

Estado del Clima en Cuba 2024 State of the climate in Cuba 2024

Cecilia Fonseca Rivera^{1*} 0000-0002-8278-1597
Beatriz Velázquez Zaldívar¹ 0000-0002-0464-7632
Ranses Vázquez Montenegro¹ 0000-0001-7460-6468
Axel Hidalgo Mayo² 0000-0001-8786-3463
Ida Mitrani Arenal¹ 0000-0002-0830-2842
Laura Leiva Pit¹ 0000-0003-2825-8524
Javier Cabrales Infante¹ 0000-0002-1137-9912
Marilee Martínez Álvarez¹ 0000-0002-8278-1597
Ramón Pérez Suárez¹ 0000-0002-8024-2303
Virgen Cutié Cancino¹ 0000-0003-1133-7533
Pedro Roura Pérez¹ 0000-0001-9865-9513
Idelmis González García¹ 0000-0002-9324-4850

¹Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17.

²Centro Meteorológico Provincial de Holguin, Cuba.

*Autor para correspondencia: *Cecilia Fonseca Rivera*. E-mail: ceciliafonseca91@gmail.com

Resumen

Este reporte muestra el comportamiento de los principales indicadores que caracterizaron el clima de Cuba durante el 2024, así como algunos factores que regulan la variabilidad del clima en la región. Se muestran los principales fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que afectaron al territorio nacional en el año (eventos extremos por calor, por oleaje, sequías y ciclones tropicales) con importantes afectaciones a la economía del país. El “Brote” de tiempo severo ocurrido durante la temporada invernal, constituyó un evento poco común, en una gran extensión como el occidente de Cuba. Aunque no se desarrolló un evento ENOS de gran significación, la existencia de condiciones neutrales durante la segunda mitad del año y su evolución hacia un AENOS, favoreció la ocurrencia de una temporada ciclónica muy activa en el área, la afectación a Cuba de una tormenta tropical y dos huracanes, los que favorecieron la generación de fuerte oleaje en aguas aledañas al territorio nacional. El incremento sostenido de la temperatura media en Cuba sigue siendo coherente con lo registrado a nivel global y regional. Toda la información se mantiene referida a la normal climatológica estándar 1991-2020, con lo que es posible comparar observaciones recientes así como el cálculo de las desviaciones o anomalías de un valor respecto a ese valor de referencia. No obstante,

en ocasiones, se utiliza el periodo 1961-1990, recomendado por la OMM (2017) para evaluar los cambios de temperatura a largo plazo.

Palabras clave: estado del clima, temperatura, lluvia, variabilidad climática

Abstract

This report shows the behavior of the main indicators that characterized Cuba's climate during 2024, as well as some factors that regulate climate variability in the region. The main extreme meteorological and climatic phenomena that affected the national territory during the year are shown (extreme events due to heat, waves, droughts and tropical cyclones) with significant impacts on the country's economy. The "Outbreak" of severe weather that occurred during the winter season was a rare event in a large area such as western Cuba. Although an ENSO event of great significance did not develop, the existence of neutral conditions during the second half of the year and its evolution towards an AENOS, favored the occurrence of a very active cyclonic season in the area, the impact on Cuba of a tropical storm and two hurricanes, which favored the generation of strong waves in waters near the national territory. The sustained increase in the average temperature in Cuba remains consistent with what has been recorded at the global and regional level. All information is kept in reference to the standard climatological normal 1991-2020, which makes it possible to compare recent observations as well as to calculate deviations or anomalies of a value with respect to that reference value. However, sometimes the period 1961-1990, recommended by the WMO (2017), is used to evaluate long-term temperature changes.

Keywords: state of the climate, temperature, rainfall, climate variability

I. Indicadores más relevantes que reflejan el estado del clima en Cuba durante el 2024

1. Contexto climático global, algunos mensajes claves

Según información publicada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en su sitio web (<https://wmo.int/es/news/>), los principales mensajes claves referidos al comportamiento del clima global durante el pasado año 2024 son los siguientes:

- Los últimos diez años, de 2015 a 2024, han sido los diez años más cálidos de los que se tiene constancia.
- Es probable que hayamos vivido el primer año natural en el que la temperatura media mundial ha superado en más de 1,5 °C la media del período 1850-1900.
- Para calcular la cifra global consolidada, la OMM utiliza seis conjuntos de datos internacionales.
- En 2024 se registraron temperaturas excepcionales en la superficie terrestre y marina y niveles insólitos de calor en los océanos.
- La consecución del objetivo de temperatura a largo plazo establecido en virtud del Acuerdo de París aún no es imposible, pero corre grave peligro.
- En la Antártida, la extensión del hielo marino fue la segunda más baja jamás observada, al tiempo que se acelera el retroceso de los glaciares.

- Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos provocan ingentes pérdidas económicas y humanas.

La OMM destaca como aspecto importante el hecho de que se supere el umbral de 1,5 °C durante un año específico, no significa que no se pueda alcanzar los objetivos fijados en el Acuerdo de París, porque su consecución depende de valores medidos a lo largo de décadas y no respecto a un año concreto.

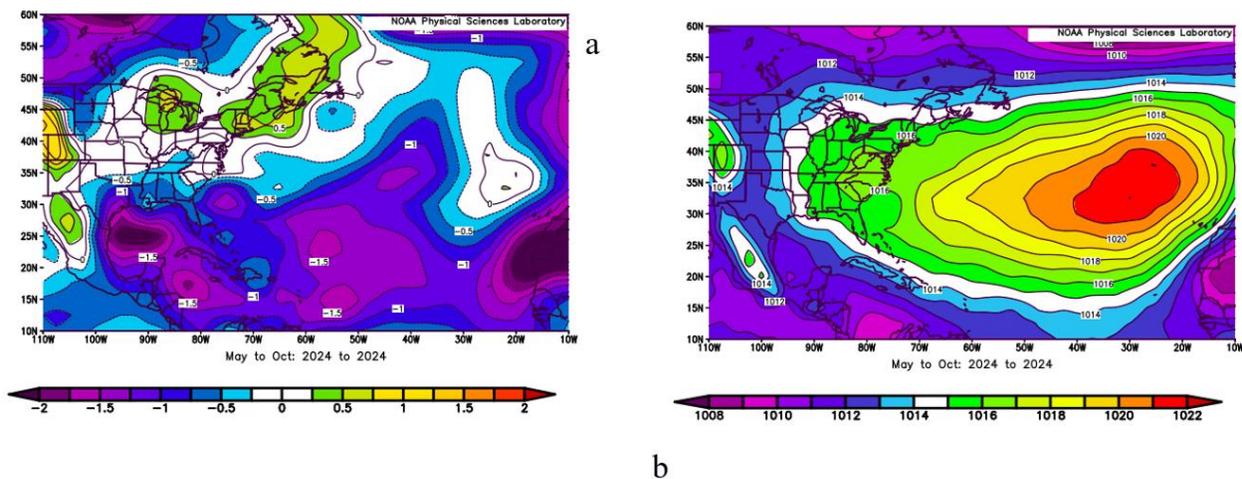
En este contexto y en lo que ha sucedido a nivel regional, es que ha evolucionado el clima de Cuba, que de manera coherente ha mostrado un incremento sostenido en la temperatura media y otros indicadores han mostrado también un comportamiento que no son más que un reflejo de lo que sucede tanto a escala global como regional.

II. Contexto climático regional

2. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas

2.1. Circulación atmosférica

Durante el 2024, nuevamente hubo un claro reflejo de las diferencias en la estructura de las configuraciones sinópticas medias entre los meses del periodo estacional lluvioso (mayo – octubre) y el poco lluvioso (enero - abril y de noviembre – diciembre). En el período lluvioso las mayores anomalías de la presión atmosférica a nivel medio del mar en el área geográfica donde se localiza Cuba (Figura 1a), estuvieron relacionadas con la influencia de las altas presiones subtropicales, principalmente sobre el océano Atlántico occidental. El anticiclón subtropical del Atlántico Norte, estuvo localizado en aguas del océano Atlántico oriental, posición similar a la observada en la climatología correspondiente (Figura 1b). Este sistema extendió su dorsal hacia el oeste sobre el océano Atlántico central y el occidental, llegando a la porción este de los Estados Unidos. En consecuencia, el archipiélago cubano quedó bajo la influencia de la periferia de este sistema, en un ambiente de presión inferior al característico para este período del año.



Fuente: <https://psl.noaa.gov/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Figura 1. Anomalías (a) y presión atmosférica (b) de presión a nivel del mar.

En la troposfera media, la localización como promedio de dos zonas de vaguadas, una sobre el Atlántico oriental y otra sobre la costa este de Estados Unidos, alteraron la estructura del cinturón de altas presiones subtropicales, trayendo como consecuencia la formación de una faja de alto geopotencial que se extendió al sur de los 35 °N. Cabe destacar que dicha faja descendió en latitud hasta situarse por debajo de los 20 °N en el nivel de 200 hPa. De manera general, a nivel de superficie, las anomalías de presión resultaron negativas en los alrededores de Cuba.

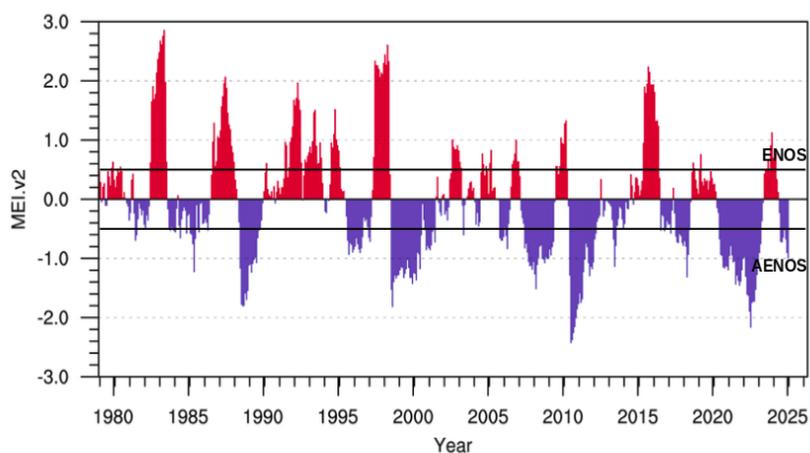
En los meses del periodo poco lluvioso, comprendido entre enero y abril, el anticiclón subtropical del Atlántico norte se localizó en aguas del océano Atlántico centro-oriental, mientras que en el plazo que va de noviembre a diciembre dicho sistema estuvo retirado en el Atlántico oriental, con presiones centrales de 1020 y 2022 hPa respectivamente. En ambos casos los valores estuvieron muy por debajo de la media histórica para el período. Sobre el sudeste de los Estados Unidos se localizaron las altas presiones continentales migratorias e influyeron sobre la porción nororiental del golfo de México, las Bahamas y la región occidental de Cuba. Por otro lado, la vaguada frontal estuvo separando los dos centros de alto barómetro, prolongándose al este de la costa oriental de Estados Unidos y Canadá durante enero-abril, y sobre el Atlántico occidental, hasta Las Bahamas septentrionales. en noviembre y diciembre. En la troposfera media y alta el rasgo más distintivo fue la presencia de una amplia faja de alto valor geopotencial extendida al sur de los 25 °N, la cual descendió progresivamente en latitud con la altura.

2.2. El Niño - Oscilación del Sur (ENOS)

En septiembre del año 2023 se desarrolló un evento El Niño – Oscilación del Sur (ENOS). Este evento persistió hasta mediados del año 2024 y en mayo se establecieron condiciones neutrales en el océano Pacífico ecuatorial, con temperaturas superficiales del mar cerca de lo normal o ligeramente por debajo de los valores medios de esa época del año.

Desde junio las anomalías positivas (cálidas) de la temperatura superficial del mar comenzaron a disminuir en las regiones central y centro-oriental del océano Pacífico ecuatorial. A su vez, las anomalías negativas (frías) de la temperatura subsuperficial del mar permanecieron todo el año, pero iniciaron un decrecimiento significativo en noviembre y diciembre. El Índice de Oscilación del Sur y los Alisios se fortalecieron gradualmente y alcanzaron valores propios de un evento La Niña en diciembre. El índice IE se mantuvo en condiciones neutrales, pero el índice MEI¹ superó su umbral de un evento La Niña desde julio (Figura 2). En enero de 2025 se declaró el inicio de un nuevo evento La Niña – Oscilación del Sur (AENOS) débil.

¹ El índice bimestral multivariado de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) (MEI v2; <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>) es la serie de tiempo de la Función Ortogonal Empírica (EOF) que combina cinco variables diferentes ((presión al nivel del mar (SLP), temperatura de la superficie del mar (SST), componentes zonales y meridionales del viento a nivel superficial y la radiación de onda larga saliente (OLR)) sobre la cuenca del Pacífico tropical (30 °S-30 °N y 100 °E-70 °W).



Fuente: <https://www.imarpe.gob.pe/imarpe/>.

Figura 2. Índice multivariado (MEI) de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO).

Un evento AENOS débil y tardío como el actual, no ejerce una influencia significativa sobre el clima de Cuba. Sin embargo, la existencia de condiciones neutrales durante la segunda mitad del año 2024 y su evolución hacia un AENOS facilitó la ocurrencia de una temporada ciclónica muy activa, la afectación a Cuba de una tormenta tropical y dos huracanes, con grandes daños materiales.

2.3. Temporada Invernal 2024.

Durante la temporada invernal noviembre 2023 - abril 2024, 23 frentes fríos afectaron al país. De ellos, durante el año 2024 afectaron a Cuba un total de 19 frentes fríos, 17 en los cuatro primeros meses del año y 2 entre octubre y diciembre. Atendiendo al giro de los vientos, 16 de estos sistemas fueron clásicos y 3 revésinos y según su intensidad, 15 fueron clasificados como débiles, 4 moderados y ninguno llegó a la categoría de fuerte. Lo más significativo de esta temporada, fue el comportamiento del mes de marzo, durante el cual arribaron al país cinco frentes fríos, cifra que es superior a la media histórica para el mes, aunque de ellos, solo uno resultó de moderada intensidad. Por el giro de los vientos, los cinco fueron de tipo clásico. La actual temporada invernal se iguala a la del 2012 - 2013 y 2013 - 2014, como las únicas en las que durante marzo el occidente del país es afectado por cinco sistemas frontales.

Otro aspecto relevante que aconteció durante el mes de marzo, fue el “Brote” de tiempo severo ocurrido tras la llegada del frente frío número 21 de la temporada (Figura 3). Asociado a la actividad pre frontal y posterior arribo del sistema al extremo más occidental del archipiélago cubano, se produjeron numerosos chubascos, tormentas eléctricas y lluvias en la región occidental, que llegaron a ser fuertes e intensas en algunas localidades. La afectación de este frente frío estimuló un “Brote” de tiempo severo en casi todas las provincias del occidente cubano, fundamentalmente en las provincias de Artemisa, La Habana y Mayabeque. Se reportaron tornados y vientos locales fuertes, destacándose los ocurridos en las estaciones meteorológicas de Bahía Honda con 66 km/h, Bauta con 75 km/h y la racha del suroeste de 101 Km/h, reportada por la estación meteorológica de Güines, en Mayabeque.



Fuente: <https://rammb-slider.cira.colostate.edu>.

Figura 3. Imagen del satélite GOES-16 del día 23 de marzo de 2024.

Significativo y relevante resultó también la caída abundante de granizos de diversos diámetros, entre 2-3 cm (Figura 4), que provocaron numerosos daños (no contabilizados) a la vegetación, desde pequeños cultivos hasta árboles de gran tamaño, en viviendas y vehículos e impactos en el servicio eléctrico y el suministro de agua, situación ocurrida en varios lugares a la vez, lo cual es poco común en una gran extensión como el occidente de Cuba.



Figura 4. Granizada del 22 de marzo de 2024, asociada al “Brote” de tiempo severo.

2.4. Oleaje e inundaciones costeras

- Comportamiento interanual de la altura significativa de la ola (Hsig) en los mares cubanos durante 2024.

Durante el año 2024 los valores anuales de Hsig mostraron anomalías positivas, respecto al período de referencia 1991-2020, en casi todas las costas cubanas excepto en ambas costas orientales (Figura 5). En el primer trimestre del año, se registraron anomalías negativas en todas las costas del territorio nacional, excepto en el SW de la región oriental, el sur de Matanzas y Cienfuegos. En este período, el Índice Niño Oceánico (ONI)² mostró valores de 1.5 que clasifica como moderado. En los siguientes tres trimestres los valores de Hsig respecto al período 1991-2020 se fueron incrementando, particularmente en el segundo semestre, en tanto el ONI mostraba un cambio de fase con valores de 0.4, -0.1 y -0.4. Destaca el trimestre octubre- diciembre con anomalías positivas en la costa noroccidental de Cuba con valores entre 0.15-0.20 m.

- Inundaciones costeras y Hsig asociado a los sistemas meteorológicos que afectaron a Cuba durante el 2024.

Según Ramos, 2025, en el pasado año 2024 el territorio cubano tuvo la afectación de cinco eventos de oleaje e inundaciones costeras de diferente magnitud. Estos eventos estuvieron asociados a sistemas meteorológicos, fundamentalmente ciclones tropicales, que afectaron al país durante la temporada ciclónica. El primer evento ocurrió en la región noroccidental, especialmente en La Habana, a inicios de año (4 y 5 de febrero), asociado a una Baja extra-tropical y frente frío asociado que afectó con tiempo severo al el occidente del país.

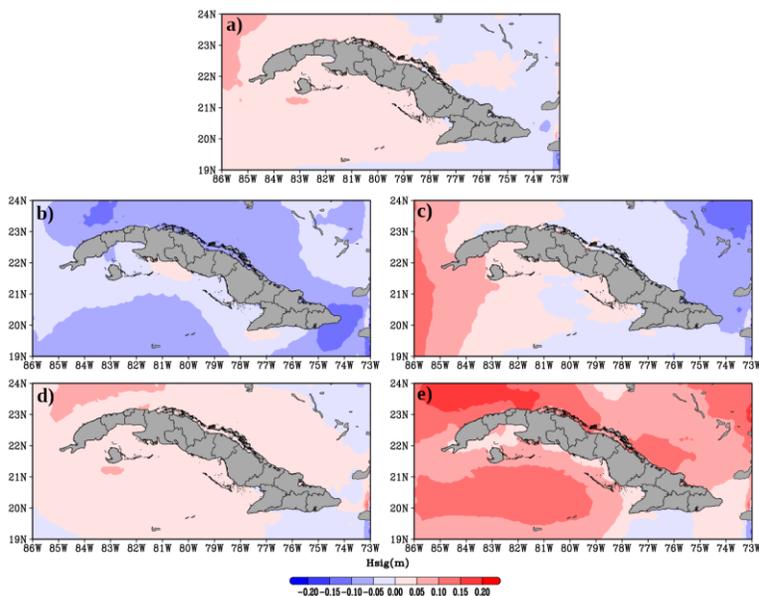


Figura 5. Anomalías de Hsig durante el año 2024 respecto a la norma climática 1991-2020. a) anual, b) enero-marzo, c) abril-junio, d) julio-septiembre y e) octubre-diciembre.

² Índice Niño Oceánico (ONI en inglés) es una medida de la condición de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y sus fases cálida (El Niño) y fría (La Niña) en el Pacífico ecuatorial central. Es el promedio móvil de tres meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar estimadas a partir del producto ERSST.

El segundo evento de significación se produjo asociado al huracán Oscar, el cual generó marejadas e inundaciones costeras entre 3.7 - 5.0 m en la ciudad de Baracoa. El agua de mar penetró hasta tres cuadras en la zona del malecón con un metro de sobre elevación del mar tierra adentro (Comunicación Personal del MSc. Frank Ernesto Ortega, Jefe del Centro de Meteorología Marina del Instituto de Meteorología, 30 de enero de 2025). Esta inundación se clasifica como moderada de acuerdo a la clasificación elaborada para este enclave por Hidalgo et al., 2017; Perigó et al., 2020.

En el caso del huracán Rafael, en el Cajío el agua de mar penetró tierra adentro hasta unos 3 km con una sobre elevación del mar sobre tierra de 3 m; mientras que para el Surgidero de Batabanó, dicha sobre elevación fue de 4 m la cual llegó hasta 1.7 km, en tanto, desde el Cajío hasta Majana el agua de mar igualmente penetró hasta 1.7 km con un metro sobre tierra (Comunicación Personal del MSc. Frank Ernesto Ortega, Jefe del Centro de Meteorología Marina del Instituto de Meteorología, 30 de enero de 2025). En general, las inundaciones costeras asociadas a este huracán se clasifican como fuertes de acuerdo a Hidalgo et al., 2017.

Además de estos tres eventos, hubo otros dos ciclones tropicales que no tocaron tierra cubana, pero generaron marejadas en las cercanías de la región occidental. Tal es el caso de los huracanes Helene y Milton. El huracán Helene (25-26 de septiembre), a su paso por el Canal de Yucatán como huracán de categoría 3 y a su salida al Golfo de México, que alcanzó la categoría 4 en su trayectoria hacia la costa occidental de La Florida, generó marejadas en el entorno del cabo de San Antonio, pero no se reportaron inundaciones costeras de importancia. Por su parte el huracán Milton (9-10 de octubre), que atravesó el Golfo de México por el norte de la región occidental de Cuba hacia La Florida como huracán categoría 4, generó marejadas e inundaciones costeras de importancia, en el Malecón y zonas bajas del litoral habanero. Por su alcance se clasifican como inundaciones moderadas, con sobre elevación del nivel del mar de menos de 1 m (Tribuna de La Habana, 2024).

En resumen, durante el 2024 se registró un sistema frontal y cuatro ciclones tropicales generadores de fuerte oleaje en aguas aledañas a Cuba. De ellos, un sistema frontal y 3 huracanes, generaron inundaciones costeras de diversa índole en el territorio nacional.

En la figura 6 se muestran los regímenes de viento y oleaje en los mares adyacentes a Cuba asociado a los huracanes Milton (Figura 6a y b), Oscar (Figura 6c y d) y Rafael (Figura 6e y f). Para el primero de ellos, en la costa norte de la región occidental, Hsig alcanzó olas entre 2.0 - 2.5 m con vientos de componente sur y velocidades superiores a 50 km/h. Oscar, en la región oriental Hsig, de acuerdo al reanálisis ERA5 (Hersbach, H. et al. 2020), igualmente reportó valores entre 2.0 - 2.5 m con flujo de viento de dirección NE y magnitud entre 20-50 km/h, mostrando el reanálisis valores inferiores a los estimados, aunque hay que tener en cuenta que las estimaciones tienen un grado alto de subjetividad. Por su parte, Rafael, en los mares al sur de Cuba, registró valores de Hsig entre 3.0-4.0 m. Sin embargo, en el noroccidente de Cuba estos se incrementaron entre 4.0-5.0 m, aunque en este caso no se contó con estimaciones visuales de Hsig.

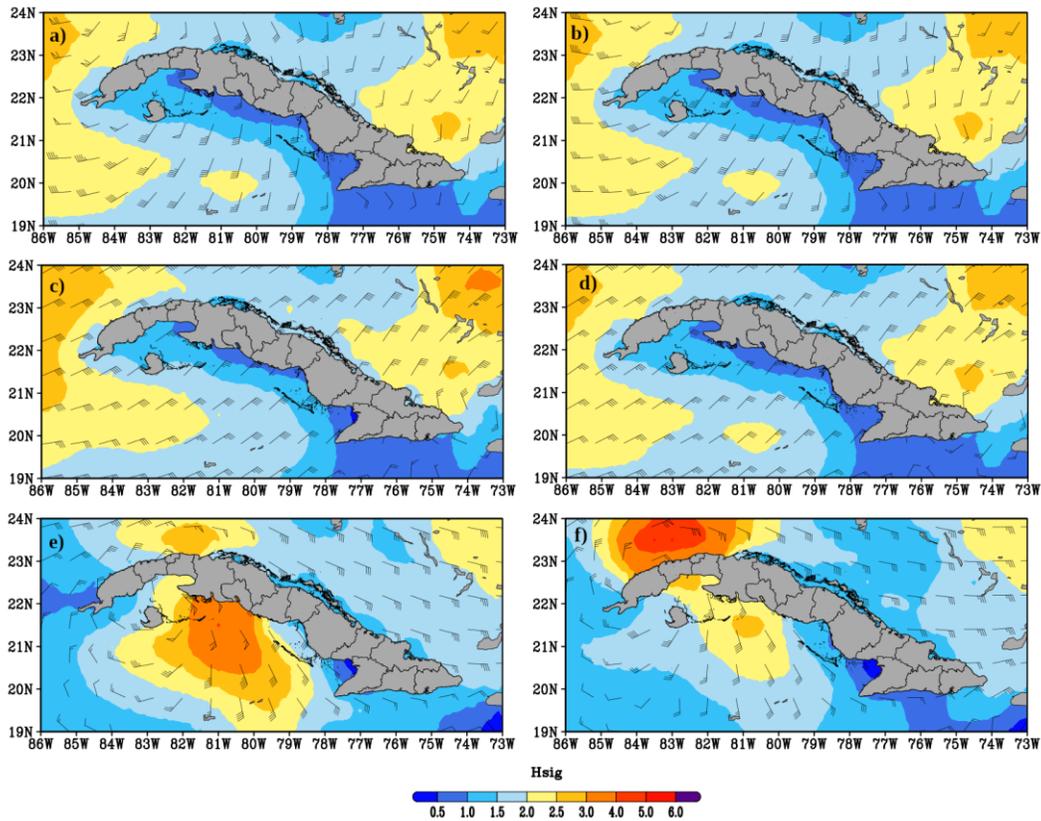


Figura 6. Velocidad y dirección del viento (barbas) en km/h y Hsig (m) en las costas cubanas al paso de los huracanes Milton, Oscar y Rafael. a) 9 oct 2024-12Z, b) 9 oct.2024-18Z, c) 20 oct 2024-12Z d) 20 oct 2024-18Z, e) 6 nov 2024-18Z y f) 7 nov 2024-00Z.

3. Temperatura

Siguiendo la tendencia al incremento de la temperatura del aire en Cuba, durante el 2024 la temperatura media anual fue la segunda más alta desde 1951 hasta la fecha, al alcanzar un valor que superó en 1.31 °C a la media histórica del periodo 1961-1990. En consecuencia, fue un año sumamente caluroso, caracterizado por anomalías positivas (cálidas) en todos los meses del año, exceptuando febrero en el que la temperatura media tuvo un comportamiento ligeramente por debajo del promedio histórico.

De acuerdo a los registros de temperatura media mensual de las estaciones de serie larga de nuestro país, los meses de marzo, mayo y septiembre finalizaron como los más cálidos desde 1951, mientras que julio y octubre ocuparon el segundo lugar de los registros y agosto el tercero.

Muy importante fue el comportamiento de la temperatura máxima durante el 2024, con el reporte de nuevos récords en prácticamente todos los meses de año, particularmente en los meses de marzo, abril y mayo. En el mes de marzo, se reportó el valor más alto medido en Cuba para este mes y en abril, se registró el nuevo récord absoluto de temperatura máxima para Cuba en la estación meteorológica de Jucarito en la provincia de Granma, con un valor de 40.1°C. Es de destacar el comportamiento de la temperatura en mayo, que fue muy cálido en Cuba constituyendo el mes más cálido desde 1951 hasta el presente. Se registraron 35 nuevos récords de temperatura máxima y el valor más elevado registrado en Cuba para un mes de mayo fue superado en tres ocasiones.

De este modo el comportamiento de la temperatura durante el recién finalizado año contribuyó a acentuar la tendencia al incremento de la temperatura en Cuba (Figura 7). Es de destacar que cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que todas las anteriores desde 1951, siendo el período de 10 años (2015 – 2024) más cálido que todas las décadas que le han antecedido.

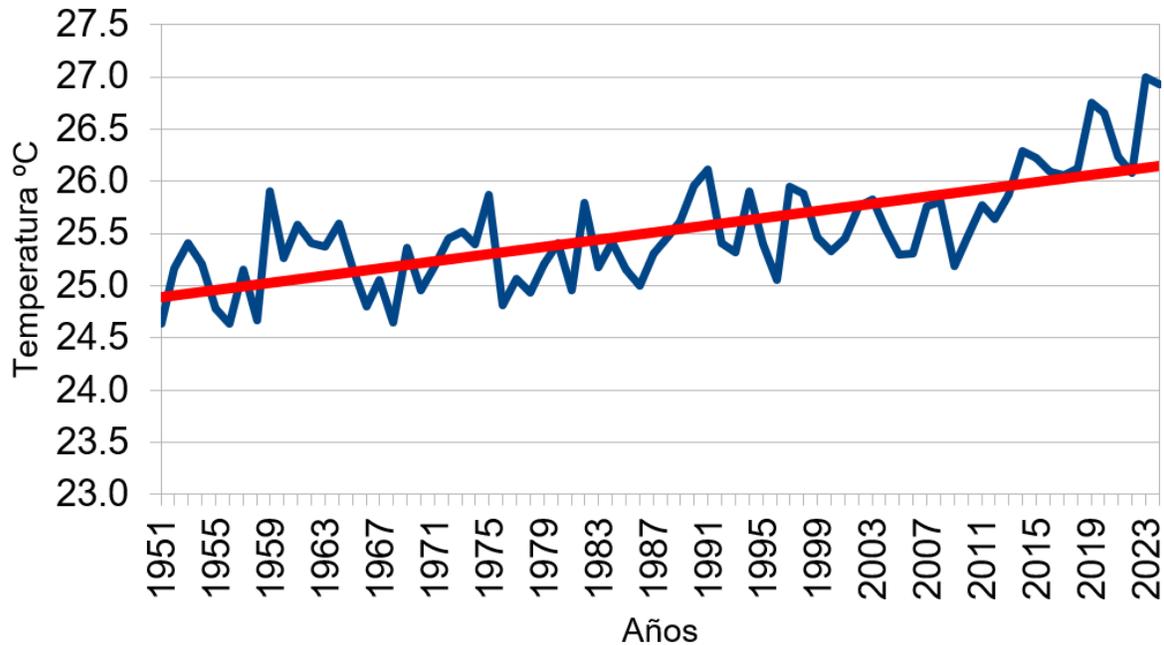


Figura 7. Temperatura media anual en Cuba durante el período 1951-2024. La línea roja representa la tendencia lineal.

4. Lluvia

Los acumulados de lluvia durante el pasado 2024, estuvieron como promedio en la norma o por encima de ésta en las regiones occidental y oriental del territorio nacional (Figura 8). En el transcurso del año, se destacaron los meses de junio y agosto en los que los acumulados superaron el valor medio para el mes en las tres regiones del país aunque de manera más marcada en el occidente y el oriente del territorio. Estas lluvias estuvieron asociadas básicamente a la presencia de vaguadas al sudeste del golfo de México y su tránsito al este, combinado con el tránsito de ondas tropicales por los mares al sur del archipiélago cubano, el transporte de humedad desde el mar Caribe y la inestabilidad vespertina.

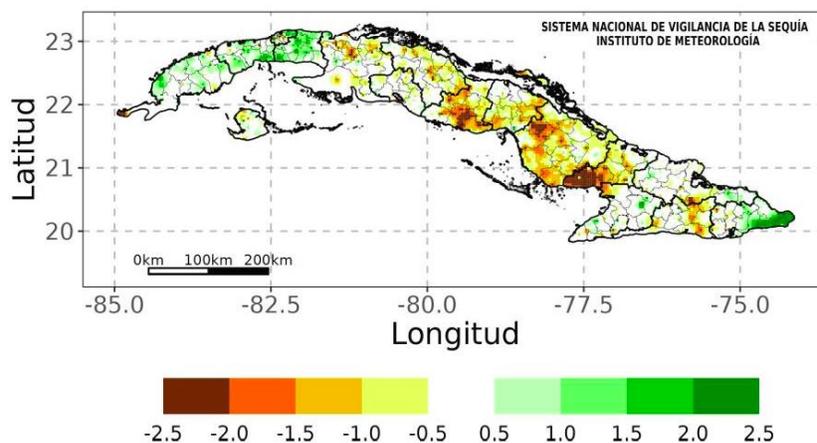


Figura 8. Distribución espacial de los acumulados de precipitación durante el período enero-diciembre de 2024, expresados según el índice de precipitación estandarizada (SPI12).

Contrariamente, en los meses de abril, mayo y julio, los acumulados estuvieron por debajo de sus valores normales en las regiones occidental y central, llegando a alcanzar la categoría de déficit severo y extremo. En la región oriental sin embargo, se reportaron déficit en los meses enero, marzo, abril, julio y septiembre, aunque no sobrepasaron la categoría de débil (anomalías ≤ -1.0). En resumen, el 2024 no se caracterizó por grandes contrastes a pesar de las variaciones ocurridas durante el año.

5. Condiciones bioclimáticas³

El 2024 se caracterizó una vez más por el predominio de anomalías estandarizadas positivas de la temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE) en general en todo el país. En los meses del periodo poco lluvioso, predominaron sensaciones ligeramente frías en horas de la mañana, aunque en el mes de febrero llegaron a ser frías en amplias zonas de la región occidental y en las zonas montañosas de la región oriental del país (Figura 5). En los meses del verano, predominaron las sensaciones confortables a esa hora del día, aunque en los meses de junio, julio y agosto, llegaron a ser calurosas en gran parte del territorio nacional (Figura 9).

³ Se analiza en los horarios de las 7:00 a.m. y la 1:00 p.m. teniendo en cuenta que ambos horarios son representativos de los períodos más frío y más cálido del día

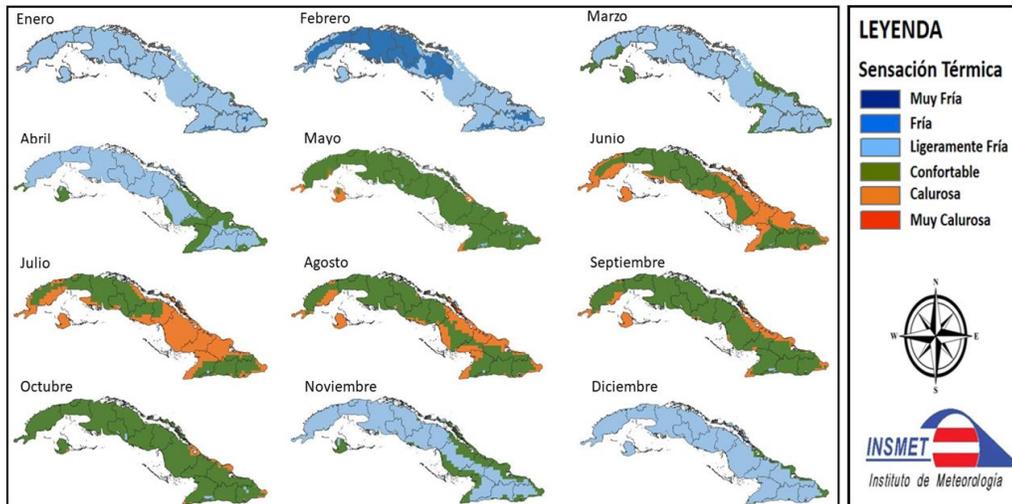


Figura 9. Sensación térmica media a la 7:00 am determinada a partir de la Temperatura Efectiva (TE) durante el 2024.

En las tardes predominaron las sensaciones calurosas en la mayor parte del año, e incluso llegaron a ser muy calurosas desde mayo hasta septiembre prácticamente en todo el país. Sin embargo, en enero y diciembre, las tardes se caracterizaron por la presencia de sensaciones confortables predominantemente hacia la mitad occidental del país y calurosas en la mitad oriental del territorio nacional, mientras que febrero se caracterizó por la presencia de sensaciones confortables en casi todo el país con sensaciones ligeramente frías en algunas localidades (Figura 10).

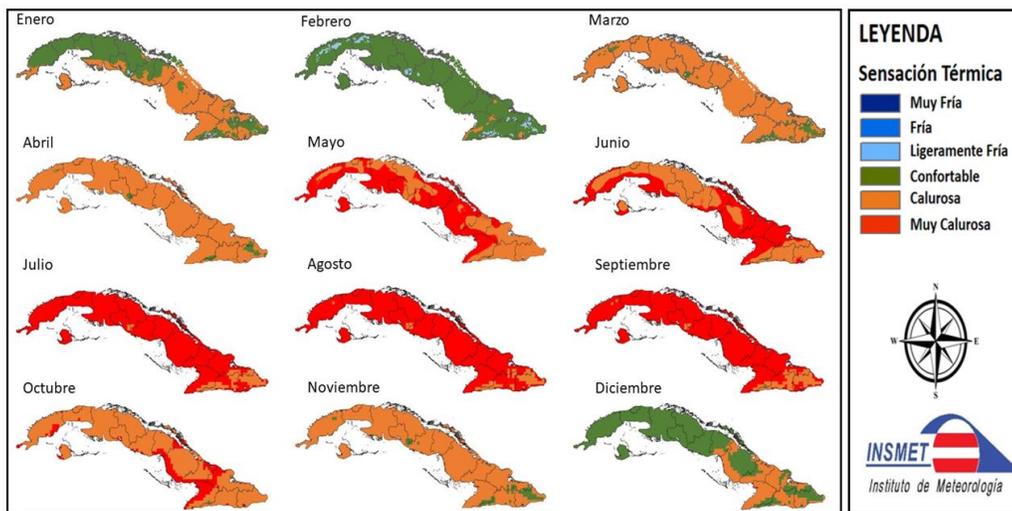


Figura 10. Sensación térmica media a la 1:00 pm determinada a partir de la Temperatura Efectiva (TE) durante el 2024.

En correspondencia con lo anterior se reportaron como promedio 101 días con condiciones de calor intenso⁴ sin la acción del viento (CCI-sin viento), con rachas de hasta 50 días con esta condición, cifras superiores a las reportadas en el 2023. Sin embargo, en algunas estaciones meteorológicas del país, como Velazco en Holguín, Cabo Cruz, Jucarito y Veguitas en Granma y Punta Maisí en Guantánamo, se reportaron más de 160 días con esta condición (Figura 11) cifra también superior al año anterior. El efecto del viento, contribuyó a la disminución de la ocurrencia de sensaciones muy calurosas en general en todo el territorio nacional.

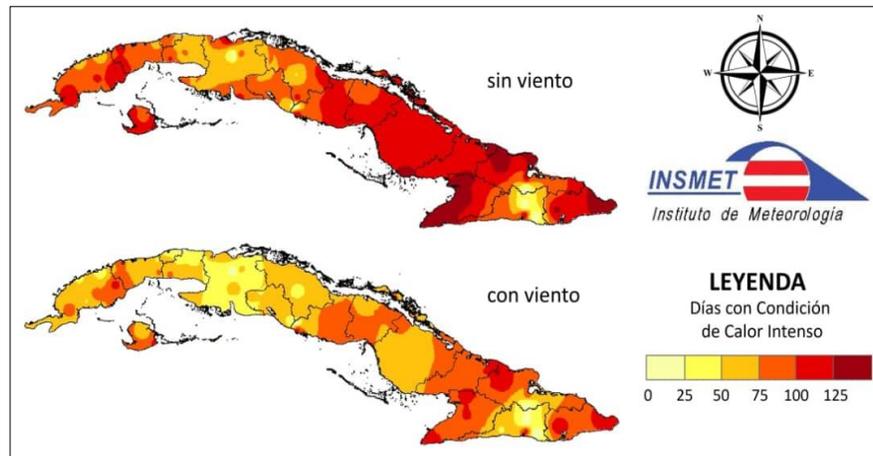


Figura 11. Cantidad de días con Condición de Calor Intenso (CCI) durante el 2024.

Por su parte la cantidad de días con condiciones de frío intenso (CFI), no tuvo un comportamiento significativo durante el año, aun ante la acción refrescante del viento. Solo se produjeron 5 días como promedio con esta condición (sin la acción del viento) en algunas localidades aisladas del país, las que se incrementaron ligeramente con la acción del viento, con rachas de hasta 7 días. En zonas montañosas como Topes de Collante en Santi Spiritus y la Gran Piedra en Santiago de Cuba, se reportaron 25 y 57 días, respectivamente, con condición de frío intenso. Esto puede estar asociado a la combinación de bajas temperaturas, humedad relativamente alta y vientos fuertes. Es importante resaltar, que las zonas montañosas de Cuba resultan ser las más frías, no tanto por la ocurrencia de temperaturas mínimas notables, sino porque las máximas no llegan a alcanzar valores elevados (Lecha et al., 1994). Esta situación unida a los altos valores de humedad relativa presentes en esta zona exacerba las sensaciones de frío expresadas a través de la TEE ya que la influencia de la humedad no solo es mayor bajo condiciones cálidas, sino que con temperaturas inferiores a los 10 °C se experimenta un descenso marcado del índice (Barcia et al., 2020). En las zonas no muy elevadas solo llegaron a manifestarse hasta 14 días en el año (Figura 12).

⁴ La Condición de Calor/Frío Intenso (CCI) representa aquella condición donde, subjetivamente, las sensaciones térmicas por excesivo calor/frío prevalecen durante todo el día o parte del él, ya sea por su intensidad, duración o por una combinación de ambas características (Guevara, 2006 y Velásquez, 2019). Se presentan en dos variantes, sin viento CCIsv y con viento CCIcv

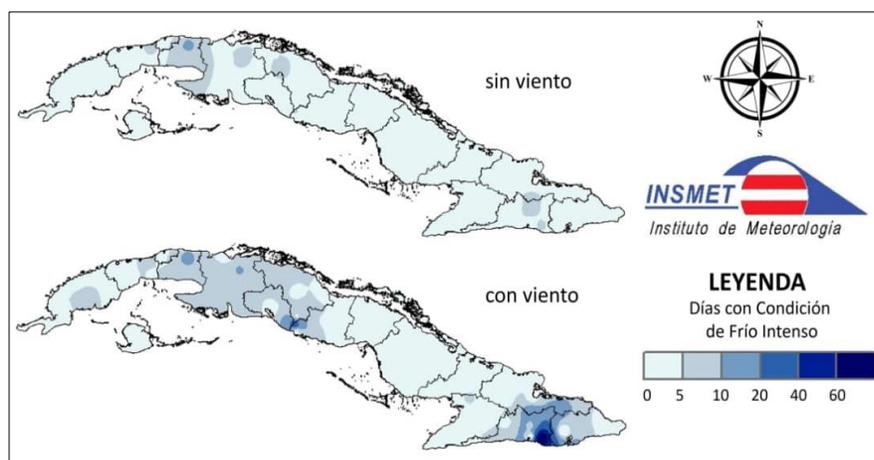


Figura 12. Cantidad de días con Condición de Frío Intenso (CFI) durante el 2024.

6. Fenómenos extremos de fuerte impacto en el 2024

Durante el 2024, se registraron en Cuba varios fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que impactaron fuertemente la economía del país. Se reportaron peligrosos eventos extremos por calor y frío que afectaron a muchas personas en todo el territorio, fuertes inundaciones costeras y ciclones tropicales que provocaron cuantiosas pérdidas y daños. Por lo tanto, una vez más se destaca la importancia de la comunicación de la información de índole científica para ayudar a gestionar estos fenómenos y a los procesos de toma de decisión. Es por ello que se dedica esta sección a destacar los fenómenos extremos de mayor impacto en Cuba durante el 2024.

6.1. Indicadores de extremos climáticos

- Indicadores de extremos climáticos derivados de la temperatura y la lluvia

En correspondencia con el comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas, los indicadores de extremos climáticos derivados de esta variable mostraron valores significativos en gran parte del año. Los indicadores derivados de la lluvia no presentaron valores significativos en 2024 a pesar de la afectación directa de sistemas tropicales.

El por ciento de noches cálidas fue el más alto del periodo 1980-2024 en la mayor parte de los meses e incluso ocupó este puesto en algunas estaciones durante todos los meses del año. Relevante fue el comportamiento del mes de abril en el que la totalidad de las estaciones reportó el 100% de días con esta condición, Se acentúa así la tendencia creciente altamente significativa de los extremos cálidos durante este mes (Figura 13).

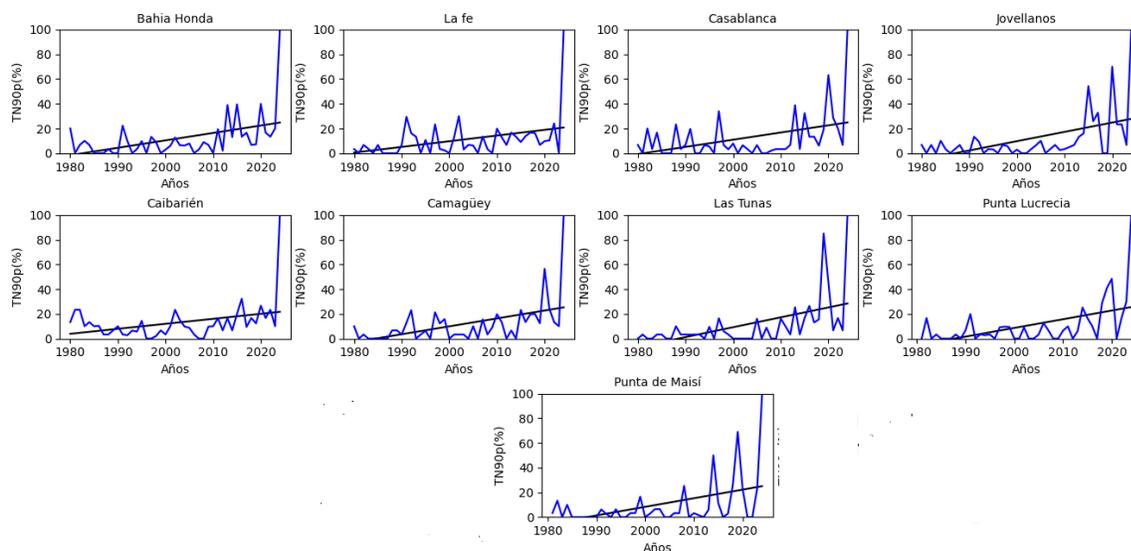


Figura 13. Por ciento de noches cálidas en el mes de Abril durante el periodo 1980-2024. Norma 1991-2020.

6.2 Indicadores de extremos climáticos para áreas oceánicas

Para la detección de extremos climáticos del clima marino, se utilizan dos de los seis índices descritos por Morim et al., (2021), que son los que mejor se ajustan al clima marino cubano (Hidalgo et al., 2023). Estos índices resumen las características fundamentales de las olas oceánicas extremas. Ellos son:

- ✓ Frecuencia anual de días donde Hsig es superior al 90th percentil del periodo base o norma climática (HsigFD) y
- ✓ Número de veces donde al menos dos días consecutivos Hsig es superior al 90th percentil del periodo base o norma climática (HsigCD).

En el 2024, ambos indicadores revelaron un incremento de los eventos extremos de oleaje en todas las costas cubanas (Figura 14). La frecuencia anual de días con alturas de las olas significativa por encima del 90 percentil estuvo entre un 10-20% por encima de los valores normales en toda la costa norte del territorio cubano y sur de la región oriental. Esto representa más de 40-70 eventos de altura de ola extremos con valores que exceden los 1.4-1.8 m. Sin embargo, en el resto del territorio sobrepasaron el 20%, lo que representa 70-90 eventos aproximadamente con alturas de olas de 0.8-1.2 m. Por su parte el número de veces donde al menos dos días consecutivos Hsig fue superior al 90th estuvo entre 5-15 casos. De manera tal que durante el pasado 2024 se presentaron varios eventos de oleaje extremo, lo que tuvo influencia sobre los valores medios. Destaca el caso del cuarto trimestre en el cual Cuba fue afectada, de forma directa o indirecta, por los huracanes Milton, Oscar y Rafael, los que provocó un incremento de Hsig para este período.

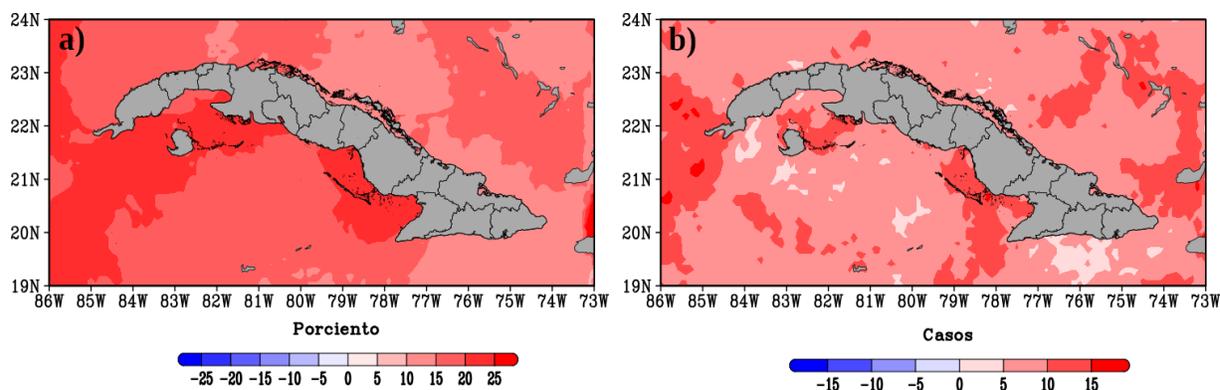


Figura 14. Indicadores extremos climáticos para áreas oceánicas referidos a Hsig durante el años 2024 respecto al período de referencia 1991-2020, a) HsigFD y b) HsigCD.

6.3. Eventos extremos por calor/frío

- Eventos extremos por calor

Entre los eventos meteorológicos y climáticos extremos que se espera se vuelvan más frecuentes y más graves en el futuro debido al cambio climático se encuentran las olas de calor/frío. Estas se caracterizan por ser períodos prolongados de temperaturas y humedad excepcionalmente altas/bajas y cuando persisten de manera continua durante cinco días o más, se consideran olas de calor/frío extremas (Ministerio de Salud, 2017). Sin embargo, a pesar de que hasta el momento en Cuba no se han identificado aun episodios de ola de calor, con la intensidad/impactos de los ocurridos en otras regiones, se ha reportado la aparición e incremento de episodios con características semejantes y con potencial para afectar la salud tanto humana como animal. Esto es debido al sostenido incremento de la temperatura del aire en Cuba y en particular al observado en el período junio – agosto (Pérez, 2023).

En correspondencia con el comportamiento de la temperatura en Cuba durante el 2024 se reportaron eventos extremos por calor en todos los meses del periodo lluvioso, excepto en octubre, confirmando el incremento de estos eventos en el país sobre todo en la última década. Lo más significativo ocurrió durante los meses de mayo y junio en los que la temperatura media diaria alcanzó cifras superiores a los 28.0°C durante casi todo el mes. El mes de mayo, fue un mes muy cálido en todo el territorio nacional constituyendo el más cálido desde 1951 hasta el presente. Asociado a los altos valores de temperaturas registrados entre los días 14 al 20 (los más elevados), se produjo la ocurrencia del primer “evento extremo por calor” con más del 16 % de estaciones transitando por periodos cálidos de cinco días de duración, desde 1977 hasta la fecha en un mes de mayo. El evento se inició el día 16 y se extendió por 5 días, con la persistencia de valores notables de temperatura máxima. Durante los días referidos, la temperatura máxima media superó los 34 °C, registrándose 35 nuevos récords en el país.

Por su parte Junio, fue el sexto más cálido desde 1951 con una temperatura media de 28 °C, 0.6 °C por encima del promedio histórico para un mes de junio. Los altos valores de temperatura registrados, propiciaron la ocurrencia de dos “eventos extremos por calor” y varios episodios cálidos. El primer evento, de 19 días de duración, constituyó el de mayor número de días con esta condición para un mes de junio desde 1977-2024 y el segundo con 4 días de duración. También resultó significativo el mes de Julio que fue el segundo más cálido desde 1951 hasta el presente, con una temperatura media

de 29 °C, 1.5 °C por encima del promedio histórico para este mes. Esto propició la ocurrencia de un “evento extremo por calor” de 25 días de duración. Durante esos días la temperatura máxima media superó los 33 °C en general en todo el país. Constituyó uno de los eventos de más larga duración para un mes de julio desde 1981-2023. Solo fue superado por los eventos ocurridos en los años 2005 y 2023 con 28 días consecutivos cada uno.

En la segunda mitad de periodo lluvioso, a pesar de los valores de temperatura reportados, lo más significativo ocurrió en el mes de septiembre, en el que se manifestó 1 evento extremo por calor del 8 al 16. Este evento llegó a sobrepasar el 10 % de las estaciones del país con 9 días consecutivos, el 6 se reportó 1 día cálido y en el resto del mes varios episodios cálidos (Figura 15).

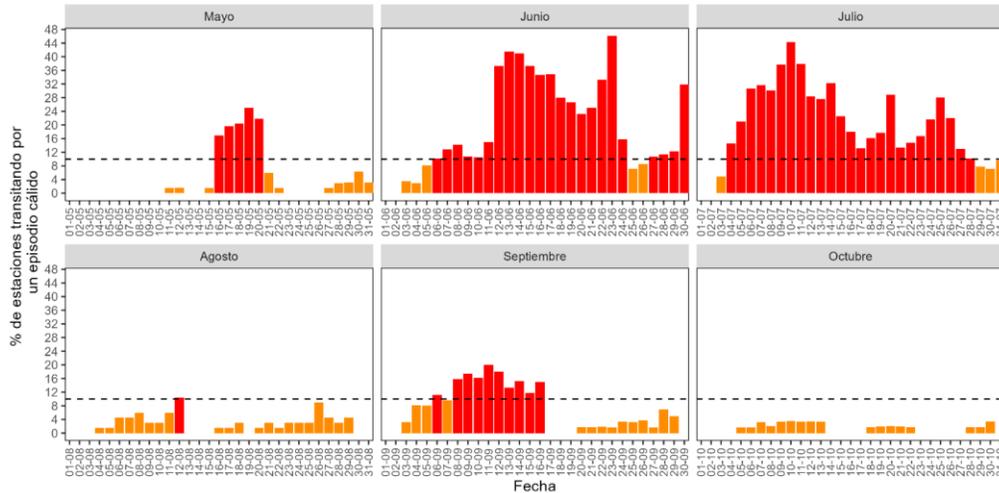


Figura 15. Porcentaje de estaciones meteorológicas de Cuba transitando por un episodio cálido según la variante 2. En rojo cuando superan el 10%. Se presentaron cinco eventos extremos por calor y varios días cálidos.

En general estos eventos extremos se produjeron, fundamentalmente, por la marcada influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte, cuya dorsal, extendida hacia el sudeste de los EE.UU o sobre el territorio nacional, generó un tiempo relativamente estable, con vientos débiles y cálidos del segundo cuadrante, en superficie y niveles bajos (Figura 16).

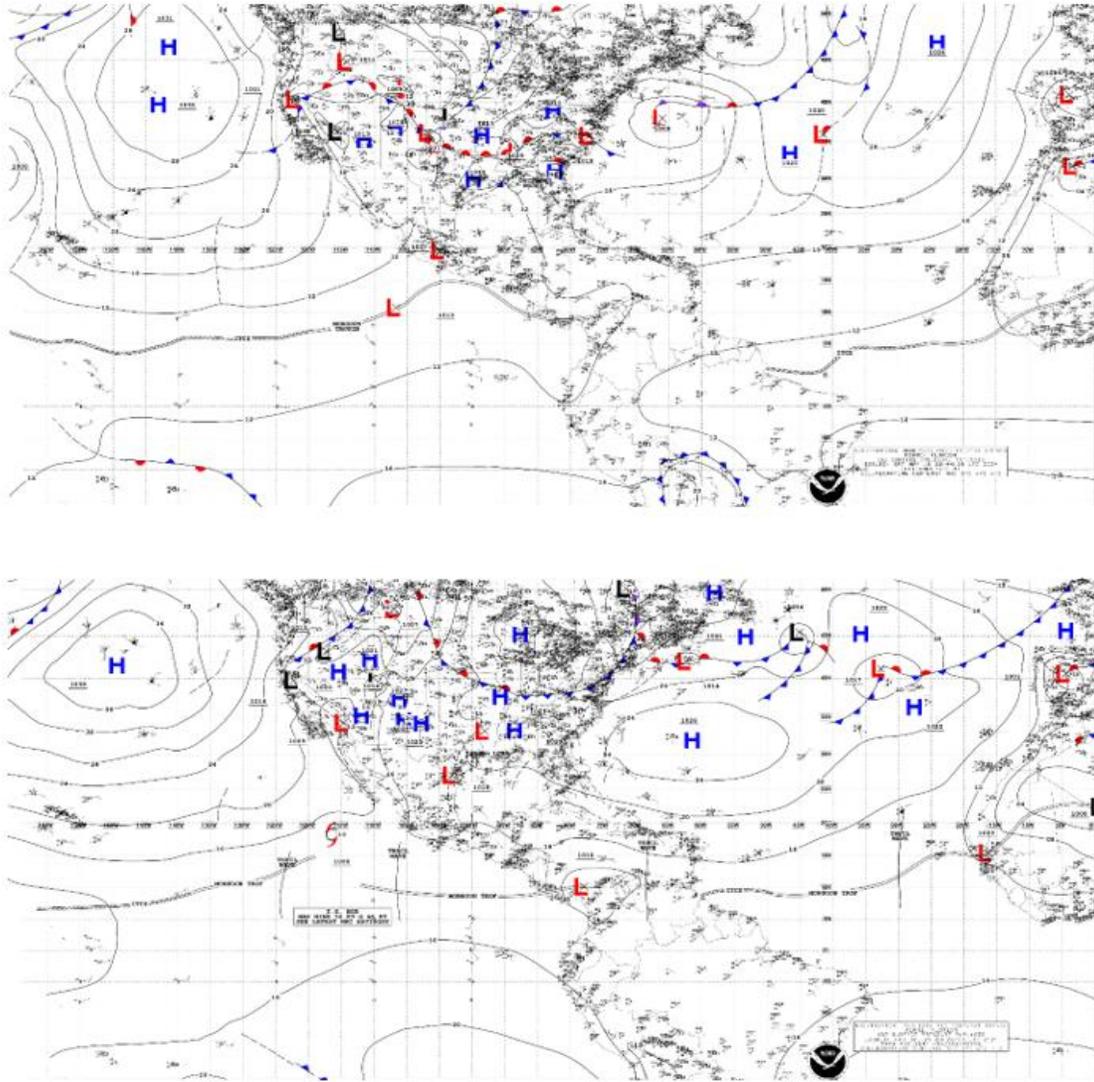


Figura 16. Mapa sinóptico de superficie del 18/05/2024 (a) y 25/07/2024 (b) (18 UTC). Extraído de, https://ftp.nhc.ncep.noaa.gov/tafb/surface_analysis/2024/.

- Eventos extremos por frío

A pesar de las elevadas temperaturas generalizadas durante el 2024, se reportaron algunos días fríos de interés, aunque sin que se llegara a manifestar un episodio o evento extremo frío. En los meses que forman parte de las dos temporadas invernales del 2024, se produjeron dos días fríos de interés, para la variante 3⁵, el 3 de enero y 22 de febrero (Figura 17). Estos extremos se produjeron fundamentalmente bajo la influencia de las altas presiones migratorias (Figura 18), cuyo centro se localizó sobre la costa oriental de EE.UU, lo que propició la advección de aire frío proveniente del continente y condiciones favorables para los procesos de irradiación nocturna.

5 Evento Extremo por Frío - Variante 3: presencia de 3 o más días consecutivos con CF1cv (categoría 2, 3, 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores de la región occidental y central y 2 o más días consecutivos con CF1cv para la región oriental, mientras que en estaciones montañosas se define por 6 o más días consecutivos.

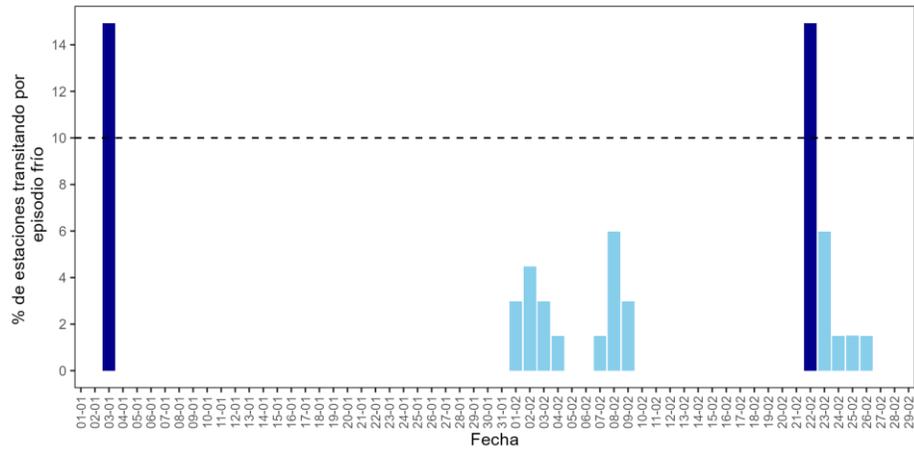
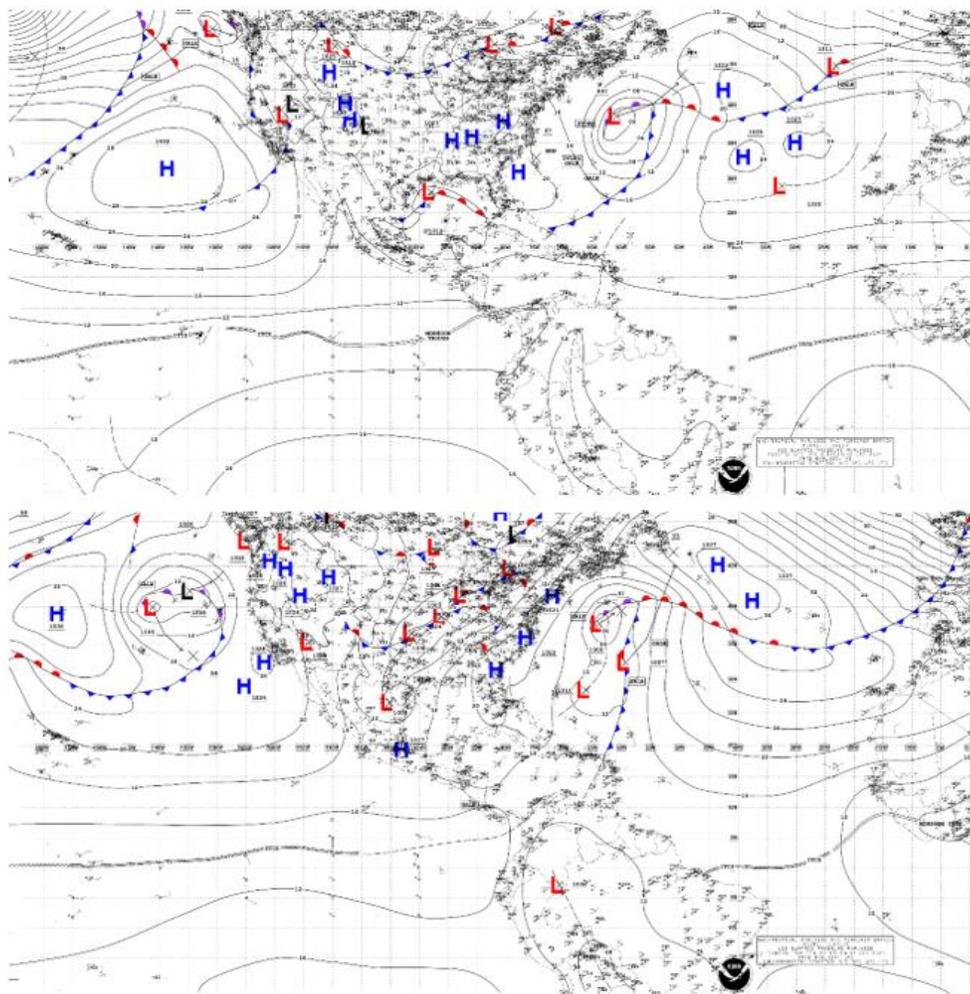


Figura 17. Por ciento de estaciones meteorológicas de Cuba transitando por un episodio frío según la variante 3. En azul oscuro cuando superan el 10% de estaciones



Fuente: https://ftp.nhc.ncep.noaa.gov/tafb/surface_analysis/2024/.

Figura 18. Mapa sinóptico de superficie del 03/01/2023 (a) 22/02/2024 (b) (12 UTC). Cuba se encuentra bajo la influencia de un anticiclón continental migratorio.

6.4. Sequía meteorológica y agrícola

- Sequía Meteorológica

La presencia de déficit moderados y severos en los acumulados de las lluvias durante los primeros meses del año y particularmente durante el trimestre⁶ febrero - abril, trajo como consecuencia que al finalizar el periodo poco lluvioso en abril de 2024, se iniciara un evento de sequía de corto periodo (SCP)⁷. El evento se configuró y dio su comienzo en la región oriental del país y se fue extendiendo rápido y progresivamente hacia las regiones central y occidental. De manera tal que al cierre del trimestre marzo - mayo, el 88 % del territorio nacional presentara afectación por sequía meteorológica de corto período. De este porcentaje, el 23% correspondió a la categoría de severa a extrema, el 38 % moderada y el 27 % a la categoría débil (Figura 19).

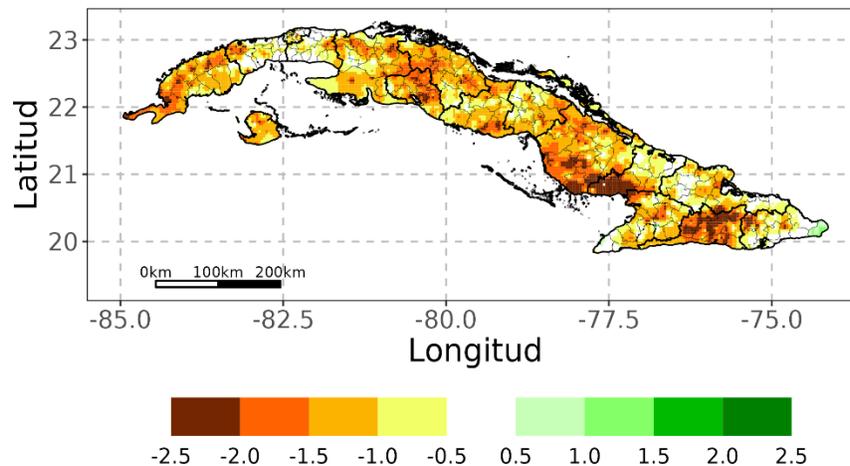


Figura 19. Distribución espacial de los acumulados de precipitación durante el período marzo-mayo de 2024, expresados según el índice de precipitación estandarizada (SPI3)

Cabe resaltar que los déficit ocurridos al cierre del mencionado trimestre, representaron anomalías estandarizadas de -1.28 en occidente, ocupando el noveno lugar desde 1961 hasta la fecha para esta región. En la región central, con una anomalía estandarizada de -1.47, ocuparon el cuarto lugar, mientras en la oriental ocupó el octavo con una anomalía de -1.34.

Por los bajos acumulados de lluvias ocurridos también al cierre de los trimestres abril - junio, catalogados de moderados a extremos, el evento se intensificó y continuó hasta el mes de julio. A partir del mes de agosto, cuando las lluvias estuvieron en la norma y por encima de ésta para las tres regiones del país, el evento fue disminuyendo su extensión espacial. De esta manera, al cierre del periodo lluvioso, fundamentalmente por los acumulados ocurridos en el último trimestre de este período, se produjo una disminución del 12 % de las áreas afectadas con sequía meteorológica (Figura 20), fundamentalmente en la región central y oriental del país.

⁶El trimestre es la unidad de tiempo mínima que se considera en el Sistema de Vigilancia de la Sequía para dar inicio y configuración de un evento de sequía meteorológica

⁷Sequía de corto período (SCP): se refiere a la ocurrencia de dos o más meses (siempre consecutivos) con déficit significativo en los acumulados de las lluvias, pero sin alcanzar los requisitos de la siguiente categoría.

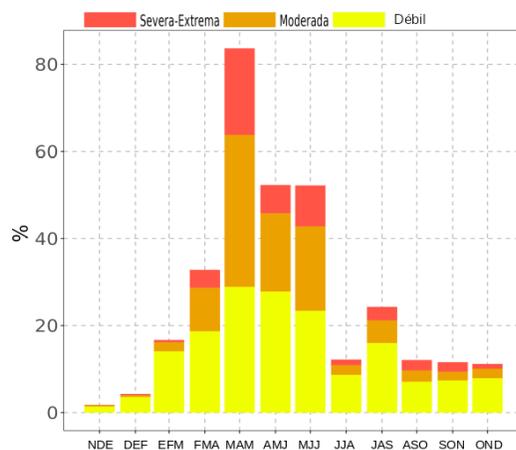


Figura 20. Marcha trimestral del por ciento de área en Cuba afectada por sequía meteorológica.

- *Sequía agrícola*

En Cuba, el período poco lluvioso de 2024 comenzó con sequía agrícola moderada hasta mediados del mes de febrero, aunque por debajo de los valores normales. A partir de marzo y hasta junio se agravó y se estableció en todo el país con valores muy por encima de lo histórico. Las provincias con mayor afectación por categoría de “establecimiento de la sequía agrícola” por encima de lo normal fueron: Artemisa, Pinar del Río y Guantánamo. En consecuencia, el periodo lluvioso inició muy seco, aunque desde mediados de junio hasta septiembre la sequía se clasificó como moderada pero manteniendo sus valores por encima de lo normal para esta época del año. Las provincias de Santiago de Cuba, Guantánamo y Las Tunas fueron las que presentaron mayor afectación por categoría de “establecimiento de la sequía agrícola” por encima de los valores normales. En cambio de octubre a noviembre la presencia de la sequía agrícola fue muy baja y el año culminó con sequía moderada con valores muy cercanos a lo histórico (Figura 21).

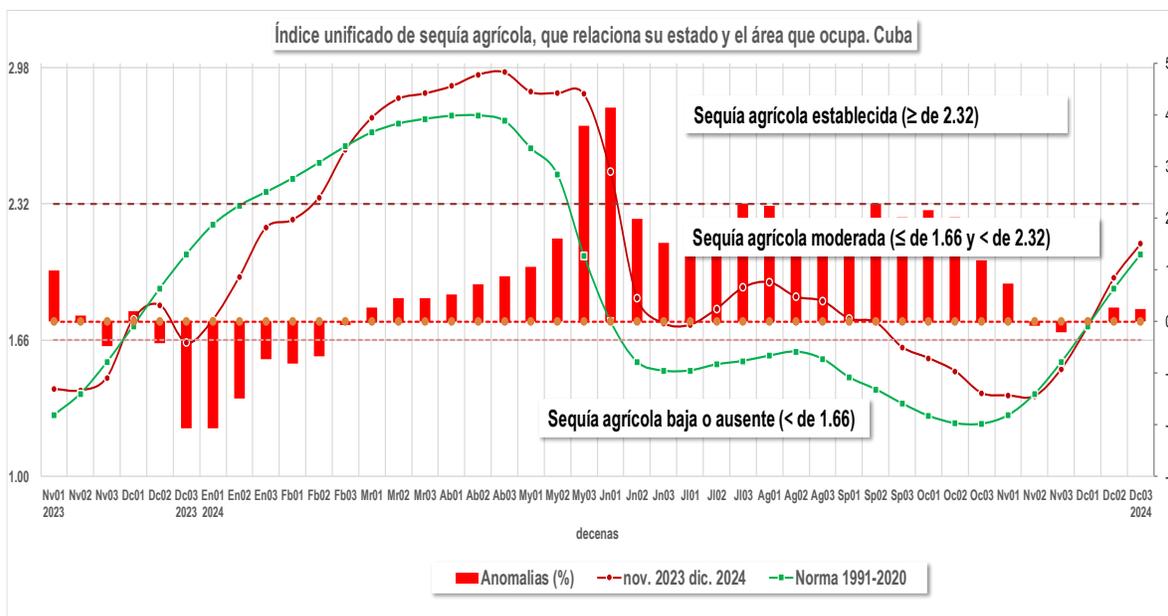


Figura 21. Índice unificado de sequía agrícola para Cuba (relaciona su estado y el área que ocupa, así como valores de su anomalía).

- Severidad de la sequía agrícola

A partir de febrero y hasta mediados de marzo, la sequía que afectó el país se clasificó en la categoría de media a alta. En consecuencia, fue necesario decretar la fase de sequía de °1 por la presencia de áreas entre 33% y 66% de extensión superficial con severidad media o alta. Sin embargo, al finalizar marzo las áreas con alta severidad se incrementaron, alcanzando más del 66% de extensión superficial, por lo que fue necesario decretar la fase de sequía en °2 hasta finalizar mayo. Junio inició con una disminución de áreas con extensión superficial y severidad media entre el 33% y 66%, lo que favoreció que se decretara la fase de “fin de sequía” de °1 y °2. A partir de este momento y hasta finales de noviembre los avisos permanecieron en fase de “no sequía”, aunque en noviembre comenzaron manifestaciones de extensión espacial media con baja severidad, pero como las áreas no sobrepasaron el umbral del 33% continuo la “no sequía”.

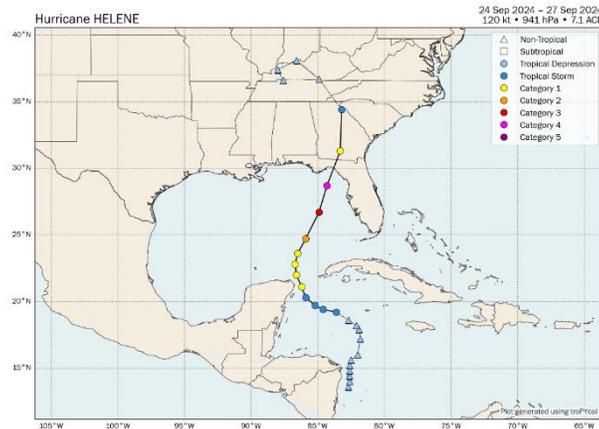
Regionalmente el comportamiento que dio lugar a que se decretaran fases por sequía agrícola, fue muy similar al descrito para el territorio nacional, con la particularidad de que la sequía de °2 abarcó desde inicios de marzo a finales de mayo la región occidental, para el centro desde mediados de marzo a finales de mayo y en el oriente desde mediados de febrero a mediados de mayo.

6.5 Ciclones Tropicales⁸

La temporada ciclónica del 2024 resultó activa en comparación con la media histórica con la formación de 18 organismos ciclónicos tropicales: 7 tormentas tropicales (Alberto, Chris, Gordon, Joyce, Nadine, Patty y Sara) y 11 huracanes (Beryl, Debby, Ernesto, Francine, Helene, Isaac, Kirk, Leslie, Milton, Oscar, y Rafael). De los huracanes, 5 se intensificaron hasta convertirse en huracanes de gran intensidad (categoría > 3 en la escala Saffir-Simpson) y 2 alcanzaron la categoría máxima de la escala Saffir-Simpson (Beryl y Milton). Atendiendo a las zonas de formación, en el golfo de México ocurrió la génesis de seis, sobre el área oceánica del Atlántico Norte se gestaron nueve, mientras que en el mar Caribe se gestaron tres. Según los resúmenes preliminares de la temporada, hasta el mes de septiembre, en términos de energía ciclónica acumulada (ACE), que mide la fuerza y duración de las tormentas tropicales y huracanes, estaba aproximadamente en el 80% si se compara con la media 1991-2020.

Lo más significativo para el archipiélago cubano fue la afectación de Helene y Rafael al occidente del país y Oscar al oriente. **Helene** (Figura 22) afectó primero como tormenta tropical y después como huracán en el mes de septiembre. Las lluvias asociadas al sistema, afectaron el occidente y centro de Cuba. Según los reportes de la red de estaciones meteorológicas del INSMET y la red pluviométrica del INRH, a las 11:00 am del día 25 de septiembre, se habían registrado acumulados superiores a 100 milímetros en 44 localidades. Los mayores acumulados fueron en el Embalse Herradura, con 218.4 milímetros, seguido por 194.9 milímetros en la estación meteorológica de Paso Real de San Diego y 194.1 milímetros en el Embalse La Bija, todos en la provincia de Pinar del Río. La amplia circulación de Helene generó vientos sostenidos de 60 kilómetros por horas en la estación meteorológica de Casablanca, La Habana, durante la madrugada del 26 de septiembre. Se reportaron además varias rachas fuertes, con 101 kilómetros por horas en Santa Lucía, Pinar del Río; 92 kilómetros por horas en Casablanca, La Habana y 70 kilómetros por horas en la estación de la ciudad de Cienfuegos.

⁸ Un resumen ampliado de todos los organismos formados en el 2023 se expondrá en el resumen de la temporada ciclónica 2023.



Fuente: https://arctic.som.ou.edu/tburg/products/archive/tropical/?basin=north_atlantic&year=2024

Figura 22. Trayectoria del huracán Helene.

Oscar afectó al oriente del país primero como huracán categoría 1 y luego como tormenta tropical, durante los días 20 y 21 de octubre. El centro del huracán tocó tierra al este de la ciudad de Baracoa, por la bahía de Mata, provincia de Guantánamo (Figura 23), con una presión central de 986 hPa y vientos máximos sostenidos de 130 km/h, valor reportado también como racha máxima por la estación meteorológica de Punta de Maisí. Oscar se mantuvo con lento movimiento sobre las provincias orientales y a medida que se debilitaba, se degradó a tormenta tropical, disminuyendo sus vientos máximos sostenidos a 110 km/h. No obstante, las precipitaciones persistieron, reportándose numerosas lluvias en horas de la mañana del día 21, que llegaron a ser fuertes e intensas en las localidades de Guantánamo y Holguín. Basado en los reportes de la red de estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología y la red pluviométrica del INRH, en 11 localidades los acumulados fueron superiores a 100 mm, y en 3 de ellos se superaron los 200 mm, destacando nuevamente la estación de Punta de Maisí con 366.0 mm. Oscar, a su paso dejó un saldo de 8 fallecidos y 2 lesionados, además de numerosos daños en la economía, agricultura, vivienda y red eléctrica que aún no han sido cuantificados.

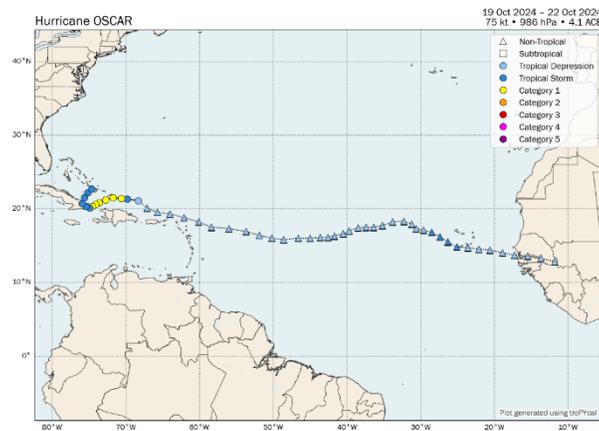
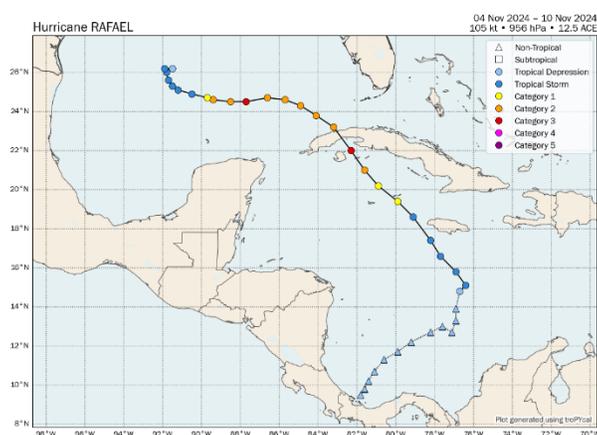


Figura 23. Trayectoria del huracán Oscar. Fuente:

https://arctic.som.ou.edu/tburg/products/archive/tropical/?basin=north_atlantic&year=2024

Rafael penetró en territorio cubano el día 6 de noviembre en horas de la tarde, por las inmediaciones de la localidad de playa Majana, costa sur de la provincia de Artemisa (Figura 24). Sus vientos máximos sostenidos fueron de 185 Km/h, con una presión mínima central de 956 hPa, por lo que era un huracán Categoría 3 de la escala Saffir–Simpson. Con el paso del huracán por el territorio se reportaron numerosas lluvias, chubascos y tormentas eléctricas en las regiones occidental y central de Cuba, las que fueron fuertes e intensas en algunas localidades, con acumulados entre los 100 y 200 milímetros. En cuanto a los vientos, la estación meteorológica de Mariel reportó una racha de 186 km/h, con vientos máximos sostenidos de 140 km/h, mientras que la estación de Casablanca registró una racha de 130 km/h con vientos sostenidos de 90 km/h. Este poderoso sistema tropical dejó a su paso cuantiosos daños en las cubiertas de las casas, tendidos eléctricos y telefónicos, así como en la agricultura. Oscar, a su paso dejó 1 lesionado, además de numerosos daños en la economía, agricultura, vivienda y red eléctrica que aún no han sido cuantificados.



Fuente: https://arctic.som.ou.edu/tburg/products/archive/tropical/?basin=north_atlantic&year=2024

Figura 24. Trayectoria del huracán Rafael.

Conclusiones principales

- ✓ **Circulación atmosférica:** Durante el 2024, nuevamente se manifestaron las diferencias en la estructura de las configuraciones sinópticas medias entre los meses del periodo estacional lluvioso y el poco lluvioso, características de cada período. En el primero, predominó la influencia de las altas presiones subtropicales a partir de la dorsal extendida desde el atlántico, mientras en el segundo predominaron las altas presiones continentales migratorias que influyeron sobre la porción nororiental del golfo de México, las Bahamas y la región occidental de Cuba.
- ✓ **ENOS:** La existencia de condiciones neutrales y su evolución hacia un evento AENOS, durante la segunda mitad del 2024 favoreció, como rasgo más relevante durante el año, la ocurrencia de una temporada ciclónica muy activa, con la afectación a Cuba de una tormenta tropical y dos huracanes, con grandes daños materiales.
- ✓ **La temporada ciclónica de 2024** resultó ser activa en comparación con la media histórica 1991-2020, con la formación de 18 organismos ciclónicos tropicales. Cuba fue afectada por tres huracanes Helene, Rafael y Oscar, con impactos significativos a la economía del país.
- ✓ **Oleaje e inundaciones costeras:** Los valores anuales de Hsig mostraron anomalías positivas,

respecto al período de referencia 1991-2020, en casi todas las costas cubanas excepto en ambas costas orientales.

Durante el 2024, el territorio cubano tuvo la afectación de cinco eventos de oleaje e inundaciones costeras de diferente magnitud, asociados a los ciclones tropicales que afectaron al país durante la temporada ciclónica y a la afectación de un sistema frontal en el período poco lluvioso.

- ✓ **Temperatura: Se confirma** el 2024 como el segundo más cálido en Cuba al alcanzar la temperatura media anual un valor que superó en 1.31 °C a la media histórica del periodo 1961-1990. De este modo el comportamiento de la temperatura durante el recién finalizado año contribuyó a acentuar la tendencia al incremento de la temperatura en Cuba. Asimismo, se confirma que cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que todas las anteriores desde 1951, siendo el último período de 10 años (2015 - 2024) más cálido que todas las décadas que le han antecedido.
- ✓ **Lluvia:** Los acumulados de lluvia durante el pasado 2024, estuvieron como promedio en la norma o por encima de ésta en las regiones occidental y oriental del territorio nacional. Se confirmó que a pesar de las variaciones ocurridas durante el año, el 2024 no se caracterizó por grandes contrastes en el comportamiento de la lluvia.
- ✓ **Evento extremos:** Entre los eventos extremos más sobresalientes del año para Cuba destacan:
 - La ocurrencia de cuatro eventos extremos por calor (meses del período lluvioso),

En general estos eventos extremos se produjeron, fundamentalmente, por la marcada influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte, cuya dorsal, extendida hacia el sudeste de los EE.UU o sobre el territorio nacional, generó un tiempo relativamente estable, con vientos débiles y cálidos del Sureste al Sur, en superficie y niveles bajos.

- ✓ Los **sistemas de alerta temprana**, de peligros múltiples, continúan siendo los instrumentos fundamentales para lograr reducir los impactos de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Por lo tanto, ante las nuevas condiciones que impone el clima, es necesario fortalecerlos.

Referencias

- Barcia-Sardiñas, S.; Hernández-González, D.; Velázquez Zaldívar, B. & Armas-Forteza, O. 2020. *Comportamiento de las condiciones de calor o frío intenso para Cuba capaces de producir efectos meteoro-tropicos peligrosos sobre la población vulnerable*. (ser. Proyecto: Efectos meteoro-tropicos peligrosos asociados a las sensaciones térmicas extremas en Cuba), Informe de Resultado Científico, no. 3, Instituto de Meteorología, 76 p.
- Hersbach, H. et al. 2020. "The ERA5 global reanalysis". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730): 1999–2049, ISSN: 0035-9009, DOI: 10.1002/qj.3803.
- Hidalgo, A.; Mitrani, I. & Pérez, G. 2017. "Nueva clasificación de las inundaciones costeras en Cuba". *Revista Cubana de Meteorología*, 23(2): 209–216.
- Hidalgo, A., Mitrani, I., y Pérez, G. (2023). Detección de cambios en la altura de la ola significativa en las costas cubanas. *Revista Cubana de Meteorología*, 29(3), 1-11.
- Lecha, L., Paz, L. & Lapinel, B., 1994. El Clima de Cuba.
- Morim, J., et al. (2021). Global-scale changes to extreme ocean wave events due to anthropogenic warming. *Environmental Research Letters*, 16(7), 074056-0740565.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1013>.

Ministerio de Salud [Chile]. (2017, 2 de julio). Evento de calor extremo... lo que hay que saber. Departamento de Gestión de Riesgos en Emergencias y Desastres. <https://bit.ly/3SYOkQ2>.

OMM, Organización Meteorológica Mundial, 2017: "Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas (OMM-Nº 1203)", Ginebra, Suiza.

¿OLAS DE CALOR EN CUBA?. Instituto de Meteorología. Inédito.

Perigó, E.; Laborde, N.; Machado, A.; Soler, Y.; Rojas, Y. & Suárez, R. 2020. "Inundaciones costeras en Guantánamo". *Revista Cubana de Meteorología*, 26(1): 1-12.

Tribuna de La Habana. 2024. *Efectos del huracán Milton en La Habana*. Available: <<https://www.tribuna.cu/capitalinas/2024-10-09/efectos-del-huracan-milton-en-la-habana>>, [Consultado: Enero 18, 2025].

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores: Cecilia Fonseca Rivera: **Conceptualización, análisis formal, Investigación, Metodología, Supervisión, Redacción - borrador inicial, Redacción - revisión y edición final.** Lic. Beatriz Velázquez Zaldívar: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Ranses Vázquez Montenegro: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Axel Hidalgo Mayo: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial, Redacción - revisión y edición final.** Dra. Ida Mitrani Arenal: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Lic. Laura Leyva Pit: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Lic. Javier Cabrales Infante: **Investigación, análisis de datos.** MSc. Marilee Martínez Álvarez: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Dr. Ramón Pérez Suárez: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Virgen Cutié Cancino: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Pedro Roura: **Investigación, análisis estadístico de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Idelmis González García: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.**

Dra. Cecilia Fonseca Rivera. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17.

Lic. Beatriz Velázquez Zaldívar. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: beatriz.velazquez@insmet.cu

MSc. Ranses Vázquez Montenegro. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: ranses.vazquez@insmet.cu

MSc. Axel Hidalgo Mayo. Centro Meteorológico Provincial de Holguín, Cuba. E-mail: axel.hidalgo@hlg.insmet.cu

Dra. Ida Mitrani Arenal. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: ida.mitrani@insmet.cu

Lic. Laura Leyva Pit. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: laurapit09@gmail.com

Lic. Javier Cabrales Infante. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: javier.cabrales@insmet.cu

MSc. Marilee Martínez Álvarez. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: marilee.martinez@insmet.cu

Dr. Ramón Pérez Suárez. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: ramon.perez@insmet.cu

MSc. Virgen Cutié Cancino. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: virgen.cutie@insmet.cu

Lic. Pedro Roura Pérez. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: pedro.roura@inset.cu

MSc Idelmis González García. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: idelmisggt@gmail.com