

La relación cambio climático-huracanes vista desde el huracán Matthew.

The climate change-hurricane relationship seen since Hurricane Matthew.

Autores: MSc. Yanneyis Rojas-Díaz¹, Dr. C. Ediviges Minguí-Carbonell², Carlos Román-Gonzalez¹, Ing. Andrés Aragón-Matos¹.

Organismo: Centro Meteorológico Guantánamo. Cuba¹. Facultad de Ciencias Médicas. Guantánamo. Cuba².

E-mail: yanneyis.rojas@gtm.insmet.cu, emingui@infomed.sld.cu, carlos.roman@gtm.insmet.cu, aragon.matos@gtm.insmet.cu.

Resumen.

Entre los temas preocupantes para los investigadores están el cambio climático y los huracanes, con sus causas y consecuencias, así como las acciones para mitigar sus daños. Uno de los principales efectos del cambio climático es el aumento en intensidad de los huracanes, que con sus elementos peligrosos causan grandes daños socioeconómicos y a los recursos naturales de las zonas por donde transitan. El huracán Matthew, es el primero de gran intensidad que azotó a la provincia Guantánamo impactándola negativamente, por lo que es importante describir la relación cambio climático - intensidad de los ciclones tropicales. Los datos del estudio fueron recopilados desde fuentes oficiales del Instituto de Meteorología, imágenes tomadas de la Red Cubana de Radares Meteorológicos e informes provinciales sobre las afectaciones ocasionadas por este sistema. Los resultados del estudio de este organismo tropical reafirman la relación cambio climático - huracanes y su impacto devastador en los ecosistemas.

Palabras clave: cambio climático; ciclones tropicales; ecosistemas frágiles.

Abstract.

Among the issues of concern to researchers are climate change and hurricanes, with their causes and consequences, as well as actions to mitigate their damage. One of the main effects of climate change is the increase in intensity of hurricanes, which with their dangerous elements cause great socioeconomic damage and the natural resources of the areas through which they transit. Hurricane Matthew is the first of great intensity that hit Guantanamo province negatively impacting it, so it is important to describe the relationship climate change-intensity of tropical cyclones. The data of the study were compiled from official sources of the Institute of Meteorology, images taken from the Cuban Network of Meteorological Radars and provincial reports on the effects caused by this system. The results of the study of this tropical organism reaffirm the relation climate change-hurricanes and their devastating impact on ecosystems.

Keywords: climate change; tropical cyclones; fragile ecosystems

Introducción.

Durante las últimas décadas a nivel global se ha ido desarrollando una terrible amenaza para toda la humanidad en el orden climático: el irrefrenable y progresivo calentamiento del planeta. La forma irracional de las políticas capitalistas y de las acciones humanas están destruyendo progresivamente el medioambiente, la ecología, los ecosistemas alterando el equilibrio natural de las especies y la biodiversidad e influyendo en el hábitat de la especie humana y del resto de las especies animales y vegetales y, en consecuencia, interviniendo en el progresivo calentamiento del planeta que en pocos años puede causar cambios climáticos y ambientales irreversibles, produciendo fuertes y crecientes impactos negativos y vulnerabilidades en muchos casos irreparables.

Dentro del complejo contexto mundial el cambio climático ha sido conceptualizado por los científicos y organizaciones de diversas formas. Entre los conceptos dados se encuentran los ofrecidos por El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) que considera al cambio climático como una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente, decenios o más). En su Artículo 1^º en La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la CMNUCC lo define como un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y al que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables. El CITMA, (2011) en el folleto “El Cambio climático y zonas costeras cubanas. Los científicos alertan”; lo presentan como la variación que se produce por el calentamiento de la atmósfera cercana a la Tierra, debido a la acumulación de los gases de efecto invernadero de larga vida, sobre todo el dióxido de carbono (CO₂). Coinciden estos y otros autores en que la causa del cambio climático está dada por procesos naturales internos o procesos externos, en especial los antropogénicos cuyos efectos se perciben a largo plazo.

En Cuba, las investigaciones relacionadas con la variabilidad del clima se han concentrado en las variaciones observadas en las series de temperatura superficial del aire. La comprensión de dichas variaciones puede contribuir sustancialmente a la estimación del calentamiento global, como resultado de la intensificación del efecto invernadero debido a causas humanas. Centella et al., (1995, 1997), señalaron como aspecto más relevante la existencia de un calentamiento significativo en las décadas de los años 80 y 90. En términos generales, desde mediados del siglo XX las temperaturas media y mínima se incrementaron, mientras que en el rango diurno de la temperatura disminuyó. Se refiere a la actualización de las series hasta el año 2008 que confirman lo previamente calculado para la temperatura media; ejemplo de ello es que desde mediados del pasado siglo la temperatura media anual ha aumentado en Cuba en 0.9°C, destacándose la década de los 90 con elevados valores de temperaturas y los años de la primera década del siglo XXI.

En estudio realizado sobre huracanes y cambios climáticos, Rubiera, (2013), plantea que los períodos de intensa y poca actividad ciclónica se alternan en la cuenca del Atlántico Norte desde hace muchos años y que desde el siglo XIX suelen durar de dos a tres décadas, aunque este lapso puede variar; expresa además que en Cuba se ha observado esta variabilidad en el número de ciclones tropicales que afectan anualmente el país y reconoce que estamos viviendo un nuevo período de gran actividad ciclónica, siendo el territorio cubano afectado por más de

una decena de huracanes con categorías tres y cuatro, todo ello relacionado con importantes cambios en la temperatura de las aguas del mar.

En la literatura diversos autores afirman que el aumento en la intensidad de los huracanes está asociado con el incremento de la temperatura superficial en el trópico, Arellano et al., (2010); Michell et al., (2006) y Webster et al., (2005); en este sentido, en el 2016 el territorio de la provincia Guantánamo es amenazado y traspasado por el primer huracán de gran intensidad, Matthew, provocando importantes y cuantiosos daños a la diversidad del ecosistema del territorio.

Según Rubiera, (2013), en su artículo “Huracanes, cambio climático y reducción del riesgo”, en el siglo XXI los huracanes serán más intensos como consecuencia del cambio climático, es decir, se incrementarán los tres elementos más peligrosos de estos eventos: los vientos, la marea de tormenta provocada en las zonas costeras y la lluvia; en consecuencia, crecerán de manera significativa el riesgo y la vulnerabilidad, por lo que se impone adoptar estrategias de adaptación ante este tipo de situación meteorológica para disminuir las posibles pérdidas humanas, materiales y naturales, con el empleo adecuado y efectivo de medidas de prevención.

La actividad ciclónica es muy variable y con tendencia a la intensificación. En el año 2012 el huracán Sandy con categoría 3 y formado a partir de un aumento de 0.5^oC de temperatura de las aguas del Mar Caribe en el mes de octubre, se mantuvo sobre el territorio cubano durante 5 horas. Aunque no es posible atribuir un huracán en particular u otro fenómeno específico a los efectos del cambio climático, se reconoce que la tendencia de los huracanes en Cuba es consistente con la estimación del IPCC, que prevé que tengan mayor intensidad. El estudio del trinomio cambio climático-huracán-ecosistemas a nivel internacional tiene cada vez más importancia en el presente siglo y en el caso de Cuba, gana en significado debido a su gran biodiversidad con ecosistemas únicos y merecedores de protección y, en consecuencia, se deben plantear y ejecutar estrategias y acciones conducentes a la disminución de los daños ocasionados por eventos meteorológicos de gran intensidad.

Este trabajo tiene como objetivo describir la relación entre el cambio climático y el comportamiento de los huracanes en la provincia Guantánamo y las principales afectaciones sobre los ecosistemas guantanameros al paso del huracán Matthew como el primer huracán de gran intensidad que atraviesa el territorio.

Método y Metodología.

Para el desarrollo de la investigación fue necesario una minuciosa revisión bibliográfica relacionada con el cambio climático tanto de nivel internacional como nacional, así como otras relacionadas con los huracanes, en especial los que se forman en el mar Caribe y que han atravesado a Cuba y se centró el estudio en Matthew como el primer huracán de gran intensidad que circuló por la provincia Guantánamo.

La descripción de la relación entre el cambio climático y el posible comportamiento de los huracanes como caso de estudio el huracán Matthew se llevó a cabo mediante un estudio retrospectivo sobre el mismo desde la formación de este organismo el 28 de septiembre del 2016 hasta que cruza por la provincia Guantánamo el 4 de octubre del mismo año.

Se consultaron en la base de datos oficiales del Instituto Nacional de Meteorología y del Centro de Meteorología de Guantánamo, diferentes bibliografías tanto en soporte digital como impresas, se utilizaron las imágenes de los satélites GOES-13 y de la red de radares meteorológicos cubana, así como las observaciones de los aviones de reconocimiento de superficie y del aire superior, además de los avisos y reportes de los ciclones tropicales confeccionados por el Centro Nacional de Huracanes (NHC) de los Estados Unidos (<http://www.nhc.noaa.gov>).

Se tomaron los datos horarios de las observaciones de las cinco estaciones meteorológicas de la provincia; entre otras fuentes de información para el análisis de las variables meteorológicas de precipitación, dirección, fuerza de los vientos, y presión a nivel del mar.

Los datos sobre las lluvias registradas por el intenso huracán Matthew se obtuvo de la Red de Observaciones de la provincia perteneciente al Instituto de Meteorología y de la información recibida de la Red de Pluviómetros territorial perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

La trayectoria de Matthew sobre la región se tomó del Centro Nacional de Pronósticos, al estudio aportó significativamente el Informe del Centro Meteorológico Provincial. La información sobre el estado del mar y las inundaciones costeras fue ofrecida por el Centro de Meteorología Marina, y el departamento de pronóstico del territorio, todos pertenecientes al Instituto de Meteorología.

Para la describir las afectaciones generadas por este potente organismo hidrometeorológico en Guantánamo, fueron analizados los resúmenes de las mismas en diferentes ecosistemas generadas por el huracán de gran intensidad Matthew y en especial las dejadas al Parque Nacional Alejandro de Humboldt (rico en diversidad biológica), así como en ecosistemas costeros al norte de la provincia. Se presentan imágenes fotográficas que muestran los efectos del cambio climático visualizado desde la trayectoria del huracán de estudio.

Se trabajó con el Informe de las afectaciones ocasionadas por el huracán Matthew al Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Delegación Territorial del CITMA en Guantánamo. El suplemento Científico Técnico de Juventud Rebelde "La huella natural de Matthew". Además se tuvo en cuenta el sistema de fotografías en la que se muestran los efectos del huracán tomadas por los investigadores y otras adquiridas por diferentes vías para valorar las afectaciones en diversos ecosistemas.

Resultados y Discusión

La formación y desarrollo de huracanes a partir de la influencia del cambio climático en su periodicidad, intensidad y poder destructor, se encuentra en la mesa de negociaciones y proyecciones de los diferentes países que se afectan con la finalidad de mitigar los daños materiales, naturales y humanos que ocasiona.

La tendencia al aumento en intensidad de los huracanes en el siglo XXI, ameritan de un estudio detallado de las relaciones existentes en la triada representada por los cambios climáticos, el desarrollo y aumento de intensidad en los huracanes y las afectaciones que estos pueden generar en los diferentes ecosistemas.

Cuba como isla que forma parte del arco de Las Antillas en el Mar Caribe, se localiza en el área de paso de organismos hidrometeorológicos con consecuencias territoriales graves

dadas por la configuración geográfica de la isla larga y estrecha, todo lo cual ocasiona que muchos huracanes la atraviesen de sur a norte y en otros lo hacen con recorrido este-oeste por el país, todo lo cual genera afectaciones significativas en los diferentes ecosistemas que encuentra a su paso.

Dentro del territorio nacional, es significativo realizar un estudio de la relación cambio climático- huracanes de gran intensidad- ecosistemas en la provincia de Guantánamo a partir de la incidencia del primer huracán de gran intensidad que la impacta directamente del 4 al 5 de octubre del año 2016 (figura 1(a) y (b)).

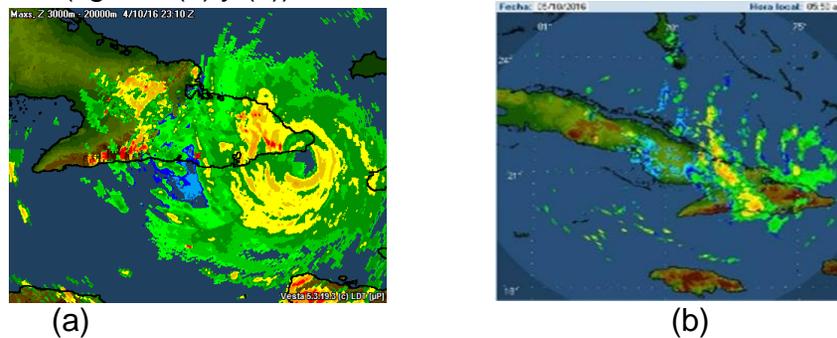


Fig.1 Imágenes de la Red cubana de Radares Meteorológicos. Entrada del huracán Matthew 1 por las inmediaciones de Punta Caleta costa sur de Guantánamo 1(a), y 1(b) salida del huracán Matthew hacia el norte por la Bahía de Mata, al este y próximo a Baracoa.

Entre las condiciones para la formación y desarrollo de los huracanes se encuentran las temperaturas superiores en la superficie de las aguas del mar a 26,5°C hasta unos 50m de profundidad, en correspondencia con ello, las condiciones térmicas en el Mar Caribe indicaron valores cercanos o por encima a los 30°C (figura 2) y que demuestra que esta es una condicionante para el surgimiento y desarrollo de estos organismos hidrometeorológicos.

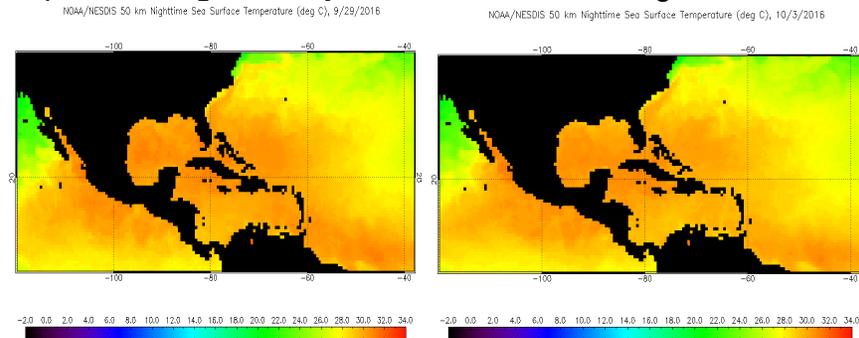


Fig. 2 Temperaturas en la superficie de las aguas del mar hasta finales de septiembre de la 2016, 2 (a) y 2 (b) para el día 4 de octubre 2016.

Relacionando lo planteado por diferentes investigadores sobre cambio climático y su consecuente aumento de la temperatura como factor determinante en la formación de huracanes de gran intensidad, con la información ofrecida en el mapa de temperatura del agua del mar en el Caribe en los últimos días del mes de septiembre, se deduce que realmente existían las condiciones necesarias y suficientes para la formación de la tormenta tropical Matthew que se originó en el seno de una fuerte onda tropical, próxima al grupo sur del arco de las Antillas Menores, al final de la mañana del 28 de septiembre 2016 y su intensificación hasta convertirse en un huracán de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson el 2 de octubre 2016.

El día 4 de octubre este organismo hidrometeorológico mantuvo su rumbo norte, penetrando en la provincia de Guantánamo por la costa sur en las inmediaciones de Punta Caleta, cerca de las 6:00 pm, como un intenso huracán categoría 4 en la escala Saffir-Simpson, sus vientos máximos sostenidos alcanzaron los 220 y 230 kilómetros por km/h, superiores en rachas, con una presión central de 949 hPa en el momento de la llegada a tierra del centro, con una velocidad de traslación que disminuyó a 6 km/h. La zona central de calma u ojo tenía un diámetro de unos 15 kilómetros. Esta área aparece en la figura 3, limitada por líneas discontinuas en negro a ambos lados de la trayectoria, rodeado de la pared del ojo, donde se produjeron los vientos más fuertes y los fenómenos más intensos relacionados con esa estructura. El anillo de vientos máximos estuvo azotando a Maisí por espacio de unas 5 a 6 horas, al igual que a Baracoa, por el lado oeste con vientos estimados entre 200 y 250 kilómetros por hora y rachas superiores, así como otras localidades situadas dentro de la zona barrida por el anillo de vientos máximos, teniendo su traza sobre el terreno un diámetro de unos 28 km.



Fig. 3 Trayectoria descrita por el huracán Matthew sobre la región oriental de Cuba.

Asumiendo de Rubiera, (2013), en su artículo: "Huracanes, cambio climático y reducción del riesgo", el incremento de los tres elementos más peligrosos de los huracanes (los vientos, la marea de tormenta provocada en las zonas costeras y la lluvia) se realiza una descripción de cómo el huracán Matthew afectó a los ecosistemas de la provincia Guantánamo.

La provincia Guantánamo nunca había sido azotada por un huracán de gran intensidad hasta que el huracán Matthew con categoría 4 en la escala de Saffir-Simpson, dejó sus huellas sobre este entorno, con un impacto devastador en el entorno natural cuyas afectaciones fueron evaluadas por especialistas del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de la Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales de la provincia. Entre los municipios evaluados se encuentra Baracoa, uno de los cuatro sectores del Parque Nacional Alejandro de Humboldt reconocido por su gran biodiversidad donde, Quiala Begué G., et al., (2016), señalan que se evidenciaron daños significativos y de interés desde el punto de vista de la biodiversidad.

Los vientos máximos sostenidos (promedio de 1 minuto) con fuerza de huracán, llegaban hasta una línea situada a unos 42 kilómetros por el oeste de la trayectoria (línea fina continua en rojo en la figura 3), cruzando por las inmediaciones de San Antonio del Sur, el Valle de Caujerí y saliendo por la costa norte al oeste de Baracoa, por lo que estos vientos con fuerza de huracán azotaron completamente a los municipios de Maisí, Baracoa e Imías, así como a la mitad este de los municipios de Yateras y San Antonio del Sur.

Los vientos con fuerza de tormenta tropical se sintieron hasta una distancia de unos 80 km al oeste de la trayectoria. Es de destacar que, si el oriente de Cuba hubiera estado situado al lado este de la trayectoria del huracán, sin que hubiera intervenido el factor fricción por una superficie montañosa, ni estar situada al lado oeste de la trayectoria, donde los vientos y los fenómenos

que se producen, como la lluvia, son más débiles, el área de vientos huracanados y de tormenta tropical hubiera estado a una distancia cercana al doble de lo que fue. El periodo de azote de los vientos huracanados y de tormenta tropical osciló de cinco a seis horas. Ello se debió al lento desplazamiento que tuvo al penetrar en tierra, al disminuir su velocidad de traslación hasta unos 6 km/h. Al final de la noche del día 4 de octubre, comenzó a desplazarse con una velocidad de traslación de unos 10 kilómetros por hora, saliendo al mar, hacia el norte, por la Bahía de Mata, al este y próximo a Baracoa.

El azote de los vientos huracanados en áreas cercanas al ojo del huracán y de tormenta tropical en las zonas más alejadas afectaron en un periodo de cinco a seis horas dejando cuantiosos daños a la flora y la fauna del Yunque de Baracoa y Cañón del Yumurí, ambos ubicados en el municipio de Baracoa, uno de los más azotados por la furia del viento dejando pérdidas lamentables, donde la fauna silvestre tuvo un gran impacto, arrasó con nidos, crías pequeñas, animales muertos como aves, peces, algunos reptiles como culebras, murciélagos, valiosos de invertebrados como los moluscos del género *Polimyta*, de bellos colores y algunos escorpiones de importancia conservacionista y biomédica, desaparecieron especies domesticas como las aves gallináceas, se afectó sensiblemente la composición y estructura de los bosques siempre verdes mesófilos y algunos bosques de galería cerca de los ríos y arroyos, produciendo una defoliación y partidura de las ramas en casi toda la totalidad de los árboles, así como la disminución de la densidad boscosa por derribo de los mismos en su mayoría de gran porte y de especies de valor forestal en los emporios cacaoteros que sufrieron considerables daños (figura4).



Fig. 4 Daños ocasionados a la flora y fauna tras el paso del huracán Matthew.

Como resultado de las lluvias intensas ocurrieron severas inundaciones fundamentalmente en zonas bajas registrándose en algunas localidades acumulados entre los 400 y 600 mm, dando lugar, a deslizamientos y derrumbes (figura 5), las que destruyeron comunidades ecológicas de vegetación y animales siendo otras cubiertas o arrastrada por la fuerza del agua como sucedió en Yateras con afectaciones en las plantaciones del café. Se registraron también afectaciones en animales acuáticos fluviales y los terrestres del valle fluvial. La combinación de fuertes vientos y lluvias de Matthew provocó afectaciones en algunas de las zonas de las Cuchillas del Toa en las poblaciones de Cuabales y Charrascales con el derribo de árboles que obstruyeron puntos estrechos entre montañas, obstaculizando el paso de determinadas especies que usaban ese sendero, haciendo desaparecer algunas especies endémicas de la flora y la fauna que vivían en áreas reducidas.



Fig. 5 Afectaciones provocadas por las inundaciones y daños en los cultivos.

Se produjeron fuertes inundaciones costeras en ambos litorales de la provincia. La elevación del nivel del mar con su penetración en diferentes puntos de la costa fue significativa, en este litoral sur se produjeron olas entre seis y ocho metros, que llegaron hasta nueve metros en el municipio de Maisí, con la llegada del centro del huracán. Estas olas generaron la destrucción del puesto de observación de guarda-fronteras y el puente de Boca de Jauco. La elevación del mar de tres a cuatro metros ocasionó inundaciones que llegaron hasta 100 metros tierra adentro, principalmente en los asentamientos de Imías, San Antonio de Sur y Maisí. En la costa norte se reportaron olas significativas entre cinco y seis metros, con una sobre elevación del mar de 3.5 metros en Baracoa, donde ocurrieron inundaciones costeras entre 300 y 500 metros, en la zona del malecón con olas entre 3 y 4 m llegando a 6 y 8 m, con una penetración superior a los 100 m (figura 6).



Fig. 6 Fuertes penetraciones del mar

La Reserva Ecológica Maisí-Caleta fue uno de los más impactados, porque justamente por Punta Caleta, territorio ubicado en la costa sur de esa reserva, penetró este fenómeno meteorológico, igual afectación ocurrió en la Reserva Natural de Baitiquirí los efectos de mar fueron devastadores al igual que en el sistema de terrazas marinas de Maisí y uno de los cinco sectores florísticos de mayor endemismo en el país, donde es característico el elevado xerofitismo de su vegetación.

La acción de las olas modificó en parte la morfología de las costas afectando los bosques de mangle y otras formaciones vegetales de la costa y las playas y la fauna que habita en esos lugares. También se produjeron afectaciones en las infraestructuras sociales en La Bahía de Taco.

El estudio del cambio climático como uno de los problemas globales del presente siglo y su relación con el aumento de la intensidad de los huracanes y en consecuencia las afectaciones a los ecosistemas, visto desde el paso del huracán Matthew de intensidad 4 en la escala de Saffir – Simpson por la provincia de Guantánamo, constituye un ejemplo para el trazado de acciones y la toma de decisiones oportunas con la finalidad de disminuir la incidencia negativa del cambio climático y preservar los recursos humanos y naturales en las zonas de formación y paso de huracanes tropicales.

Los resultados de esta investigación indican que el cambio climático y con él la formación de huracanes de gran intensidad constituyen una gran amenaza para el mundo y es uno de los mayores problemas ecológicos, sociales y económicos del planeta, el sustento e incluso la supervivencia de comunidades estarán expuesta a los riesgos a veces irreparables relacionados con el cambio climático.

En sentido general, el 4 y 5 de octubre constituyen desde la descripción de las afectaciones que generó el huracán Matthew, un ejemplo de cómo la intensidad de estos organismos hidrometeorológicos puede aumentar relacionada con los cambios climáticos que elevan los

niveles de temperatura de las aguas superficiales oceánicas y cómo los elementos peligrosos de estos organismos impactan negativamente en los diferentes ecosistemas y en consecuencia cómo los principales decisores provinciales y nacionales han de encontrar soluciones o toma de medidas conducentes a la disminución de los daños faunísticos y florísticos.

Conclusiones.

La humanidad en el siglo XXI entre los principales retos a enfrentar tiene al cambio climático, generador del aumento de la temperatura oceánica y en consecuencia el aumento en intensidad de los huracanes. El huracán Matthew, categoría 4 en la escala Saffir – Simpson es el primero de gran intensidad en cruzar la provincia de Guantánamo y constituye un ejemplo de relación cambio climático –huracanes afectando a su paso la gran diversidad biológica del territorio presente en ecosistemas aéreos, terrestre, marítimo costero y fluvial, con pérdida de especies endémicas y en consecuencia indica a los decisores y directivos a la toma de medidas para enfrentar a estos organismos hidrometeorológicos.

Bibliografía.

- Arellano, L. U, Liceaga, M., Herrera, J. A. & Hernández, H. (2010). Impacto por huracanes en las praderas de *Thalassia* (Hydrocharitaceae) en el Caribe Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 59, 385-401.
- Centella A., L. Naranjo & P. Cárdenas (1995). Variations of the air surfacetemperaturs in Cuba duringtheperiod1951-1990.Reporte Científico, Centro Nacional de Clima. Instituto de Meteorología, Cuba.
- Centella A. (1997). Variaciones y cambios del clima en Cuba. Instituto de Meteorología, Cuba.
- Cuba. Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. (2016). *Informe preliminar de las afectaciones ocasionadas por el huracán Matthew al Parque Nacional Alejandro de Humboldt*. Delegación Territorial, Guantánamo. Carlos Díaz Maza, Gerardo Begué- Quiala, Alejandro Fernández Velázquez, Roberto Pérez de la Cruz, Anel Matos Viñales, Curso de cambio climáticos. (2008). Universidad para todos. Parte 1 y 2.
- James B. Elsner et al. (2008). The Increasing Intensity of the Strongest Tropical Hurricanes, *Nature*, 4. Londres.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2011). El Cambio Climático y la zona costera cubana. Nuestros científicos alertan.
- Mitrani, I. O. Díaz, A. Vichot, A. Pérez, R., Cangas, Álvarez, L. et al. La estructura termohalina y sus tendencias climáticas en aguas cubanas. Instituto de Meteorología. La Habana. (Inédito).
- Palafox Muñoz, A. & Gutiérrez Torres, A. (2013). Cambio climático y desarrollo turístico. Efecto de los huracanes en Cozumel, Quintana Roo y San Blas, Nayarit. (Mayo-Agosto. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 58, 36-46.
- Rubiera, J. (2013). Huracanes, cambio climático y reducción del riesgo. Centro Nacional de Pronósticos, Instituto de Meteorología. Cuba.
- Thomas R. Knutson et al. (2013). DynamicalDownscalingProyections of Late 21 rst. Century AtlanticHurricaneActivity CMIP3 and CMIP5 Model-basedScenarios, Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/ NOAA, Nueva Jersey.
- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J. A. & Chang,H. R. (2005). *Changes in tropical cyclone number, durationand intensity in a warming environment*. *Science*, 309, 1844-1846.

Fecha de recibido: 24 abr. 2019
Fecha de aprobado: 22 jun. 2019