

CICLONES TROPICALES EN COLOMBIA Y TENDENCIA DE LA FRECUENCIA DURANTE EL ÚLTIMO SIGLO

TROPICAL CYCLONES IN COLOMBIA AND FREQUENCY TENDENCY DURING THE PAST CENTURY

GLORIA LEÓN*

RESUMEN

Para reducir la vulnerabilidad de los ciclones tropicales en el Caribe y en particular en la zona occidental de esta cuenca, se debe tener en consideración la distribución, la magnitud, la frecuencia y la tendencia de estos fenómenos que pueden conducir a invaluable desastres naturales cuando hacen presencia en zonas costeras e insulares. Para realizar este estudio se tomó como zona de referencia el área marítima de Colombia y zonas de influencia, delimitadas por los meridianos 54°W y 84°W entre los paralelos 9°N y 18°N. Para el período 1851-2005, esta zona tuvo el paso de 465 ciclones tropicales, de los cuales, 10% corresponden a depresiones tropicales, 48% tormentas tropicales, 42% a huracanes, de estos 73% de categoría 1 y 2 y sólo 5% de la máxima y destructora categoría 5. Los análisis muestran una tendencia creciente en la frecuencia de ciclones tropicales que atraviesan por la zona marítima colombiana y zonas aledañas, pasando de una frecuencia promedio de 1.7 en el período 1851-1881 a una frecuencia promedio de 3.4 entre 1976-2005.

Palabras clave: Huracanes; Tendencia; Frecuencia; Caribe; Colombia.

ABSTRACT

In order to reduce the vulnerability due to tropical cyclones in the Caribbean - particularly in the west zone of this basin- the distribution, magnitude, frequency, and the tendency of these phenomena must be taken into account. This is due to their capability to create costly natural disasters when they appear in coastal and insular areas. The zone of reference for this study is the Colombian maritime area and influence zones, delimited by the 54°W and 84°W meridians, and in between 9°N and 18°N parallels. During the period between 1851 and 2005, 465 cyclones passed through this region, of which 10% were tropical depressions, 48% were tropical storms, and 42% were hurricanes; from the latter, 73% were category 1 and 2, and only 5% were of the maximum and most destructive category 5. The analyses show a growing tendency in the frequency of occurrence of tropical cyclones that pass through the Colombian maritime zone and nearby area. The average frequency of these cyclones increased, from 1.7 between 1851-1881, to 3.4 between 1976-2005.

Keywords: Hurricane; Trend; Frequency; Caribbean; Colombia.

INTRODUCCIÓN

El Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007), reconfirma el problema de calentamiento global que enfrenta el planeta Tierra y expresa con una certeza del 90% de confianza, que las actividades humanas están contribuyendo en gran parte al aumento en las temperaturas medias globales del aire. En las escalas con-

tinental, regionales y oceánicas, se han observado numerosos cambios de largo plazo en el clima. Estos incluyen cambios en la temperatura y hielo en el ártico, amplios cambios en las cantidades de precipitación, salinidad del océano, patrones del viento y aspectos del tiempo extremo, incluyendo sequías, precipitaciones intensas, olas de calor e intensidad de los ciclones tropicales.

* Profesional Especializado, Subdirección de Meteorología, IDEAM. Profesora Asociada, Posgrado en Meteorología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

e-mail: geleona@unal.edu.co garisti@ideam.gov.co

Fecha de recibido: Mayo 21, 2008

Fecha de aprobación: Agosto 6, 2008

Desde la década de 1970 hay evidencia en las observaciones de un aumento de la intensa actividad de ciclones tropicales en el Atlántico Norte, correlacionado con el incremento de la temperatura superficial del mar tropical. La variabilidad multi-decadal y la calidad de los registros de los ciclones tropicales anteriores a esta década, cuando en el proceso de monitoreo se incluyeron los satélites, complican la detección de tendencias a largo plazo en actividad de ciclones tropicales y no es clara la tendencia en el número de casos anuales.

El informe indica que de acuerdo con los resultados de una gama de modelos, es probable que los futuros ciclones tropicales (tifones y huracanes) lleguen a ser más intensos, con velocidades mayores en los vientos máximos y una precipitación más intensa asociada con el aumento de la temperatura superficial del mar tropical. Hay menos certeza en las proyecciones de una disminución global en el número de ciclones tropicales. El aumento evidente en la proporción de tormentas muy intensas desde 1970 en algunas regiones es mucho mayor que las simuladas por los actuales modelos para ese período.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los objetivos del trabajo se usaron los datos históricos HURDAT desde 1851 hasta 2005, mejor trayectoria, del Centro Nacional de Huracanes (NHC) para el Atlántico Norte, incluidos la el Golfo de México y el Mar Caribe, con información cada 6 horas [(0000, 0600, 1200, 1800 Tiempo Universal Coordinado (UTC))] sobre localización del centro e intensidades del viento para todas las depresiones, tormentas subtropicales, tormentas extratropicales y bajas, ondas, perturbaciones, depresiones, tormentas y huracanes tropicales. De este conjunto de datos se seleccionó un subconjunto para el dominio espacial comprendido por los meridianos 54°W y 84°W y los paralelos 9°N y 18°N. Asimismo, para los análisis se trabajó con tres períodos distintos, 1851-2005, 1951-2005 y 1979-2005.

Como información complementaria se utilizó la información del NASA/GISS, sobre el índice de temperatura global tierra/océano para el período 1880-2005. Para la clasificación de los eventos El Niño/La Niña, se utilizaron los índices SOI y ONI proporcionados por el NOAA Climate Prediction Center (CPC).

RESULTADOS

La consolidación de la información de ciclones tropicales muestra que mientras en el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México se presentan en promedio 8.7 tormentas por año y 5.3 huracanes por año (Tabla 1), en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W sólo se presenta un promedio anual de 1.5 para tormentas y 1.3 para huracanes (Tabla 2).

Los meses de septiembre se caracterizan por presentar la mayor frecuencia de tormentas y huracanes; de las 457 tormentas tropicales que ocurren en toda la cuenca Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México sólo 15% cubre la región de estudio y de los 34 casos de huracanes sólo pasan por el Caribe 9%; por ello, la probabilidad de afectación en el Caribe colombiano es baja, inferior a 10%, de acuerdo con los estudios de Tang y Neelin (2004).

De los 228 casos de huracanes intensos, categorías 3, 4 y 5 en la escala de Saffir-Simpson (Simpson y Riehl 1981), en el océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México sólo 18% de ellos, han transitado por el Caribe (Tabla 3). El promedio anual de tormentas y huracanes para el área del Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W, es de 2 y de huracanes intensos es de 0.34 (Tabla 4).

La Tabla 5 muestra los casos de tormentas y huracanes más intensos en la región Caribe que se han presentado durante un año y se destaca el año de 1933 con 10 tormentas tropicales, los años 1996 y

Tabla 1
Estadística mensual de tormentas tropicales y huracanes entre 1851 y 2005 en el océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México

Mes	Tormentas tropicales			Huracanes		
	Total absoluto	Total relativo	Promedio	Total absoluto	Total relativo	Promedio
Enero-Abril	5	0	< 0,05	1	0	< 0,05
Mayo	18	1	0,1	4	0	< 0,05
Junio	79	6	0,5	28	3	0,2
Julio	101	7	0,6	50	6	0,3
Agosto	344	25	2,2	217	26	1,4
Septiembre	457	34	2,9	318	39	2,0
Octubre	280	21	1,8	158	19	1,0
Noviembre	61	5	0,4	38	5	0,2
Diciembre	9	1	0,1	5	1	< 0,05
Anual	1.354	100	8,7	819	100	5,3

Tabla 2
Estadística mensual de tormentas tropicales y huracanes entre 1851 y 2005, en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W

Mes	Tormentas tropicales			Huracanes		
	Total absoluto	Total relativo	Promedio	Total absoluto	Total relativo	Promedio
Enero-Abril	0	0	0.00	1	1	0.01
Mayo	6	3	0.04	2	1	0.01
Junio	7	3	0.05	0	0	0.00
Julio	14	6	0.09	12	6	0.08
Agosto	51	23	0.33	50	26	0.32
Septiembre	67	30	0.43	81	42	0.52
Octubre	57	25	0.37	39	20	0.25
Noviembre	19	8	0.12	8	4	0.05
Diciembre	4	2	0.03	0	0	0.00
Anual	225	100	1.45	193	100.0	1.25

1916 con 6 huracanes, además los registros muestran que en los últimos 60 años se presentaron casos con ocurrencia de dos huracanes intensos por año, como en los años de 2005, 2004, 1998, 1989, 1988, 1961, 1955 y 1950, anteriormente la frecuencia era de 1. En 1867 se presentó el primer caso de huracán categoría 3, en 1878 el de categoría 4 y en 1928 el de categoría 5.

De los casos de ciclones presentados en el área de

estudio y para el período 1851-2005, 10% son depresiones tropicales, 48% de tormentas tropicales y 42% de huracanes. De los huracanes que han transitado por el Caribe, 5% fueron de categoría 5, 9% categoría 4, 14% categoría 3, 33% categoría 2 y 39% de categoría 1.

El promedio anual de ciclones tropicales (Gráfica 1) en la región de estudio es de 3 y la serie total de ciclones tropicales presenta una tendencia lineal

Tabla 3
Estadística mensual de huracanes intensos, categoría Saffir-Simpson 3, 4 y 5, entre 1851 y 2005 en el Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México

Mes	Huracanes intensos (categorías 3, 4, 5)			Tormentas tropicales huracanes		
	Total absoluto	Total relativo	Promedio	Total absoluto	Total relativo	Promedio
Enero-Abril	0	0	0	5	0	0
Mayo	1	0	< 0,05	18	1	0.1
Junio	3	1	< 0,05	82	6	0.5
Julio	8	3	0.05	107	7	0.7
Agosto	77	27	0.5	370	25	2.4
Septiembre	140	49	0.92	496	34	3.2
Octubre	53	18	0.35	299	21	1.9
Noviembre	6	2	< 0,05	66	5	0.4
Diciembre	0	0	0	10	1	0.1
Anual	288	100	1.85	1454	100	9.3

Tabla 4
Estadística mensual de huracanes intensos, categoría Saffir-Simpson 3, 4 y 5, entre 1851 y 2005, en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W

Mes	Huracanes intensos (categorías 3, 4, 5)			Tormentas tropicales huracanes		
	Total absoluto	Total relativo	Promedio	Total absoluto	Total relativo	Promedio
Enero-Abril	0	0	0.00	1	0	0.00
Mayo	0	0	0.00	7	2	0.05
Junio	0	0	0.00	7	2	0.05
Julio	2	4	0.01	20	6	0.13
Agosto	13	25	0.08	77	24	0.50
Septiembre	26	49	0.17	109	34	0.70
Octubre	10	19	0.06	77	24	0.50
Noviembre	2	4	0.01	23	7	0.15
Diciembre	0	0	0.00	4	1	0.03
Anual	53	100	0.34	325	100	2.10

positiva, significativa a 95, fuertemente influida por la tendencia asociada con la serie de tormentas tropicales. Para el año 2025, de mantenerse esta tendencia, el promedio anual aumentaría a 4.3, para el 2050 a 4.6 y para el 2100 llegaría a 5.3. Analizada la tendencia para los casos de depresión tropical y huracán por separado, no muestran una tendencia significativa cuando se analiza todo el período de estudio. Entre los años 1951 y 2005, se observa tendencia positiva para las tormentas tropicales y huracanes. Entre los años 1979 y 2005, los tres ti-

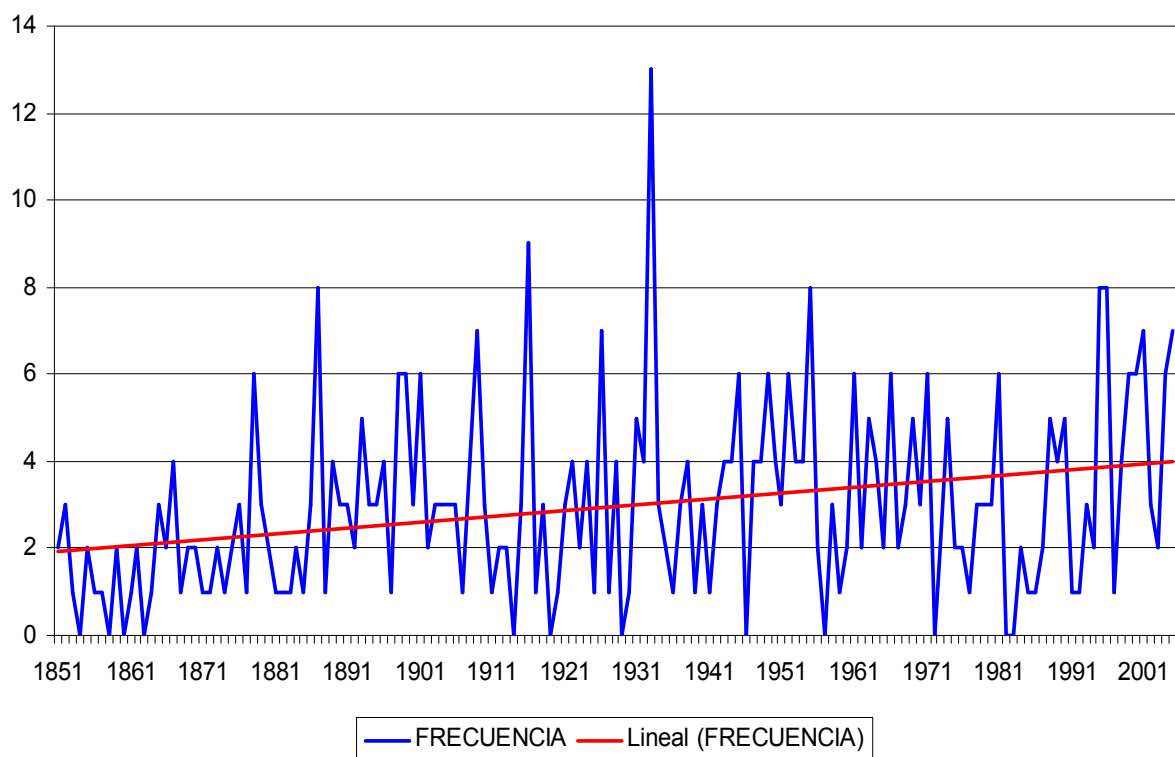
pos de ciclones tropicales exhiben una tendencia creciente, resultados que son coherentes con los encontrados para toda la cuenca del Atlántico en los trabajos del IPCC (2007) y Landsea *et al.* (1999).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hay evidencias científicas y bien aceptadas por la mayoría de los investigadores en el campo de la ciencia del clima que la causa principal del aumento observado de la temperatura media de la superficie

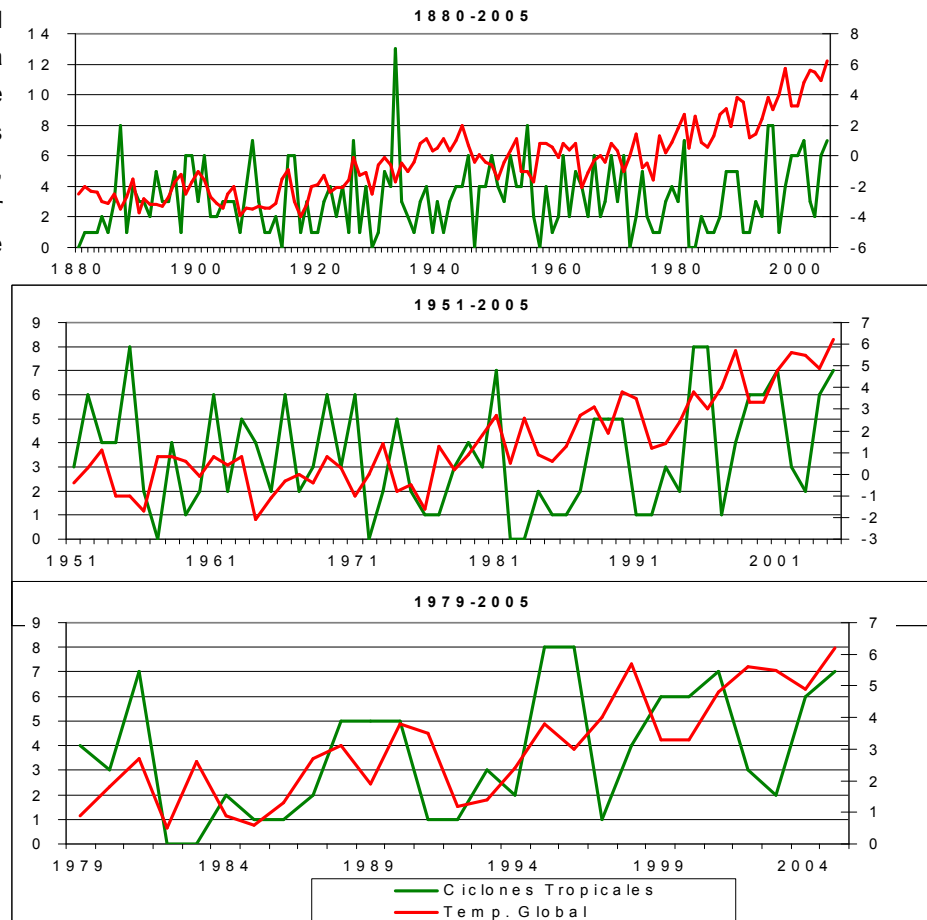
Tabla 5
Actividad máxima de tormentas tropicales y huracanes, incluidos los intensos, categoría Saffir-Simpson 3, 4 y 5, entre 1851 y 2005, en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W

Tormentas tropicales		Huracanes		Huracanes intensos	
Casos	Años	Casos	Años	Casos	Años
10	1933	6	1996, 1916	2	2005, 2004 1998, 1989 1988, 1961 1955, 1950
6	1901	5	2005		
5	1955, 1949, 1945, 1931	4	1963, 1926, 1899		
4	2001, 1948, 1898, 1887	3	2004, 1995, 1989, 1974, 1969, 1952, 1933, 1915		



Gráfica 1. Serie temporal y tendencia lineal de ciclones tropicales entre 1851 y 2005 en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W.

Gráfica 2. Serie temporal del índice de temperatura media global océano/tierra y de frecuencia de ciclones tropicales para los períodos 1881-2005, 1951-2005 y 1979-2005 en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W



terrestre a largo plazo se debe al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2001; IADAG 2005). La mayoría de las cuencas oceánicas tropicales se han estado calentado considerablemente debido a la misma causa (Karoly y Wu, 2005, Knutson *et al.*, 2006). Es probable que el calentamiento global haya estado contribuyendo para que los huracanes sean más destructivos y más frecuentes, como lo muestran los registros observacionales. Emanuel (2005) ha aportado pruebas de un aumento sustancial en el poder de los ciclones tropicales, señalados por la integral del cubo de los vientos máximos en el tiempo, para las cuencas del Atlántico y del Pacífico occidental durante los últimos 50 años. Este resultado está apoyado por Webster *et al.* (2005), que revela que se ha producido un aumento sustancial mundial de casi 100% en la proporción de los ciclones tropicales más intensos (Categoría 4 y 5 en la escala Saffir-

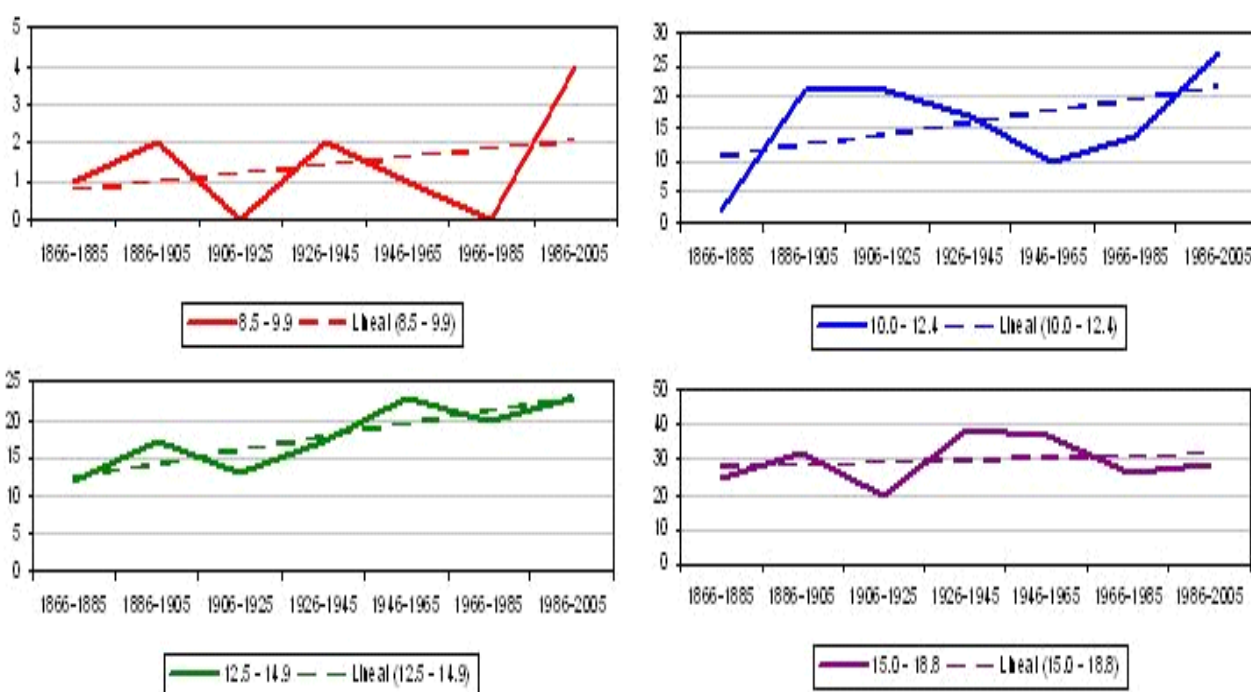
Simpson), desde el período comprendido entre 1975 y 2004, y que ha ido acompañado de una disminución similar en los sistemas más débiles.

Mann y Emanuel (2006) informaron que la cuenta de los ciclones tropicales en el Atlántico ha tenido un aumento a largo plazo desde finales del año 1800 y principios de 1900. Sin embargo, un número de investigadores atribuyen que estos resultados son a causa de problemas en la fiabilidad de los datos; en el pasado numerosos ciclones tropicales pueden haberse perdido y no estar contabilizados, en particular antes de 1910 (Landsea, 2005, 2007, Landsea *et al.* 2006).

En razón de lo anterior se seleccionaron períodos diferentes para evaluar la relación con el índice de temperatura media global océano/tierra y se encontró una relación directa (Gráfica 2) entre el aumento de la tem-

Tabla 6
Correlación entre el de ciclones tropicales entre 1851 y 2005, en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W

	1881-2205	1951-2005	1979-2005
Ciclones tropicales	0.19	0.23	0.44
Tormentas tropicales y huracanes	0.12	0.30	0.52
Tormentas tropicales	0.09	0.18	0.32
Huracanes	0.08	0.30	0.43
Huracanes intensos	0.24	0.11	0.36



Gráfica 3. Serie temporal y tendencia lineal de ciclones tropicales, entre 1851 y 2005, en el Mar Caribe, entre 9°N y 18°N, desde 54°W y 84°W, clasificados de acuerdo con las latitudes en que se presentaron (rojo entre 8.5°N y 9.9°N, azul entre 10°N y 12.5°N, verde entre 12.5 y 14.9°N y morado entre 15°N y 18.8°N)

peratura y la frecuencia de ciclones tropicales (Tabla 6) y ésta aumenta de forma considerable en la medida para el período 1979-2005, incluso para los casos de huracanes intensos. Asimismo, se clasificaron las frecuencias de los ciclones tropicales por latitud (Gráfica 3) y se observa que para latitudes inferiores a 15°N, los datos muestran una tendencia creciente del número de huracanes que cruzan por latitudes más bajas en la región del Caribe.

LITERATURA CITADA

- Emanuel, K.** 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*. 436: 686-8.
- IADAG** (International Ad Hoc Detection and Attribution Group). 2005. Detecting and attributing external influences on the climate system: a review of recent advances. *J Climate*. 18: 1291-314.
- Karoly, D.J., Q., Wu.** 2005. Detection of regional surface temperature trends. *J Climate*. 18: 4337-43.

- Knutson, T.R.**, K. Emanuel, S. Emori, J. Evans, G. Holland, C. Landsea, K-b Liu, *et al.* 2006a. Possible relationships between climate change and tropical cyclone activity. Working Group Report 4.2. *In: Workshop topic reports*. Sixth WMO International Workshop on Tropical Cyclones. Tropical Meteorology Research Programme Report Series. Geneva: TMRP N° 72. WMO.
- Knutson, T.R.**, T.L. Delworth, K. W., Dixon, I. M. Held, J. Lu, V. Ramaswamy, D. Schwarzkopf, *et al.* 2006. Assessment of twentiethcentury regional surface temperature trends using the GFDL CM2 coupled models. *J Climate*. 199: 1624-51.
- IPCC**. 2001. Climate change 2001. The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *In: Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, et al.* eds. Cambridge, New York: Cambridge University Press. 881 pp.
- IPCC**. 2007. *Climate change 2007: The physical science basis*. Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the IPCC. Disponible en: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
- Landsea, C. W.** 2007. Counting Atlantic tropical cyclones back to 1900. *EOS*. 88: 197, 2002.
- Landsea, C.W.**, B.A. Harper, K. Hoarau, J.A. Knaff. 2006. Can we detect trends in extreme tropical cyclones? *Science*. 313: 452-4.
- Landsea, C. W.** 2005. Hurricanes and global warming. *Nature*. 438: E11-13, doi:10.1038/nature04477.
- Landsea, C.**, Pielke, R., Mestas-Nuñez, A., Knaff, J. 1999. Atlantic basin hurricanes: Indices of climatic changes. *Climatic Change*. 42: 89-129.
- Mann, M.**, K. Emanuel. 2006. Atlantic hurricane trends linked to climate change. *EOS*. 87: 233-41.
- Simpson, R.H.**, H. Riehl. 1981. *The hurricane and its impact*. Baton Rouge: Louisiana State University Press. 398 pp.
- Tang, B. H.**, J. D. Neelin. 2004. ENSO influence on Atlantic hurricanes via tropospheric warming. *Geophys Res Lett*. 31: L24204.
- Webster, P.J.**, G.J. Holland, J.A. Curry, H-R. Chang. 2005. Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment. *Science*. 309: 1844-6.