terminó con el déficit de agua en gran parte de su recorrido (NHC, 2014).

En Cuba, en el periodo lluvioso, la influencia de las ondas tropicales y los CTs producen grandes precipitaciones (Alfonso & Florido, 1992). En el año 2008, el aporte pluviométrico del huracán Gustav provocó la interrupción de un importante suceso de sequía que se encontraba en evolución en nuestro país (Planos *et al.*, 2013).

Los efectos de los huracanes en las poblaciones, bienes materiales y recursos naturales pueden ser catastróficos, sin embargo, reducir los procesos de sequía es un resultado beneficioso del paso de un huracán por un territorio. En particular, las tormentas tropicales tienen el plus de que sus efectos dañinos no son tan desastrosos pues la

intensidad de sus vientos es poca en comparación con la intensidad de los vientos huracanados.

Las provincias de Artemisa, Mayabeque y La Habana (provincias habaneras) son altas productoras agrícolas. El índice de ociosidad de la tierra (área ociosa vs área agropecuaria) tiene el valor mínimo a nivel nacional, 3.7% (ONE, 2011). Aquí se siembra viandas, plátano, frutas, cítricos, hortalizas, cereales, leguminosas, tabaco y caña de azúcar.

El escenario de cambio climático realizado para Cuba del régimen pluvial indica la extensión de los meses del periodo seco y el desplazamiento temporal del inicio de las lluvias (Centella *et al.*, 2009). De hecho entre las principales variaciones y cambios recientes del clima en Cuba se encuentra una tendencia estadísticamente no significativa a la disminución de la precipitación total en el país, más marcada en la región occidental (González *et al.*, 2018). De ahí que el paso directo o indirecto de CTs sobre la Isla, en particular, sobre el occidente, tiene un rol importante en el mantenimiento de los recursos hídricos regionales y los suministros de agua potable.

Particularmente, las provincias en investigación se ubican en esta región, que es, a su vez, el territorio del país de alta frecuencia de afectación por ciclones tropicales (Pérez, 2018). Todo esto refuerza la importancia que merita realizar un estudio estadístico-climatológico del comportamiento de las tormentas tropicales (TT), dado el importante aporte pluvial de éstos, y calcular los periodos de retorno de los ciclones tropicales a las provincias habaneras, entendiéndose todo aquel organismo ciclónico tropical que haya alcanzado y/o superado los vientos máximos sostenidos (media en un minuto) de 63km/h (TT+H), siendo éste el objetivo fundamental de la presente investigación.

Una investigación reciente sobre los huracanes que inciden en las provincias habaneras concluyó que el 32.6% de ellos surgen en el mar Caribe occidental o se forman al este del arco de las Antillas Menores y penetran en el Caribe, de modo que, aproximadamente el 77.0% de los mismos se introducen en el territorio por la costa sur (Marcelo

[et al., 2019](#)). Los propios autores afirman que el mes de octubre es el de mayor incidencia de huracanes y que los huracanes intensos representan el 42.0% de todos los registrados en dicho mes. Precisar que los huracanes intensos poseen vientos máximos sostenidos iguales o superiores a 178 km/h.

Es de destacar que el presente estudio se realiza en el marco del proyecto: “Sistema de Predicción para Fenómenos Meteorológicos que afectan la agricultura en las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque”.

MATERIALES Y MÉTODOS

La climatología de los ciclones tropicales que se han formado en la cuenca Atlántica ha sido una temática abordada por numerosos autores desde enfoques diferentes a lo largo de muchos años ([Rubiera et al., 2006](#)). Para realizar esta investigación fueron utilizadas como fuentes directas de información metodológica y de datos la Cronología de los Huracanes de Cuba actualizada ([Pérez, 2018](#)) y la Base de Datos de Huracanes del Atlántico (HURDAT2) ([Landsea et al., 2015](#)). Se tomaron en cuenta los ciclones tropicales que afectaron el territorio cubano en el período 1791-2018.

Actualmente la clasificación de un huracán se realiza mediante la escala de Saffir-Simpson (SS) con cinco categorías, desde SS1 hasta SS5, según cinco intervalos con valores simultáneos de la velocidad máxima del viento sostenida en un minuto (Vmax) y la presión atmosférica mínima (Pmin) en el vórtice u ojo del huracán ([Pérez et al., 2006](#)). En Cuba, a los huracanes de las categorías

SS4 y SS5 se le denominan “huracanes de gran intensidad”. Los huracanes de las categorías SS3, SS4 y SS5 son “huracanes intensos”, los de categorías 2 y 3 se conocen como “huracanes de intensidad moderada” y los de categoría 1 de “poca intensidad” ([Roura et al., 2018](#)). En ausencia de datos de viento y presión mínima la categoría se estima por los daños causados en construcciones sólidas. A continuación se presenta la actualización de la escala internacional de clasificación de huracanes, Saffir-Simpson ([OMM, 2012](#)) ([Tabla 1](#)):

La OMM en su Nota Técnica número 534 recomienda el cálculo de los periodos de retorno por intermedio de la Función de Distribución de Poisson, la misma está destinada al estudio de fenómenos o sucesos en los cuales la probabilidad de ocurrencia sea baja; además se toma como premisa que los procesos a estudiar son aleatorios y la ocurrencia de los mismos es independiente de los demás y viceversa ([Sachs, 1978](#)).

Se utilizó el software estadístico para calcular los periodos de retorno de huracanes (TkHURS) para obtener los periodos de retorno y calcular las frecuencias estimadas a través del ajuste de un Modelo de Poisson a la variable que cuenta el número de huracanes por año que han azotado a las provincias habaneras, en el período de 1791-2018, a partir de la Cronología de los Ciclones Tropicales y los Estados Generales del Tiempo. Con la idea de facilitar el trabajo y eliminar errores a la hora de realizar los cálculos, esta aplicación visual permite a un usuario introducir la cronología de huracanes, el programa le brindara una serie de aplicaciones desarrolladas para filtrar los datos en distintas cronologías de huracanes, por cada provincia. La herramienta computacional que se presenta es una

Tabla 1. Escala de Saffir - Simpson para la clasificación de los Huracanes según la intensidad de sus vientos máximos sostenidos medidos en un minuto

Categoría del Huracán	Viento máximo sostenido (medido en 1 min)
SS1	119 - 153 km/h
SS2	154 - 177 km/h
SS3	178 - 208 km/h
SS4	209 - 251 km/h
SS5	>= 252 km/h

aplicación desarrollada sobre la plataforma .NET y utilizando el lenguaje de programación C# (Arenas *et al.*, 2019).

Los datos de las tormentas tropicales que transitaron sobre las provincias se obtuvieron de la Base de Datos de Huracanes del Atlántico (HURDAT2) disponible en el sitio oficial del National Hurricane Center, www.nhc.noaa.gov, (Landsea *et al.*, 2015). También se consultó los Resúmenes de la Temporada Ciclónica, elaborados por el Centro de Pronósticos del Tiempo del Instituto de Meteorología para los años posteriores a 1998 (Ballester & Rubiera, 2016). De esta forma se confeccionó una cronología de tormentas tropicales que afectaron La Habana, Artemisa y Mayabeque, de la cual se obtuvo los resultados que se presentan en esta investigación.

Para el estudio estadístico climatológico de las TT sobre el territorio en cuestión se determinó como paso directo todo aquel ciclón tropical de vientos máximos sostenidos superiores a 63 km/h y que no excedieran los 118 km/h, cuyos vientos hayan sido registrados en un área de 22185 km² como se muestra en el rectángulo rojo (Figura 1). Además se contabilizaron todos aquellos huracanes cuyos centros hayan transitado en un área de 129918 km², rectángulo verde, excluyendo el rectángulo rojo, y la intensidad de los vientos máximos sostenidos registrados en las provincias haya sido inferior a 119 km/h (Figura 1). Estos huracanes se identificaron como tormentas tropicales.



Figura 1. Áreas por donde pasaron ciclones tropicales que afectaron a las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque con vientos de tormenta tropical. Periodo de estudio 1851-2018

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La data de tormentas tropicales (TT) cuenta con 167 temporadas ciclónicas, desde el año 1851 hasta el 2018. Se obtuvo que:

- En este período 34 han afectado las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque.
- El 58.8% se han obtenido como máxima categoría.
- El 55.9% del total transitó directamente sobre el territorio.
- La primera tormenta tropical que afectó a las provincias habaneras y que se tiene registro ocurrió el 21 de agosto de 1856.
- El año de mayor frecuencia de afectación fue el 1898 con tres tormentas.
- El tiempo mínimo de afectación es de 12 días (10 octubre de 1898; 22 de octubre de 1898).

A continuación se presenta la distribución mensual de las TT que han afectado a las provincias en cuestión (Figura 2):

- Los meses de mayor afectación son octubre y septiembre, en ese orden.
- En los meses de diciembre y enero no hay registro de ninguna que haya afectado a las provincias habaneras.
- Las TT extemporáneas (febrero a mayo) son solo 4 y representan el 11.4% del total.
- El 70.6% de todas las TT, han sido registradas a partir de la década de 1951 hasta la actualidad.

El quinto mes de la temporada de huracanes es el de mayor ocurrencia de TT, debido a la presencia de trenes de ondas tropicales en el mar Caribe que encuentran condiciones favorables para su desarrollo ciclónico tropical (Rubiera *et al.* 2006).

El resultado que indica que el 70.6% de todas las TT han sido registradas en los últimos 68 años de la data cronológica es polémico. Todavía no existe una respuesta científica definitiva sobre el incremento de la actividad ciclónica observado en la región atlántica. Aún se debate si éste obedece al calentamiento global o es el resultado de una

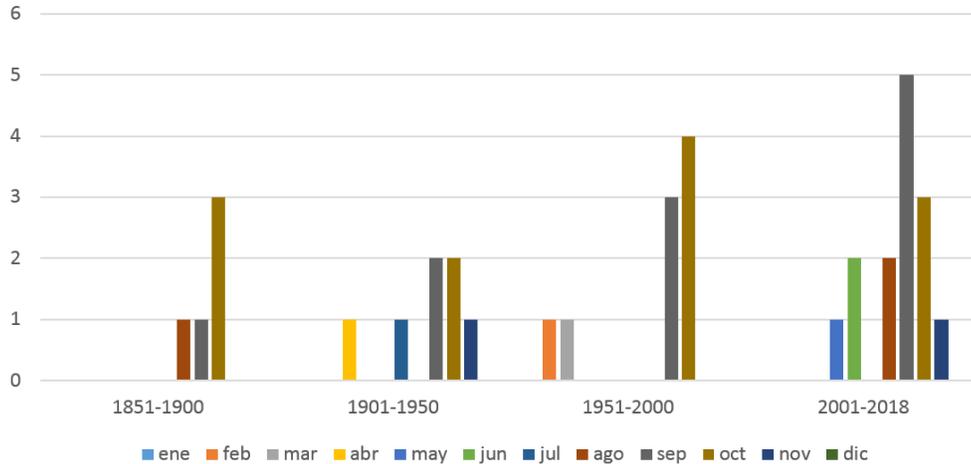


Figura 2. Distribución mensual de las tormentas tropicales que han afectado a Artemisa, La Habana y Mayabeque desde 1851 hasta 2018 dividido en periodos de 50 años

variabilidad natural, beneficiado en parte por el aumento tanto cualitativo como cuantitativo de las técnicas de observación (WMO, 2006).

Utilizando el software TkhURS se obtuvieron los periodos de retorno en años de las TT y de los H, así como de los CTs, que incluye ambos estadios, tal cual se explicó con anterioridad. El cálculo se realizó introduciendo al programa la cronología de CTs que han afectado las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque (Tabla 2). Además se obtuvo la distribución por intensidades de los huracanes y sus periodos de retorno a las provincias habaneras (Tabla 3) a través de una analogía entre la escala cubana Rodríguez-Ramírez y la escala internacional Saffir-Simpson. El TkhURS también ha permitido calcular la probabilidad de afectación de al menos un ciclón

tropical sobre cada provincia con carácter anual (Tabla 4).

Para las provincias habaneras la probabilidad de afectación en un año ($p'/año$) de al menos un ciclón tropical es la mayor de todas y está en el entorno del 26.1%. La $p'/año$ media de afectación de una TT es 11.5%. La probabilidad de afectación en un año ($p'/año$) de al menos un huracán (SS1-SS5) está alrededor del 17%. Las provincias habaneras tienen mayor probabilidad de afectación por huracanes que por TT, lo que se refleja en el hecho de que en el periodo de tiempo 1851-2018 han sido afectadas por 44 H y solamente 34 TT.

La mayor $p'/año$ por SS1 es del 11.2% y corresponde a Artemisa. La mayor $p'/año$ por SS2 es del 5.4% en La Habana. La mayor $p'/año$ de

Tabla 2. Periodo de retorno de los ciclones tropicales (distribuidos por intensidad) que han incidido sobre las provincias habaneras

Ciclón tropical / Periodo de retorno	LA HABANA (años)	ARTEMISA (años)	MAYABEQUE (años)
TT +SS1-SS5	3.1	3.1	3.2
Huracanes categorías SS1-SS5	5.6	4.9	5.5
Tormenta Tropical	8.1	7.4	9.0
Huracán categoría SS1	11.4	8.4	9.3
Huracán categoría SS2	18.0	25.8	25.8
Huracán categoría SS3	33.1	29.0	33.1
Huracán categoría SS4	76.5	38.5	76.5
Huracán categoría SS5	228.5	---	228.5

Tabla 3. Periodo de retorno (T_k) de los huracanes que afectaron a La Habana, Artemisa y Mayabeque distribuidos por intensidades acorde con la escala Rodríguez-Ramírez

Escala Rodríguez-Ramírez	Escala Saffir-Simpson	LA HABANA (T_k años)	ARTEMISA (T_k años)	MAYABEQUE (T_k años)
Gran intensidad	SS4 y SS5	57.5	38.5	57.5
Intensos	SS3, SS4 y SS5	21.2	16.8	21.2
Moderada intensidad	SS2 y SS3	11.9	13.9	14.8
Poca intensidad	SS1	11.4	8.4	9.3

un SS3 es de un 3.4% para todas las provincias. La mayor p' /año de un SS4 es 2.5% en Artemisa. La p' /año de un SS5 es 0.4% en La Habana y Mayabeque.

La provincia Artemisa nunca ha sido afectada por vientos huracanados máximos sostenidos iguales o superiores a 252 km/h, que corresponde con un huracán SS5. De hecho, en la cronología de huracanes de las provincias habaneras hay un solo SS5, la Tormenta de San Francisco de Borja que ocurrió entre el 10 y el 11 de octubre de 1846. Sus vientos huracanados azotaron fuertemente la provincia Artemisa pero no igualaron ese valor por

lo que está registrado como un SS4. En cambio sí lo hizo en La Habana y Mayabeque. Además como solo se registra un caso SS5, la probabilidad de afectación de al menos un huracán de esa envergadura es extremadamente baja. De forma general, se puede afirmar que la probabilidad de ocurrencia de uno de estos sistemas hidrometeorológicos en un año es baja, tal cual indica la OMM en su Nota Técnica número 534.

Durante el período de estudio se pudo observar que entre los meses de la temporada ciclónica de mayor frecuencia de ocurrencia de huracanes están: octubre (44.8%), septiembre (24.1%) y agosto

Tabla 4. Probabilidad de afectación (p') de un ciclón tropical al año en las provincias habaneras

CT/Año	La Habana (p' %)	ARTEMISA (p' %)	Mayabeque (p' %)
1 SS5/Año	0.004	---	0.004
1 SS4/Año	0.013	0.025	0.013
1 SS3/Año	0.030	0.034	0.030
1 SS2/Año	0.054	0.038	0.038
1 SS1/Año	0.084	0.112	0.102
1 TT/Año	0.115	0.125	0.105
1 H/Año	0.162	0.182	0.165
1 CT/Año	0.262	0.266	0.254

Tabla 5. Estratificación por meses y categorías Saffir-Simpson de huracanes de las provincias habaneras (1791-2018)

Categoría	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
SS1	2	0	6	9	9	2	28
SS2	1	1	3	2	6	1	14
SS3	0	0	1	2	7	0	10
SS4	0	0	1	1	3	0	5
SS5	0	0	0	0	1	0	1
Total	3	1	11	14	26	3	58
				51			

(19.0%) que comprenden el 87.9%. Los huracanes intensos (SS3, SS4 y SS5) abarcan el 27.6% y ocurren con la mayor frecuencia en octubre con el 19.0%; los de gran intensidad (SS4 y SS5) abarcan el 10.3% y ocurren con mayor frecuencia en octubre con el 6.9%. Se observa la ocurrencia de 1 huracán de categoría SS5: La "Tormenta de San Francisco de Borja" del 10 al 11 de octubre de 1846, (Tabla 5). Es importante señalar que en los últimos 20 años las provincias habaneras solo han sido afectadas por 2 huracanes intensos en el mes de agosto (Charley 2004 y Gustav 2008), ambos afectaron con esta categoría a la provincia de Artemisa, solo el Charley a La Habana y ninguno a Mayabeque.

Realizando una comparación entre el estudio climatológico de las tormentas tropicales y el de los huracanes en el territorio se diría que para las provincias habaneras:

- La distribución mensual de TT coincide con la distribución mensual de huracanes. En general, los meses de octubre y septiembre, en ese orden, son los de mayor incidencia de ciclones tropicales.
- La temporada ciclónica del año 1898 ha sido la de mayor incidencia, con tres tormentas. Once años después, 1909, sobrevino tres huracanes, la mayor ocurrencia de huracanes en una temporada ciclónica.
- El tiempo mínimo de afectación por TT es de 12 días. El tiempo mínimo de afectación por huracanes es de 10 días.

CONCLUSIONES

- Para las provincias de La Habana, Artemisa y Mayabeque, del total de tormentas tropicales, el 55.9% transitaron directamente, el 58.8% se han obtenido como máxima categoría y el 11.4% han sido extemporáneas.
- El intervalo de tiempo mínimo de afectación por tormenta tropical es de 12 días y por huracán es 10.

- La distribución mensual revela a octubre como el mes de mayor incidencia de ciclones tropicales.
- Los meses de mayor ocurrencia de huracanes son: octubre (44.8 %), septiembre (24.1%) y agosto (19.0%) ocupando un 87.9%. Los huracanes intensos representan el 27.6% y ocurren con mayor frecuencia en octubre con el 19.0%.
- Como promedio, el periodo de retorno de al menos un ciclón tropical es de 3,1 años; de una tormenta tropical, 7.8 años; de un huracán, 4.5 años; de un huracán intenso, 14.8 años y de un huracán de gran intensidad, 38.5 años.
- La probabilidad de ocurrencia en un año de al menos un ciclón tropical está en el entorno del 26.1%; de un huracán, del 19.7% y de una tormenta tropical, del 11.5%.
- La provincia de Artemisa es la de mayor incidencia de ciclones tropicales con 33 tormentas y 52 huracanes, con un retorno cada 7.4 y 4.9 años respectivamente.

REFERENCIAS

- Alfonso, A. & Florido, A. 1992. "Las grandes precipitaciones en Cuba, aspectos fundamentales". *3er Congreso Internacional de Desastres*. La Habana, Cuba.
- Arenas, J.C., Roura, P., Sistachs, V. 2019. "TKHURS: Software estadístico para calcular los períodos de retorno de los huracanes". Jornada Científica Estudiantil, Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba.
- Ballester, M. & Rubiera, J. 2016. "Resumen de temporada ciclónica de la Cuenca del Atlántico Norte". Temporadas ciclónicas 1998-2017. Instituto de Meteorología, CITMA, La Habana, Cuba, Disponible en <http://www.insmet.cu>.
- Centella, A., Bezanilla, A. & Leslie, K. 2009. "A study of the uncertainty in future Caribbean climate using the PRECIS Regional Climate

- Model”. Technical Report. Community Caribbean Change Center, Belmopan, 16 pp.
- González, I.T., Barcia, S., Paz, L.R., Hernández, D., Sánchez, F., Gil, L., Pérez, Y. & Socarras, J. 2018. “Indicadores extremos climáticos. Principales variaciones y cambios recientes en el clima de Cuba”. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, ppt.
- Landsea, C. H., Franklin, J. & Beven, J. 2015. “The revised Atlantic hurricane database (HURDAT2)”. Consultado en septiembre 2019, Disponible en <https://www.nhc.noaa.gov/data/hurdat/hurdat2>.
- Marcelo, G., Rodríguez, A., Hernández, J. F. & González, C. M. 2019. “Caracterización de los huracanes que han afectado las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque”. Memoria X Congreso Cubano de Meteorología, 2-6 diciembre, 2019, La Habana, Cuba.
- NOAA. 2007. “Tropical Eastern North Pacific Hurricane Outlook”. Climate Prediction Center - National Weather Service, 22 de mayo de 2007, Consultado el 18 de febrero de 2020.
- National Hurricane Center. 2014. “RE-ANALYSIS OF 1969’s HURRICANE CAMILLE COMPLETED Catastrophic hurricane now ranks as second strongest on record”. Consultado el 18 de febrero de 2020, Disponible en https://www.nhc.noaa.gov/news/20140401_p_a_reanalysisCamille.pdf.
- Oficina Nacional de Estadísticas. 2011. “Anuarios Estadísticos de Cuba y sus Territorios 2010”. Versión Digital.
- OMM. 2012. “Escala internacional de clasificación de huracanes, Saffir-Simpson”. Tabla. OMM/DT No. 494. Edición 2012.
- OMM. 2013. “Definición de ciclón tropical”. OMM/DT No. 494, Edición 2013.
- Pérez, R. 2018. “Cronología de los Huracanes de Cuba”. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba, 7 pp.
- Pérez, R., Vega, R., González, I. & Limia, M. 2006. “Reanálisis de las tormentas tropicales que afectaron a Cuba en el siglo XIX y de los huracanes que afectaron a La Habana en el siglo XVIII”. En Climatología de los ciclones tropicales de Cuba. Informe científico, Instituto de Meteorología, La Habana, 100 pp.
- Planos, E., Vega, R. & Guevara, A. 2013. “Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba”. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología, La Habana, Cuba, 430pp.
- Roura, P., Sistachs, V., Vega, R. & M. Alpizar, M. 2018. “Caracterización estadística climatológica de huracanes en Cuba durante el período 1791-2016”. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 24. Núm. 3. [Disponible en: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/436/550>].
- Rubiera, J. & Ballester, M. 1998. “Generalidades de los Ciclones Tropicales”. INSMET, CITMA, [Disponible en: <http://www.insmet.cu>]
- Rubiera, J., González, C., Ballester, M., Llanes, M., Caymares, A., Gimeno, Y. & Mojena, E. 2006. “Curso sobre Ciclones Tropicales”. Edit. Academia, La Habana, Cuba, 32 pp.
- Sachs, L. 1978. Estadística Aplicada”. Barcelona: Editorial Labor, 567 pp.
- WMO. 2006. “Workshop topic reports”. Sixth WMO International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-VI). Tropical Meteorology Research Programme Report Series TMRP, no. 72, 588 pp.