

Verificación del pronóstico Estacional de la actividad ciclónica en el Atlántico Norte para el año 2016

Verification of Seasonal Forecast of Cyclonic Activity in the North Atlantic for the year 2016



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

Maritza Ballester-Pérez*, Cecilia González-Pedroso, Ramón Pérez-Suárez,
Nahalí Valderá-Figueroa

Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba

RESUMEN: Se presenta la verificación del pronóstico estacional de la actividad ciclónica en el océano Atlántico para el año 2016, elaborado sobre la base de un método estadístico que considera las condiciones oceánicas y atmosféricas fundamentales que regulan la actividad ciclónica en la cuenca atlántica, la climatología de los ciclones tropicales y la variabilidad interanual de ellos, entre otros aspectos. Para este propósito se compararon las desviaciones normalizadas de los valores pronosticados y reales, tomando en cuenta los promedios para el periodo 1965 - 2015. La predicción realizada se cumplió exitosamente al prever una temporada ciclónica activa y resultar de esa manera. El pronóstico el pronóstico de la afectación a Cuba por huracanes también resultó satisfactorio. Los principales factores que contribuyeron de forma positiva a que la actividad ciclónica tropical en la cuenca atlántica durante el 2016 resultara superior a la normal fueron: la existencia de condiciones favorables en superficie y la troposfera baja, las condiciones impuestas por un evento ENOS neutral, con una tendencia a un ligero enfriamiento de las aguas en el Pacífico ecuatorial centro-oriental, valores de la presión atmosférica al nivel del mar por debajo de lo normal en la zona tropical y el comportamiento anómalo positivo de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical y el mar Caribe.

Palabras clave: actividad ciclónica, verificación, pronóstico estacional, ciclones tropicales, huracanes.

ABSTRACT: This paper presents the verification of the seasonal forecast of cyclonic activity in the Atlantic Ocean for the year 2016, based on a statistical method that takes into account the fundamental oceanic and atmospheric conditions that regulate the cyclonic activity in the Atlantic Ocean, the tropical cyclones climatology and their variability among other aspects. For this purpose, the normalized deviations of the predicted and real values were compared, taking into account the averages for the period 1965 - 2015. The basic considerations for the predicted activity were fulfilled satisfactorily when anticipating an active cyclonic season and resulting in the same way. The prognosis for the impact on Cuba by hurricanes was also satisfactory. The principal factors that favored the behaviour higher than normal of cyclonic activity in the Atlantic basin during the year 2016 were the existence of favorable conditions on the surface and the lower troposphere, the conditions imposed by a neutral ENSO event with a slight cooling of the waters in the central-eastern equatorial Pacific, below normal values of the atmospheric pressure at sea level in the tropical zone and the anomalous positive behavior of the sea surface temperature in the tropical Atlantic and the Caribbean Sea.

Keywords: cyclone activity, verification, seasonal forecast, tropical cyclones, hurricanes.

*Autor para correspondencia: Maritza Ballester-Pérez. E-mail: maritza.ballester@insmet.cu

Recibido: 08/09/2020

Aceptado: 24/10/2020

Las expectativas sobre la actividad ciclónica del Atlántico para el año 2016 se cumplieron si se tiene en cuenta la cantidad de ciclones tropicales y el número de huracanes a formarse, al pronosticarse que la temporada tendría un comportamiento activo y resultar así. La predicción realizada fue exitosa, principalmente por el pronóstico de la afectación a Cuba por huracanes. Esas predicciones se realizaron sobre la base del método de carácter estadístico diseñado por [Ballester et al. \(2010\)](#), el cual considera, entre otros aspectos, las condiciones oceánicas y atmosféricas fundamentales que regulan la actividad ciclónica en la cuenca atlántica. El análisis climatológico de los ciclones tropicales (CT) y la variabilidad interanual de ellos, son también utilizados en este modelo.

En la emisión del pronóstico (P) del 4 de mayo de 2016 ([Ballester et al., 2016a](#)) se asumieron condiciones neutras del evento El Niño-Oscilación del Sur, con posibilidades de transitar durante la segunda mitad del año hacia condiciones de un evento AENOS (La Niña/Oscilación del Sur), lo que fue reflejado por la mayoría de los modelos dinámicos ([IRI, 2016](#)). Esas condiciones se relacionan con una circulación troposférica superior favorable para el desarrollo e intensificación de los ciclones tropicales en el Atlántico Norte, y así se manifestó.

Por otra parte, durante el primer trimestre del año, la temperatura superficial de las aguas en la región del Atlántico tropical estuvo cercana a lo normal y se esperaba que se mantuvieran condiciones térmicas similares, lo cual contribuiría moderadamente a la formación y desarrollo de los ciclones tropicales en esa cuenca.

En el periodo de enero a marzo las aguas del Caribe se mantuvieron cálidas con una anomalía positiva de la temperatura superficial del mar de +0.7 °C (respecto al periodo 1971-2000), y se consideró este comportamiento cálido durante la temporada ciclónica, lo que contribuiría favorablemente a la intensificación de los ciclones tropicales en el área caribeña.

Otro factor propicio para que la actividad ciclónica en la temporada ciclónica de 2016 fuera superior a la normal fue la transición de una

circulación troposférica cercana a la climática, hacia un patrón impuesto por la presencia prevista del evento AENOS.

Las predicciones de los huracanes para el mar Caribe y Cuba se fundamentaron en las condiciones de enfriamiento de las aguas del Pacífico ecuatorial oriental y en el valor medio de la temperatura superficial del mar en el área caribeña de enero a marzo de 2016 que, como ya se expresó, superaban los valores climáticos.

Las variables pronosticadas fueron las siguientes: *CT*: cantidad de ciclones tropicales (tormentas tropicales más huracanes), *H*: cantidad de huracanes, *At*: cantidad de ciclones tropicales que han de formarse sobre el área oceánica, *Car*: cantidad de ciclones que han de desarrollarse en el mar Caribe y *GM*: cantidad de ciclones que han de desarrollarse en el golfo de México.

La probabilidad pronosticada del origen y la intensificación de un huracán en el mar Caribe era baja (10 %); la probabilidad de entrada a esa área de al menos un huracán de procedencia atlántica era moderada (50 %); y el pronóstico para el peligro de afectación a Cuba de al menos un huracán era bajo (20 %).

El primero de agosto de 2016 se confeccionó la actualización de la predicción de la actividad ciclónica tropical para el Atlántico norte ([Ballester et al., 2016b](#)), donde se incrementó a 16 la cifra total ciclones tropicales pronosticada en mayo (12), en uno el número de huracanes (8), en tres los organismos a formarse en el área oceánica del Atlántico (11) y en uno los del golfo de México (3). La actualización de los pronósticos se basó en la concordancia de las predicciones sobre la evolución de las condiciones de neutralidad en el Pacífico ecuatorial oriental a condiciones de enfriamiento durante el resto de la temporada ciclónica, y en las temperaturas cálidas de las aguas presentadas tanto en el Atlántico tropical como en el mar Caribe.

La [Tabla 1](#) muestra la evaluación de los pronósticos de la actividad ciclónica para la región atlántica, emitidos por el Instituto de Meteorología, el 4 de mayo (*P*) y el 1^o de agosto (*P_a*), pronóstico y actualización, respectivamente. El análisis se

realiza por medio de la comparación entre los valores pronosticados y reales (R) de las variables, que se consideran en el método de pronóstico estacional diseñado por [Ballester et al. \(2010\)](#). Asimismo, se comparan las desviaciones normalizadas de estos valores (DP , DP_a y DR), tomando en cuenta los promedios del periodo 1965 – 2015. El comportamiento de la temporada ciclónica se clasifica según las normas adoptadas en el método ya citado.

Tabla 1. Comportamiento de los pronósticos de la actividad ciclónica para la temporada 2016 en el Atlántico Norte emitidos el 4 de mayo (**P**) y el 1^{ro} de agosto (**Pa**).

Variables	P	P _a	R	DP	DP _a	DR
CT	12	16	15	0.6	1.5	1.0
H	7	8	7	0.6	1.0	0.6
At	8	11	9	0.7	1.8	0.7
Car	2	2	2	0.2	0.2	0.9
GM	2	3	4	0.3	1.0	1.0

Los autores clasifican una temporada ciclónica según la desviación de los valores medios del número de ciclones tropicales (tormentas tropicales más huracanes) y/o huracanes. De esta manera, en la clasificación adoptada se considera que una temporada tiene un comportamiento *normal*, si la diferencia (D) varía entre -0.5σ y 0.5σ , donde σ es la desviación típica; es *activa*, si $0.5\sigma < D \leq 2\sigma$; *muy activa*, si $D > 2\sigma$; *poco activa*, si $-2\sigma \leq D < -0.5\sigma$ e *inactiva*, si $D < -2\sigma$. Para los pronósticos por regiones se emplea similar criterio. La clasificación de las probabilidades pronosticadas según sus relaciones con las climáticas son las siguientes: *moderada*, si la relación varía entre 0.8 y 1.2; *alta*, si $1.2 < relación \leq 1.6$; *muy alta*, si $relación > 1.6$; *baja*, si $0.4 \leq relación < 0.8$ y *muy baja*, si $relación < 0.4$.

Con vistas al análisis de los ciclones tropicales se consultaron las informaciones reflejadas en los avisos y reportes confeccionados por el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos ([NHC, 2016](#)) y el Resumen de temporada ciclónica elaborado en Cuba ([CENPRO, 2016](#)). Como fuente

de información para el análisis de las condiciones presentes, tanto atmosféricas como oceánicas, se utilizó la brindada por la página web del Centro de Predicción Climática de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera ([CPC, 2016](#)) y del reanálisis del Centro Nacional de los Estados Unidos para la Predicción Ambiental y del Centro Nacional estadounidense de Investigaciones Atmosféricas ([NCEP/NCAR, 2016](#)).

La temporada tuvo un comportamiento activo en cuanto al número de ciclones tropicales a formarse en toda la cuenca atlántica, dado por el número que se originaron en la región oceánica. De los diez organismos tropicales que se formaron en los meses de agosto y septiembre, excepto la depresión tropical número ocho, el resto de los ciclones tropicales, tuvieron su origen en ondas tropicales. De ahí que estas constituyeron el principal mecanismo de formación sobre el Atlántico central y oriental, fundamentalmente en los meses de agosto y septiembre, donde las condiciones de difluencia superior favorecieron la ciclogénesis tropical ([Beven II, 2017](#)).

La predicción de los huracanes fue buena al presentarse una actividad alta. El pronóstico de actividad normal en el área del Caribe no se cumplió al desarrollarse tres organismos tropicales, lo que superó el comportamiento previsto. Por otra parte, se preveía una actividad normal para el golfo de México, la que se incrementó con la actualización del pronóstico a activa y resultó de esta manera.

En la actualización se subió al rango de muy alta (60 %) la probabilidad de formación de un huracán en el mar Caribe al igual que la afectación a Cuba por huracanes. Estas modificaciones resultaron acertadas ya que en el Caribe se formaron los huracanes Earl, Matthew y Otto, afectando Matthew a la porción más oriental de Cuba. Por otra parte, también se subió de moderada a alta (65 %) la probabilidad de que un huracán de procedencia atlántica, penetrara en el Caribe, pero esta predicción no se cumplió.

Los diez ciclones tropicales desarrollados en la región oceánica fueron: Alex, Bonnie, Fiona, Gaston, Ian, Julia, Karl, Lisa, Matthew y Nicole;

Collin, Danielle y Hermine; fueron nombrados en el golfo de México, mientras que Earl y Otto lo hicieron en el Caribe. De los siete huracanes, cuatro llegaron a ser intensos: Gaston (Cat. 3), Matthew (Cat. 5), Nicole (Cat. 4) y Otto (Cat. 3).

Los meses de la temporada ciclónica que presentaron un comportamiento por encima de lo normal, fueron junio (2), agosto (4) y septiembre (5). Hubo dos organismos extemporáneos: el huracán Alex, que surgió en la segunda decena de enero y la tormenta tropical Bonnie que se generó casi al final de mayo. Los huracanes Nicole y Otto sellaron la temporada ciclónica de 2016, en octubre y noviembre, respectivamente.

Condiciones de un evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) fuerte se manifestaron en los meses de enero y febrero de 2016, en transición a condiciones neutrales desde el mes de marzo, prevaleciendo las condiciones neutrales del ENOS desde el mes de junio. No obstante, la temperatura superficial del océano Pacífico ecuatorial centro-oriental se mantuvo ligeramente por debajo de lo normal, con una débil tendencia al incremento de sus anomalías negativas, pero sin llegar a los -0.5 °C de anomalía. Las condiciones de un ligero enfriamiento en el Pacífico ecuatorial impusieron en la región atlántica una circulación troposférica superior favorable para la actividad ciclónica tropical manifestada.

Las predicciones de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical se cumplieron, al mantenerse las anomalías positivas con valores ligeramente por encima de lo normal, principalmente en el bimestre agosto-septiembre, condición ésta propicia para la formación e intensificación de los ciclones tropicales.

Los principales factores que contribuyeron de forma positiva a que la actividad ciclónica tropical en la cuenca atlántica resultara superior a la normal fueron: la existencia de condiciones favorables en la superficie y la troposfera baja para la actividad ciclónica tropical y las impuestas por las condiciones neutrales del ENOS con una tendencia a un ligero enfriamiento de las aguas en el Pacífico ecuatorial centro-oriental, principalmente los meses de agosto y septiembre. Otra variable que

contribuyó de manera moderada, fue la presión atmosférica al nivel del mar, la que estuvo ligeramente por debajo de lo normal en la zona tropical, en el trimestre históricamente más activo, así como, el comportamiento anómalo positivo de la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical y el mar Caribe.

REFERENCIAS

- Ballester, M.; González, C, & Pérez, R. 2010. "Variabilidad de la actividad ciclónica en la región del Atlántico Norte y su pronóstico". Proyecto 0803, Editorial. Academia, La Habana, 170 p.
- _____ 2016a. "Pronóstico de la temporada ciclónica 2016 para el Atlántico Norte". Instituto de Meteorología, 1 p.
- _____ 2016b. "Pronóstico de la temporada ciclónica 2016 para el Atlántico Norte (Actualización)". Instituto de Meteorología, 1 p.
- Beven II, J.L. 2017. "National Hurricane Center Annual Summary, 2016 Atlantic Hurricane Season", 15 p.
- CPC 2016. ENSO Evolution, Status and Prediction. Climate Prediction Center <http://www.cpc.noaa.gov> [Consultado el 27 de octubre de 2019].
- CENPRO 2016. Resúmenes de temporada ciclónica. Centro de Pronósticos del Instituto de Meteorología de Cuba. Disponible en <http://www.insmet.cu> [Consultado el 20 de noviembre de 2019].
- IRI 2016. ENSO Forecast. International Research Institute for Climate and Society <http://www.iri.edu.gov>.
- NCEP/NCAR 2016. The NCEP/NCAR Reanalysis Project. National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research <http://www.ncep.noaa.gov> [Consultado el 10 de julio de 2019].
- NHC 2016. Tropical Cyclone Advisories. National Hurricane Center, Miami <http://www.nhc.noaa.gov> [Consultado el 20 de octubre de 2019].

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Nota de los autores: Señalamos con dolor que la DrC Maritza Ballester Pérez, Investigadora Titular, autora principal de este trabajo, lamentablemente falleció antes de terminar la temporada ciclónica tropical de 2016 en el Atlántico Norte, aunque ya había trabajado en parte de este. Al publicar este artículo, rendimos tributo a quien nos dejó como legado su amor y dedicación al trabajo, a la Meteorología y en particular a los huracanes, a los que dedicó la mayor parte de su fructífera vida científica.