



Revista Cubana de Meteorología

ISSN: 2664-0880

Instituto de Meteorología

Fonseca Rivera, Cecilia; García Hernández, Anabel; Velázquez Zaldívar, Beatriz; Gómez de la Maza Santana, Daisladys; Martínez Álvarez, Marilee; González García, Idelmis; Cutié Cancino, Virgen; Vázquez Montenegro, Ranses; Pérez Suárez, Ramón; Mitrani Arenal, Ida; Hidalgo Mayo, Axel; Cabrales Infante, Javier; Leyva Pit, Laura; González Fragueta, Eileen

Estado del Clima en Cuba 2023. Resumen ampliado

Revista Cubana de Meteorología, vol. 30, núm. 1, e09, 2024, Enero-Marzo

Instituto de Meteorología

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=701977979009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estado del Clima en Cuba 2023. Resumen ampliado



State of the climate in Cuba 2023. Extended summary

<https://cu-id.com/2377/v30n1e09>

 Cecilia Fonseca Rivera^{1*},  Anabel García Hernández¹,  Beatriz Velázquez Zaldívar¹,
 Daisladys Gómez de la Maza Santana¹,  Marilee Martínez Álvarez¹,  Idelmis González García¹,
 Virgen Cutié Cancino¹,  Ranses Vázquez Montenegro¹,  Ramón Pérez Suárez¹,
 Ida Mitrani Arenal¹,  Axel Hidalgo Mayo²,  Javier Cabrales Infante¹,
 Laura Leyva Pit¹,  Eileen González Fragueta¹

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

²Centro Meteorológico Provincial de Holguín, Cuba

RESUMEN: Se analizan en este reporte los principales indicadores que caracterizan el clima de Cuba así como algunos factores que regulan su variabilidad en la región. Se incluyen además algunos de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que son de alto impacto en Cuba como la sequía, ciclones tropicales y extremos por calor. Resultan particularmente importante variables como la temperatura y la lluvia. Como principal factor modulador del clima, aunque no es el único, se incluye el comportamiento del evento el Niño - Oscilación del Sur (ENOS) durante el 2023. Toda la información es referida a la normal climatológica estándar 1991-2020, con lo que es posible comparar observaciones recientes o actuales 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 y en el caso de las condiciones bioclimáticas se empleó como período de referencia la normal climatológica 1981-2010.

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

ABSTRACT: This report analyzes the main indicators that characterize Cuba's climate as well as some factors that regulate its variability in the region. Also included are some of the extreme weather and climate phenomena that have a high impact in Cuba. Variables such as temperature and rainfall are particularly important. As the main climate modulating factor, although it is not the only one, the behavior of the El Niño - Southern Oscillation (ENSO) event during 2023 is included. All information is referred to the standard climatological normal from 1991 to 2020, making it possible to compare recent or current observations as well as calculate the deviations or anomalies of a value with respect to that reference value. However, sometimes the period 1961-1990 is used, recommended by the WMO (2017) to evaluate long-term temperature changes, and in the case of bioclimatic conditions, the historical periods 1981-2010 was used.

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

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

Recibido: 02/02/2024

Aceptado: 12/03/2024

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. Anabel García Hernández: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial, Redacción - revisión y edición final.** Lic. Beatriz Velázquez Zaldívar: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Lic. Daisladys Gómez de la Maza Santana: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Marilee Martínez Álvarez: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Idelmis González García: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Virgen Cutié Cancino: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** - MSc. Ranses Vázquez Montenegro: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Dr. Ramón Pérez Suárez: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Dra. Ida Mitrani Arenal: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** MSc. Axel Hidalgo Mayo: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial, Redacción - revisión y edición final.** Lic. Javier Cabrales Infante: **Investigación, análisis de datos.** Lic. Laura Leyva Pit: **Investigación, análisis de datos, Redacción - borrador inicial.** Eileen González Fragueta: **Recopilación y análisis de datos**

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/)

I. CONTEXTO CLIMÁTICO REGIONAL

1. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas

1.1. Circulación atmosférica

Durante el 2023, nuevamente la circulación atmosférica regional mostró un cambio de los patrones sinóticos típicos, sobretodo en la morfología, posición e intensidad de los sistemas meteorológicos. Se evidenciaron además diferencias en la estructura de las configuraciones sinópticas medias en los meses del periodo estacional poco lluvioso (enero - abril y de noviembre - diciembre) y el lluvioso (mayo - octubre).

En el periodo lluvioso las mayores anomalías de la presión atmosférica a nivel medio del mar en el área geográfica estuvieron relacionadas con la influencia de las altas presiones subtropicales, principalmente sobre el océano Atlántico occidental. El anticiclón subtropical del Atlántico Norte, aunque estuvo localizado en aguas del océano Atlántico oriental, su posición varió ligeramente con respecto a su climatología. Cabe resaltar que producto de la presencia de una amplia zona de vaguadas con su eje extendido a lo largo de la costa oriental de Estados Unidos y Canadá, con una vaguada invertida prolongada en aguas del océano Atlántico occidental, la influencia anticiclónica subtropical estuvo más retraída que lo usual, quedando Cuba en la periferia de este sistema de alto barómetro, con valores de la presión atmosférica por debajo de los habituales (Figura 1). En la troposfera media y alta, la localización de dos zonas de vaguadas, una sobre el Atlántico oriental y otra sobre la costa este de Canadá y Estados Unidos, alteraron la estructura del cinturón de altas presiones subtropicales, lo que repercutió en un fortalecimiento anómalo del anticiclón mexicano

para esta época del año, anticiclón que se mostró bien definido en 500 hPa, y más expandido en 200 hPa.

En los meses del periodo poco lluvioso el anticiclón subtropical del Atlántico Norte estuvo más desplazado al este-nordeste con respecto a su posición climatológica. Este sistema, presentó valores de presión central por encima de los usuales, excepto en el mes de marzo, donde fueron inferiores a 1020 hPa. 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. Esta vaguada, en el transcurso del mes de enero se mostró más profunda que lo habitual, no siendo así el resto de los meses que conforman el periodo poco lluvioso. Sobre Cuba y mares adyacentes la presión atmosférica presentó valores cercanos a lo normal, sin embargo, en los meses de abril y noviembre, estuvieron por debajo de su norma, anomalía que resultó más marcada hacia localidades de la región oriental del país.

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, que descendía en latitud con la altura. En el nivel de 500 hPa sobre el archipiélago cubano las anomalías del geopotencial fueron positivas durante los primeros tres meses del año 2023, llegando a ser negativas en el mes de abril, sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre los valores del geopotencial estuvieron cercanos a lo normal. Por otra parte, en 200 hPa, en el transcurso del plazo que se está analizando, el geopotencial estuvo por encima de la norma para dichos meses, excepto en el mes de abril en la región occidental, mes en el cual estuvo ligeramente por debajo de lo usual.

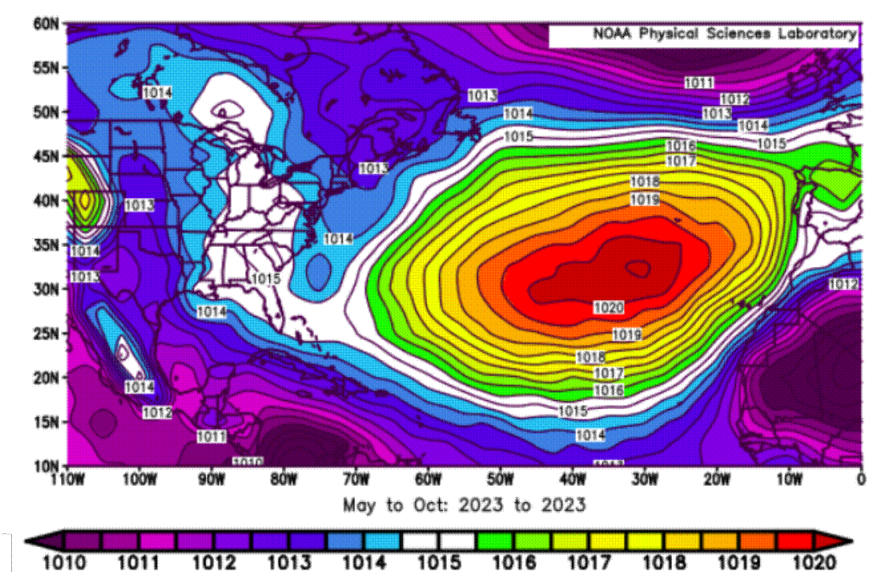


Figura 1. Presión a nivel del mar durante el periodo lluvioso de 2023.

1.2. Temporada Invernal

Durante el año 2023 transcurrió parte de la temporada invernal noviembre 2022 - abril 2023 y el inicio de la temporada 2023 - 2024. En el año afectaron a Cuba un total de 19 frentes fríos, 11 entre enero y abril del 2023 y 8 entre octubre y diciembre. Atendiendo al giro de los vientos, diez fueron de tipo clásico, ocho revesino y uno secundario y según su intensidad, 16 clasificaron como débiles, tres moderados y ninguno llegó a ser fuerte.

Lo más significativo en el año que culminó, fueron las marcadas condiciones invernales que ocurrieron en el primer mes del año, tras el paso del frente frío número 12 de la temporada 2022 - 2023, el día 13. Entre los días 14 y 19 de enero se reportaron madrugadas frías y notablemente frías fundamentalmente los días 15, 16 y 17, debido a un refuerzo de las condiciones invernales con la influencia de una masa de aire seca y estable que invadió gran parte del occidente y centro del archipiélago cubano, combinado con la presencia de vientos débiles y los procesos de irradiación nocturna.

En varias estaciones meteorológicas del país los reportes de temperaturas mínimas fueron inferiores a los 10.0 °C y en ocasiones estuvieron iguales o inferiores a 5.0 °C. El valor más bajo se reportó en la estación meteorológica de Indio Hatuey, en la provincia de Matanzas, con 1.5 °C. También resultó de interés que en varias estaciones meteorológicas del oriente cubano se registraron temperaturas mínimas por debajo de los 10.0 °C. Tal es el caso de los reportes de 7.4 °C en la estación la Jíquima, en la provincia de Holguín, 9.9 °C en la estación de Manzanillo, provincia Granma, y 6.9 °C en la estación de Palenque de Yateras y 9.9 °C Guantánamo, ambas en la provincia Guantánamo que constituyen valores récords para un mes de enero en esas estaciones. El valor reportado en Palenque de Yateras constituye un récord absoluto de temperatura mínima para toda la provincia de Guantánamo en el mes de enero.

1.3. El Niño - Oscilación del Sur (ENOS)

En el año 2023 se desarrolló un nuevo evento El Niño - Oscilación del Sur (ENOS). Al finalizar junio, las anomalías de la temperatura superficial del mar alcanzaron valores superiores al umbral de un evento El Niño. En la región Niño 3 se alcanzó una anomalía de 1.5 °C, con respecto a la norma 1961 - 1990 (Figura 2). Por ello, el Centro de Predicción Climática de los Estados Unidos, consideró como iniciado dicho evento. Durante los siguientes meses se incrementó el sobrecalentamiento de las aguas en las regiones central y oriental del océano Pacífico ecuatorial. La mayor anomalía se registró en noviembre del 2023, con un valor de 2.44 °C. El valor medio de los tres meses comprendidos entre octubre y diciembre

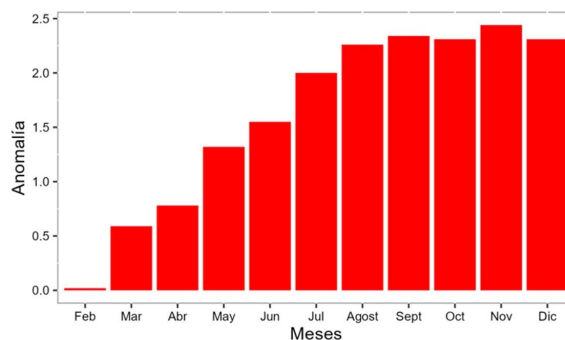


Figura 2. Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la Región Niño 3 durante el 2023, referidas al período 1961-1990

ascendió a 2.35 °C. Teniendo en cuenta este indicador, el evento podía considerarse como un evento fuerte.

La circulación atmosférica se ajustó gradualmente a los patrones propios del evento ENOS. Desde el mes de julio, el Índice de la Oscilación del Sur (SOI) alcanzó valores negativos, con -0.30 unidades. El mayor valor de este índice se produjo en septiembre con -1.30 unidades. Los valores medios de tres meses se registraron en octubre y noviembre (-0.87 unidades), valores propios de este evento (Figura 3). El Índice ENOS (IE) superó su umbral para un evento ENOS en el mes de julio y su valor máximo se alcanzó en noviembre, con 205 unidades.

Desde julio, la nubosidad y las precipitaciones se incrementaron sobre la región central del océano Pacífico, las que en ocasiones se expandieron hacia el Este. Los Alisios se mantuvieron débiles en la mayor parte del año. En correspondencia, el patrón de teleconexión Pacífico Norte América (PNA), representativo de la circulación atmosférica sobre el continente y el golfo de México, desde junio se ha mantenido en valores positivos, lo que implicó un acoplamiento con la evolución del evento ENOS.

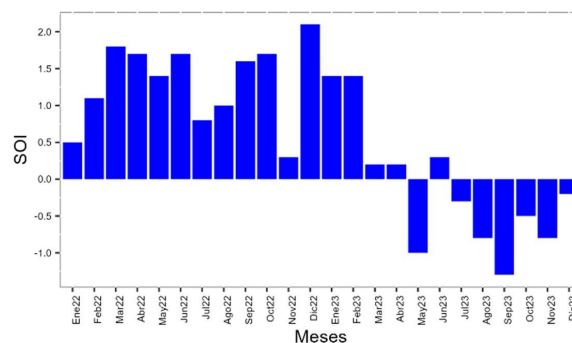


Figura 3. Índice de la Oscilación del Sur (SOI) durante el 2023.

Habitualmente el evento ENOS influye sobre el comportamiento del clima en Cuba con déficit de las precipitaciones en los meses comprendidos entre agosto y octubre, así como temperaturas por encima de sus valores medios históricos. El actual evento se caracterizó por la ocurrencia de déficits de lluvia entre

los meses de julio a octubre, así como por elevadas anomalías de temperatura, que conllevaron a registrar el verano más cálido de nuestro país. A partir de noviembre se incrementaron las precipitaciones, como es usual, ya que la mayor influencia de este evento se produce en el período noviembre - abril.

1.4. Oleaje e inundaciones costeras

- Comportamiento interanual de la altura de la ola en los mares cubanos durante 2023

Las anomalías del valor medio anual de la altura significativa de la ola (Hsig) correspondiente al año 2023, estuvieron por debajo de la norma climática 1991-2020 en todos los mares circundantes a Cuba, con mayor intensidad en el sudeste del golfo de México y en el mar Caribe central (Figura 4 a y b). Este comportamiento estuvo condicionado por los valores de Hsig medidos en los dos primeros trimestres del año, los cuales estuvieron por debajo de lo normal, excepto al sur de las provincias orientales entre enero y marzo (Figura 5 a y b).

En el segundo semestre del año, en correspondencia con la intensificación del evento El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), se observaron incrementos de los valores de Hsig por encima de la norma (Figura 5 c y d.),

coherentes con lo observado por Hidalgo et. al., 2023. Entre julio y septiembre las anomalías positivas se ubicaron al nordeste de las Bahamas como reflejo de la intensificación de la dorsal del Anticiclón Subtropical de las Azores-Bermudas, así como su extensión hacia el mar Caribe. Por su parte, en el último trimestre las anomalías positivas se localizaron en la costa noroccidental de Cuba, producto del incremento de la actividad frontal asociado a la presencia del evento ENOS.

2. Temperatura

El año 2023 ha sido el más cálido en Cuba desde 1951. La temperatura media anual registrada en este año fue la más alta desde 1951 (Figura 6), al alcanzar una anomalía de 1.38 °C por encima de la media histórica del periodo 1961-1990 que es 25. 6 °C. De tal forma, ha desplazado a los años 2019 y 2020, ahora en segundo y tercer lugar, con diferencias de 0.26°C y 0.27°C, respectivamente. Fue un año sumamente caluroso, caracterizado por anomalías positivas (cálidas) superiores a los 0.9 °C en todos los meses del año, principalmente en enero, febrero, julio y agosto.

De igual manera, el verano del presente año 2023 fue muy cálido, el más caluroso desde 1951, con

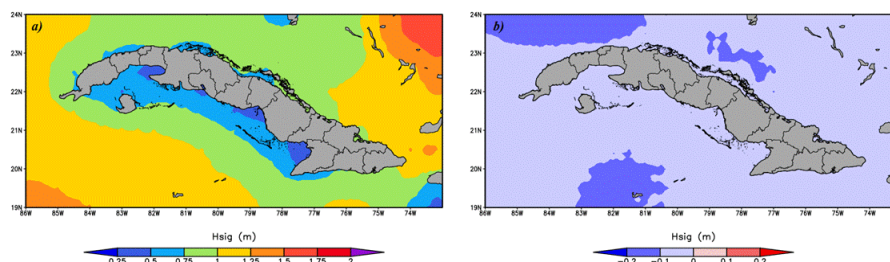


Figura 4. a) Hsig media anual para la norma climática 1991-2020 y b) anomalías anuales de Hsig durante el año 2023 respecto al período 1991-2020.

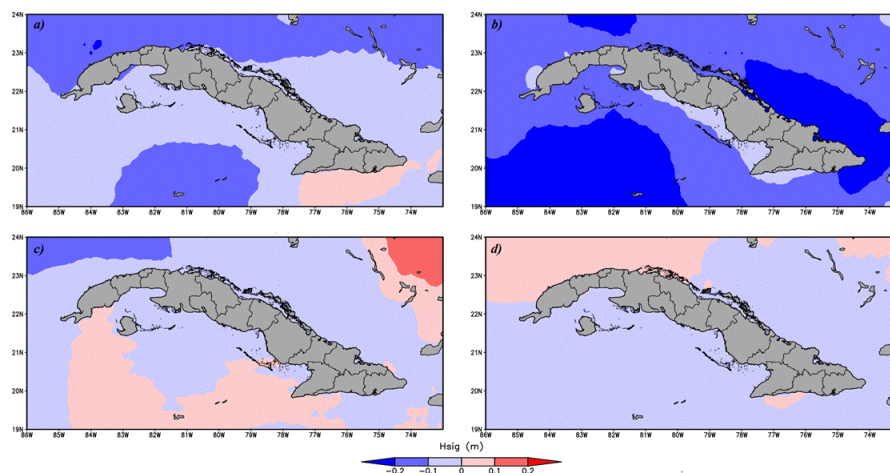


Figura 5. Anomalías de la altura significativa de las olas (Hsig) para los trimestres naturales del año 2023 respecto a la norma climática 1991-2020. a) enero-marzo, b) abril-junio, c) julio-septiembre y d) octubre-diciembre.

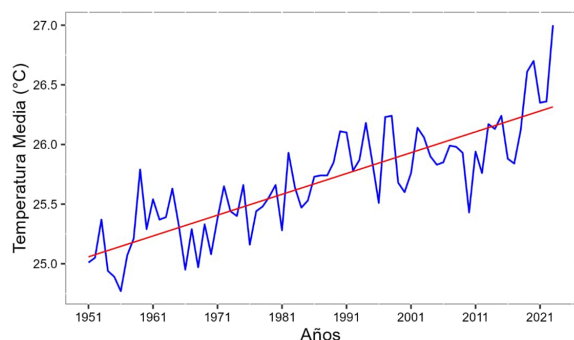


Figura 6. Temperatura media anual en Cuba durante el periodo 1951-2023. La línea roja representa la tendencia lineal.

una temperatura media de 29.25 °C, seguido por el verano del 2019. De acuerdo a los registros de temperatura media mensual de las estaciones de serie larga de nuestro país, se destacan en este periodo los meses de junio y julio que finalizaron como el cuarto y el más cálido del período 1951-2023, respectivamente. A su vez, agosto superó a los meses que lo antecedieron al registrar 29.71 °C, lo que lo hace el mes más cálido de todos los registros mensuales en 73 años.

Muy importante fue el comportamiento de la temperatura máxima. El valor de 39.0 °C reportado el día 22 de julio en Jucarito, provincia Granma, ha sido el más elevado medido en Cuba para un mes de julio y es la quinta vez en los registros que se alcanza esa cifra. Las otras ocasiones en las que los termómetros han quedado a menos de un grado centígrado de la marca de los 40 grados fueron: 39.1 °C en Veguitas, provincia Granma (récord actual del mes de junio), 39.2 °C en Jucarito, provincia Granma, 39.3 °C en Indio Hatuey, Matanzas (récord absoluto provincial) y el valor absoluto nacional de 39.7 °C también en Veguitas. A su vez, en agosto se registró el valor de 38.8 °C el día 7 en Jucarito, provincia Granma; el más elevado medido en el territorio nacional para un mes de agosto, superando el 38.6 °C de Guantánamo en agosto de 1969.

De forma general, en julio se registraron 17 nuevos récords de temperatura máxima, mientras otros dos fueron igualados y en agosto se registraron 23 nuevos récords de dicha variable. Además de los récords registrados, se pudo apreciar que un número relativamente alto de registros de temperatura máxima estuvieron por encima de los 35 °C, e incluso por encima de los 37.0 °C. En el año se registraron 91 récords de temperatura máxima. Sin embargo, solo se registraron 6 récords de temperatura mínima durante el 2023 (Tabla 1).

Este comportamiento de la temperatura en Cuba en el año 2023 se asocia en primer lugar al cambio climático, particularmente al calentamiento global, y al desarrollo del actual evento El Niño - Oscilación del Sur.

Tabla 1. Récords de temperatura mínima absoluta en Cuba en el 2023.

Mes	Estación	Nuevo récord (°C)	Récord anterior (°C)
Enero	Colón	3.2	3.4
	Palenque de Yateras	6.8	7.9
	Manzanillo	9.9	12
	La Jiquima	7.4	8.2
	Guantánamo	9.9	11.2
Octubre	Jovellanos	11.8	12.0

3. Lluvia

En el 2023 los acumulados de lluvia mostraron una vez más su gran variabilidad tanto espacial como temporal. En los dos primeros meses del año, estuvieron por debajo de los valores normales fundamentalmente en febrero. En los siguientes tres meses la situación se invirtió hasta llegar al mes de junio, el segundo mes del periodo lluvioso en Cuba y el de mayor acumulado, que finalizó con lluvias por encima de la norma para el mes. El acumulado promedio de 248.6 mm representó una anomalía estandarizada de 1.28, ocupando junio la 12va posición desde 1961 hasta la fecha. En julio, septiembre y octubre volvieron a estar por debajo de sus valores normales siendo significativo los déficit ocurridos en todo el territorio nacional fundamentalmente en las regiones occidental y oriental (Figura 7).

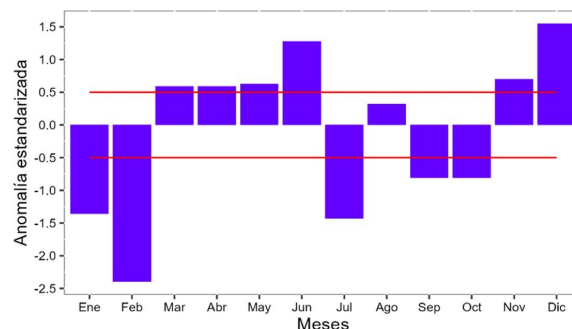


Figura 7. Anomalías estandarizadas de la lluvia en Cuba en el 2023. Las líneas rojas indican anomalías en el rango normal para el mes.

Asociado con el comportamiento en cada uno de los meses del año, el periodo poco lluvioso, que cerró en abril de 2023, finalizó con déficit significativos en los acumulados de la lluvia en general en todo el país. El déficit acumulado promedio superó los 100 mm en las regiones occidental y central, mientras en la oriental llegó a alcanzar los 180 mm, los que clasificaron en la categoría de severo. Las provincias mas afectadas fueron Holguín y Guantánamo en la que los déficit superaron los 200 mm, representando anomalías de -2.58 y -2.68, respectivamente y clasifican en la categoría de déficit extremos.

Por su parte el periodo lluvioso (mayo - octubre 2023), el de mayor aporte a los acumulados anuales en Cuba, cerró con un gran contraste en el comportamiento de la lluvia entre la mitad occidental y oriental del país. En la primera, aproximadamente hasta la provincia de Sancti Spiritus, el periodo culminó con un déficit acumulado promedio de -169.9 mm (anomalía estandarizada de -1.17), por lo que clasifica el periodo en esta región como moderadamente seco. Sin embargo en gran parte de la mitad oriental del territorio la situación fue favorable, el periodo fue en extremo húmedo. Las provincias más favorecidas fueran Camagüey, Granma, Las Tunas y Holguín.

4. Condiciones bioclimáticas¹

El 2023 se caracterizó 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 los meses de enero y febrero llegaron a ser frías en amplias zonas de la

región occidental y en las zonas montañosas de la región oriental del país (Figura 8). En los meses de 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 8).

Las tardes se caracterizaron por el predominio de sensaciones calurosas en la mayor parte del año. Desde febrero hasta noviembre predominaron las sensaciones calurosas en gran parte del territorio nacional, que llegaron a ser muy calurosas desde julio hasta septiembre en prácticamente todo el país. Sin embargo, en enero y diciembre, las tardes resultaron ser confortables predominantemente hacia la mitad occidental del país y calurosas en la mitad oriental del territorio (Figura 9).

En correspondencia con lo anterior se reportaron como promedio 96 días con condiciones de calor intenso² sin la acción del viento (CCI-sin viento), con rachas de hasta 21 días con esta condición. Sin embargo, en algunas estaciones meteorológicas del país, como Punta Lucrecia y Velazco en Holguín, Cabo Cruz en Granma y Punta Maisí en Guantánamo, se reporta-

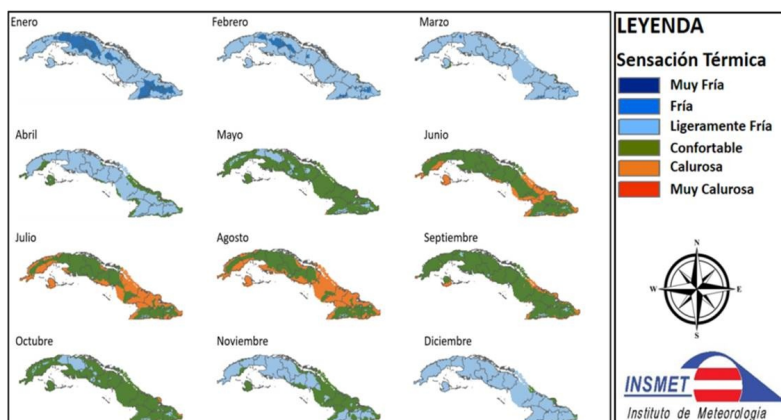


Figura 8. Sensación térmica media a la 7:00 am determinada a partir de la Temperatura Efectiva en 2023.

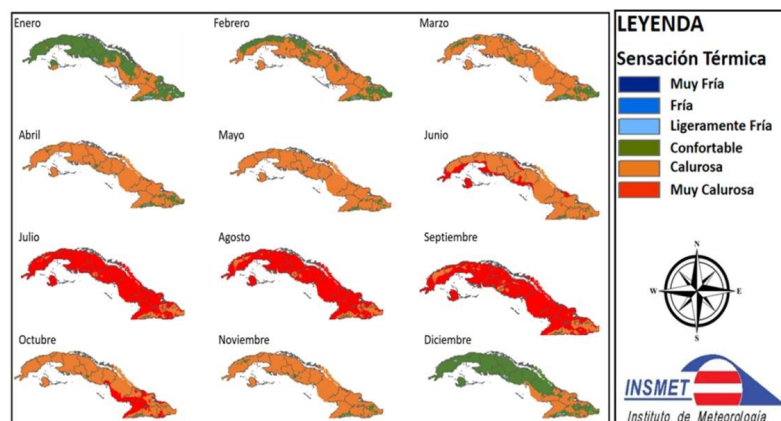


Figura 9. Sensación térmica media a la 1:00 pm determinada a partir de la Temperatura Efectiva en 2023.

¹Se 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 periodos más frío y más cálido del día

ron más de 150 días con esta condición (Figura 10). El efecto del viento, contribuyó a la disminución de la ocurrencia de sensaciones muy calurosas en general en todo el país y por tanto a la reducción en la cantidad de días como promedio con CCI a 69 días.

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 entre 5-10 días como promedio con esta condición (sin la acción del viento) en algunas localidades aisladas del país, las que se incrementaron con la acción del viento. En zonas montañosas como Topes de Collante en Santi Spíritus y la Gran Piedra en Santiago de Cuba, se reportaron 30 y 89 días, respectivamente, con Condición de Frío Intenso. Esto pudo estar asociado a la combinación de bajas temperaturas, humedad relativamente alta y vientos fuertes. En las zonas no muy elevadas solo llegaron a manifestarse hasta 15 días en el año.

5. Fenómenos extremos de fuerte impacto en el 2023

De acuerdo con el informe resumen para responsables de política del IPCC, 2023, el cambio climático inducido por el hombre ya está afectando a muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del mundo. De acuerdo a las evidencias más recientes, estos fenómenos han alcanzado valores nunca antes observados y están aumentando al mismo tiempo que lo hace el calentamiento global. Según el mismo informe, esto ha provocado impactos adversos generalizados. Por lo tanto, se hace cada vez más necesario hacer frente a estos fenómenos y gestionar los riesgos para reducir los daños y las pérdidas asociadas. En este sentido, la comunicación de información de índole científica ayuda a gestionarlos y a los procesos de toma de decisión. En correspondencia con lo anterior, en esta sección se destacan los fenó-

menos extremos de mayor impacto en Cuba durante el 2023.

5.1. 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 durante el año, los indicadores de extremos climáticos derivados de esta variable mostraron valores de interés particularmente en gran parte del periodo lluvioso o verano y en el mes de noviembre (Figura 11). El por ciento de noches cálidas (TN90p) fue el más alto del periodo 1980-2023 en los meses de julio, agosto y noviembre (habitualmente es un mes fresco), en la mayoría de las estaciones de referencia. Se destacan las estaciones meteorológicas de Bahía Honda en la provincia de Artemisa, La Fe en Isla de la Juventud, Casablanca en la Habana, Las Tunas en la provincia de igual nombre y Punta Lucrecia en Holguín, donde al menos en dos de estos meses resultaron los de mayor registro del periodo analizado.

Similarmente, el por ciento de días cálidos (TX90p) reportó cifras récords en gran parte del país durante el año, destacándose los meses de julio y noviembre con más del 50 % de días con esta condición. En julio el valor reportado fue el más alto de la serie en las estaciones de Bahía Honda (90 %), La Fe (70 %), Casablanca (61 %), Caibarién (93 %), Las Tunas (63 %) y en Punta Lucrecia (74 %). Mientras en Jovellanos fue tercero con 64 % (Figura 12). Sobresalen con el mayor registro de la serie en noviembre 2023 las estaciones de La Fe con 56 %, Camagüey con 63 %, Las Tunas con 57 %, Punta Lucrecia con 65 % y Punta de Maisí con el 100 % de días con esta condición. En Bahía Honda y Caibarién constituyó el segundo valor más elevado del periodo de análisis con el 80 y 60 %, respectivamente (Figura 13).

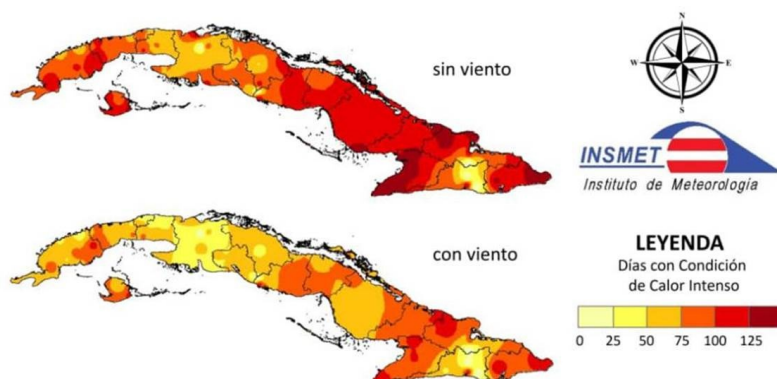


Figura 10. Cantidad de días con Condición de Calor Intenso (CCI) durante el 2023.

²La 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, 2009 y Velásquez, 2020). Se presentan en dos variantes, sin viento CCI_{sv} y con viento CCI_{cv}

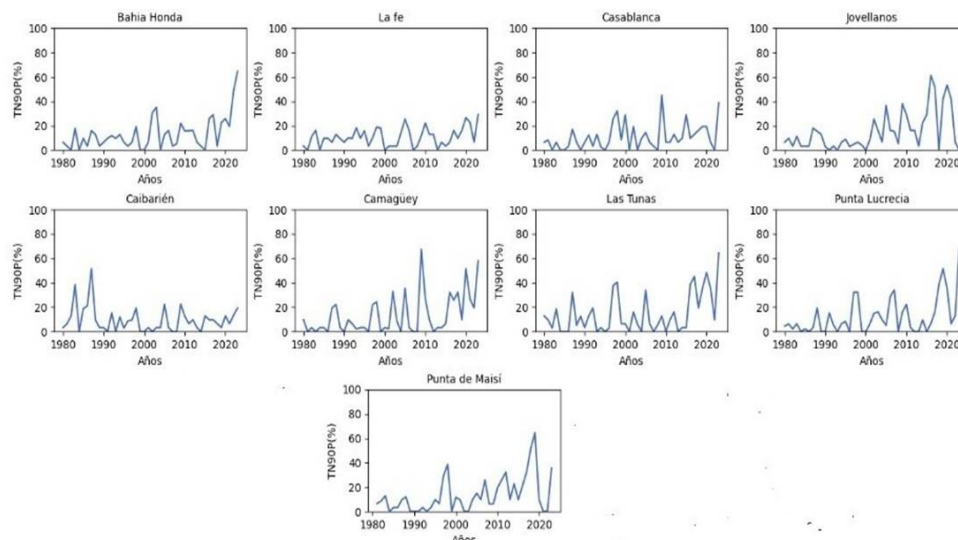


Figura 11. Por ciento de noches cálidas en el mes de noviembre durante el periodo 1980-2023. Norma 1991-2020.

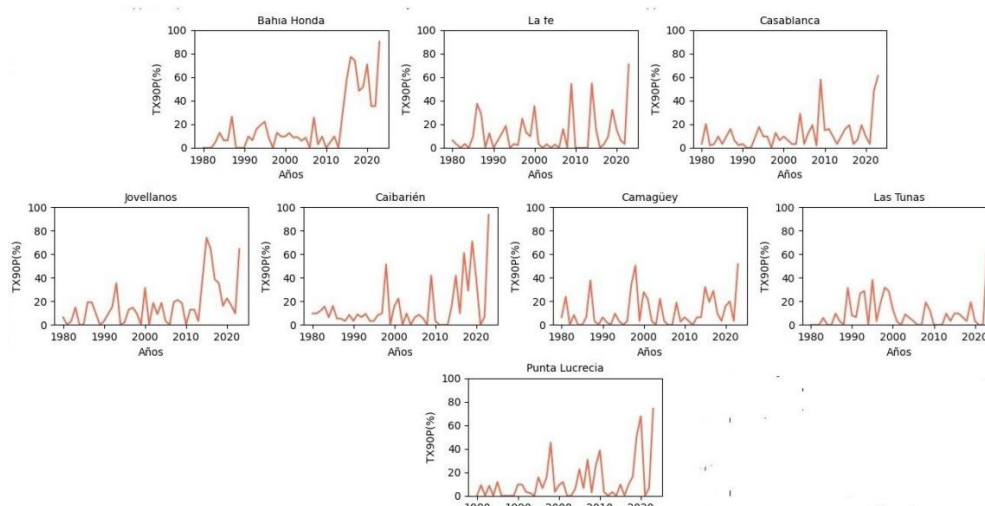


Figura 12. Por ciento de días cálidos en el mes de julio durante el periodo 1980-2023. Norma 1991-2020.

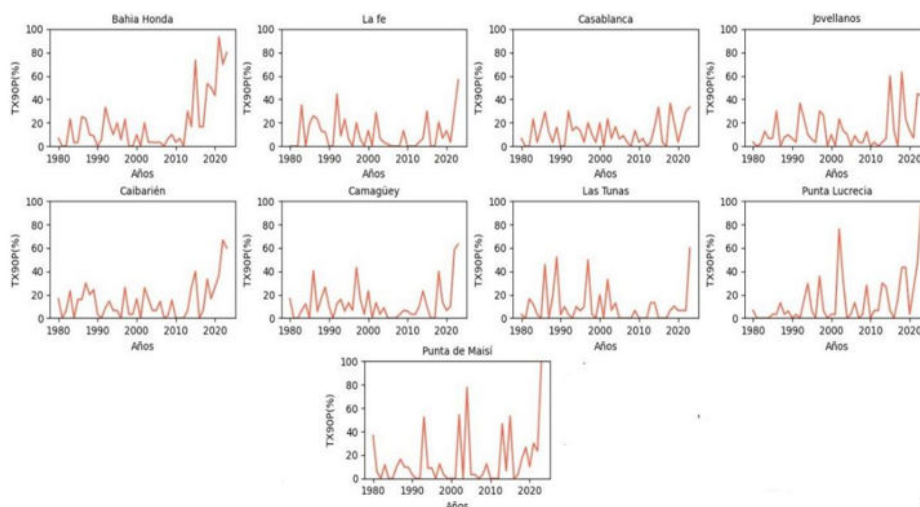


Figura 13. Por ciento de días cálidos en el mes de noviembre durante el periodo 1980-2023. Norma 1991-2020.

Respecto a los indicadores derivados de la lluvia, el año 2023 no se caracterizó por presentar valores de interés. Solo el acumulado máximo en cinco días resultó de interés, en el mes de agosto, con valores entre los siete más altos del periodo analizado en las estaciones de las regiones occidental y central asociados al tránsito del huracán Idalia en fase de Tormenta Tropical por las inmediaciones del país. Este mismo indicador en la estación meteorológica de Caibarién, en la provincia de Villa Clara, reportó el valor más alto del periodo de análisis en el año 2023, con 228 mm en el mes de septiembre.

- Indicadores de extremos climáticos para áreas oceánicas

En este reporte se utilizan dos de los seis índices para la detección de extremos climáticos del clima marino descritos por Morim et al., (2021), por ser los que mejor se ajustan al clima marino cubano (Hidalgo et al., 2023):

- 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).

Estos índices resumen las características fundamentales de las olas oceánicas extremas, por lo que se consideran que tienen una importancia sustancial en el análisis de los cambios en los extremos climáticos, constituyendo un importante paso de avance en el conocimiento científico sobre esta temática en áreas oceánicas.

En las costas cubanas Hsig referida al 90th anual para la norma climática 1991-2020 es superior a un metro, excepto entre el Golfo de Guacanayabo y el Golfo de Batabanó donde la batimetría del fondo marino no permite el desarrollo del oleaje. Los mayores valores de esta variable ocurren en ambas costas de la región oriental con valores que exceden los 1.75 m, en el extremo más oriental del país (Figura 14).

Los dos indicadores de cambio climáticos referidos a Hsig empleados muestran resultados similares (incremento de los eventos extremos de oleaje en todas las costas cubanas). En el caso HsigFD muestra para todas las costas cubanas durante el 2023 que ocurrieron más de ocho eventos de altura de ola extremos, llegando a más de 16 en la costa sur oriental del territorio y en el Golfo de Guacanayabo. Por su parte, HsigCD refleja que la costa noroccidental, así como el sur de Artemisa, Matanzas, Ciego de Ávila y Guantánamo, y el norte Las Tunas ocurrieron más de cuatro eventos de oleaje extremo, o sea que una misma situación sinóptica provocó alturas de las olas por encima de un metro (Hsig por encima del 90th) en al menos dos días consecutivos.

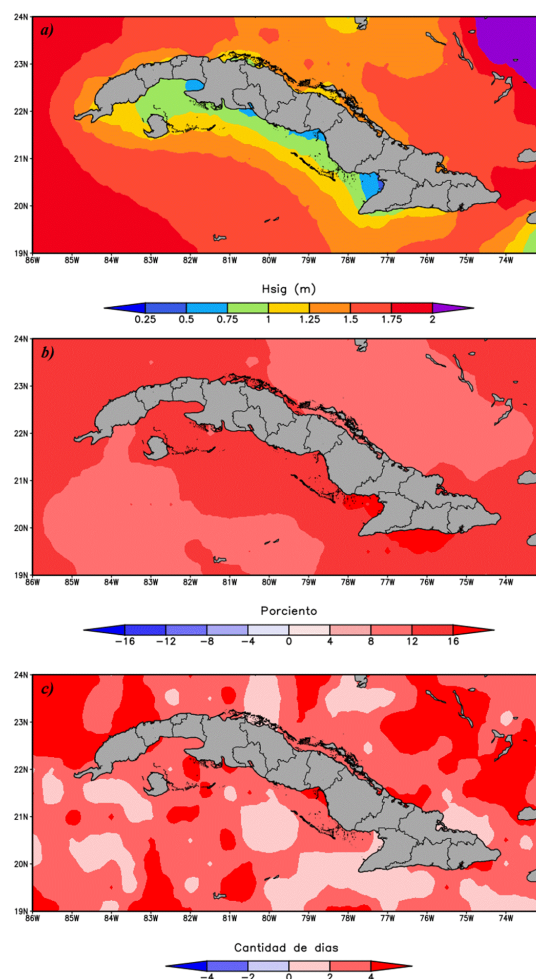


Figura 14. a) Percentil 90th de Hsig anual de acuerdo a la norma climática 1991-2020; en tanto b) y c) representan la frecuencia anual y el número de días consecutivos con Hsig durante el 2023 por encima del percentil 90th del periodo 1991-2020.

- Inundaciones costeras y oleaje asociado al huracán Idalia

Las únicas inundaciones de significación, registradas en Cuba durante 2023, ocurrieron al paso del huracán Idalia (26-31 de agosto), que en su movimiento por las cercanías de Cuba se encontraba en estadio de tormenta tropical y generó inundaciones costeras de ligeras a moderadas al sur de las provincias occidentales (Mayabeque, Artemisa y Pinar del Río). A su salida al golfo de México, aunque se había intensificado, su rápido movimiento hacia las costas de Estados Unidos, no permitió el desarrollo de áreas generadoras de oleaje potente, de manera que en la costa norte de Cuba no ocurrieron inundaciones costeras.

Puesto que Idalia en su trayectoria no tocó tierra cubana, toda la inundación ocurrió por predominio de arrastre del viento, fenómeno reconocido por su nombre en inglés wind setup (Figura 15). En ausencia de mediciones in situ, se utilizaron los métodos de cálculo realizados por Mitrani et al., (2001), considerando el viento del sudeste al sur, con velocidades de 10 m/s,

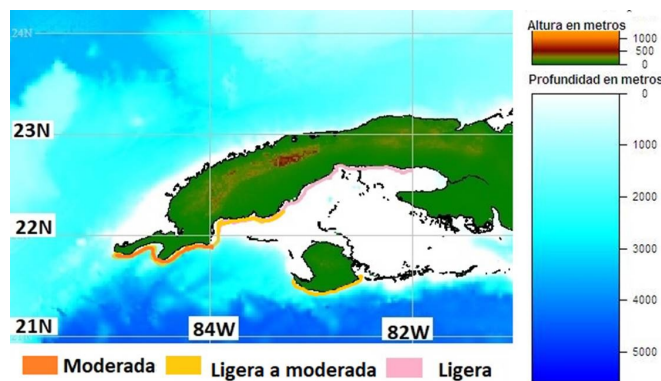


Figura 15. Inundaciones de ligeras a moderadas, al sur de las provincias occidentales por wind setup al paso de Idalia.

15 m/s y 20 m/s y tomando en cuenta las diferencias de batimetría hacia la línea costera. De esta manera, se identificaron como inundaciones ligeras a las menores de 0.5 m y las moderadas hasta 1.0 m. Los resultados se muestran en la siguiente tabla (Tabla 2).

Tabla 2. Sobre elevación del nivel del mar por arrastre del viento (wind setup) al sur de las provincias occidentales.

Velocidad del viento	Sobreelevación del nivel del mar	Clasificación de las inundaciones
10 m/s (40 km/h)	0.2 - 0.5 m	Ligera
15 m/s (55 km/h)	0.5 - 0.6 m	De ligera a moderada
20 m/s (75 km/h)	Hasta 1.0 m	Moderada

Los regímenes de viento y oleaje en los mares adyacentes a Cuba asociados a la tormenta tropical Idalia entre el 28 de agosto a las 18Z y el 29 a las 12Z (Figura 18), evidenció que los mayores valores de ambas variables ocurrieron entre las 2pm y las 8pm del 28 (Figuras 16 a y b.) con valores de velocidad del viento superiores a 75 km/h de componente sur y Hsig por encima de los 5 m.

5.2. Eventos extremos por calor/frío

Eventos extremos por calor

A pesar de que hasta el momento en Cuba no se han identificado episodios de ola de calor, con la intensidad de los ocurridos en otras regiones, se ha producido la aparición o incremento de eventos con características semejantes, con potencial para afectar la salud. La aparición de estos episodios está relacionada con el incremento de la temperatura en Cuba. De esta manera, durante el 2023, en correspondencia con el comportamiento de la temperatura a lo largo del año, fundamentalmente en el verano, se produjeron tres eventos extremos por calor³ similares a una ola de calor y varios días cálidos (Figura 17).

Lo más significativo ocurrió durante el mes de agosto en el que la temperatura media diaria alcanzó cifras superiores a los 28.0 °C en 27 días. Los días 7 y 8 fueron los más cálidos, con temperaturas medias diarias de 30.17 °C y 30.51 °C, respectivamente. Se registraron 23 nuevos récords de temperatura máxima. En correspondencia se presentaron 3 eventos extremos cálidos y un día cálido. El primer evento

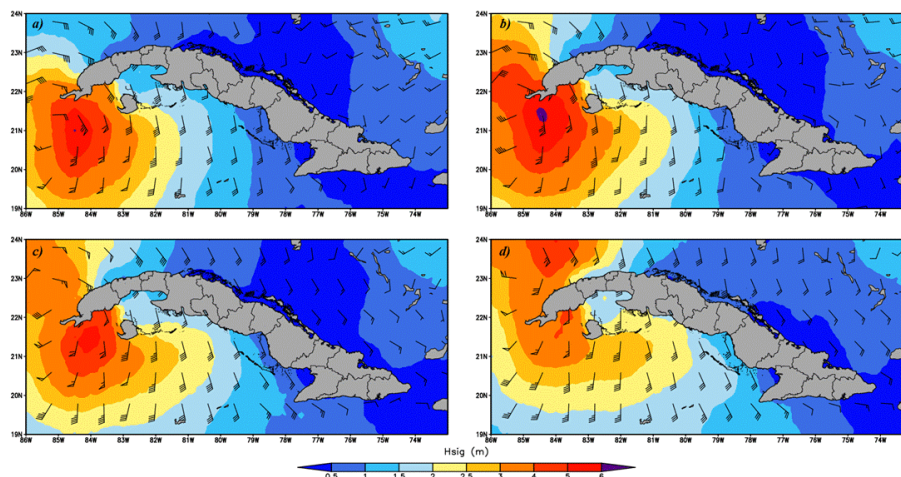


Figura 16. Velocidad y dirección del viento (barbas) en km/h y Hsig (m) en las costas cubanas al paso del huracán Idalia los días 28 y 29 de agosto de 2023. a) 28.ago.2023-18Z, b) 29.ago.2023-00Z, c) 29.ago.2023-06Z y d) 29.ago.2023-12Z.

³Evento extremo por calor: Ocurrencia de 3 o más “días cálidos” consecutivos (el 10 % de las estaciones cumplen con esa condición)

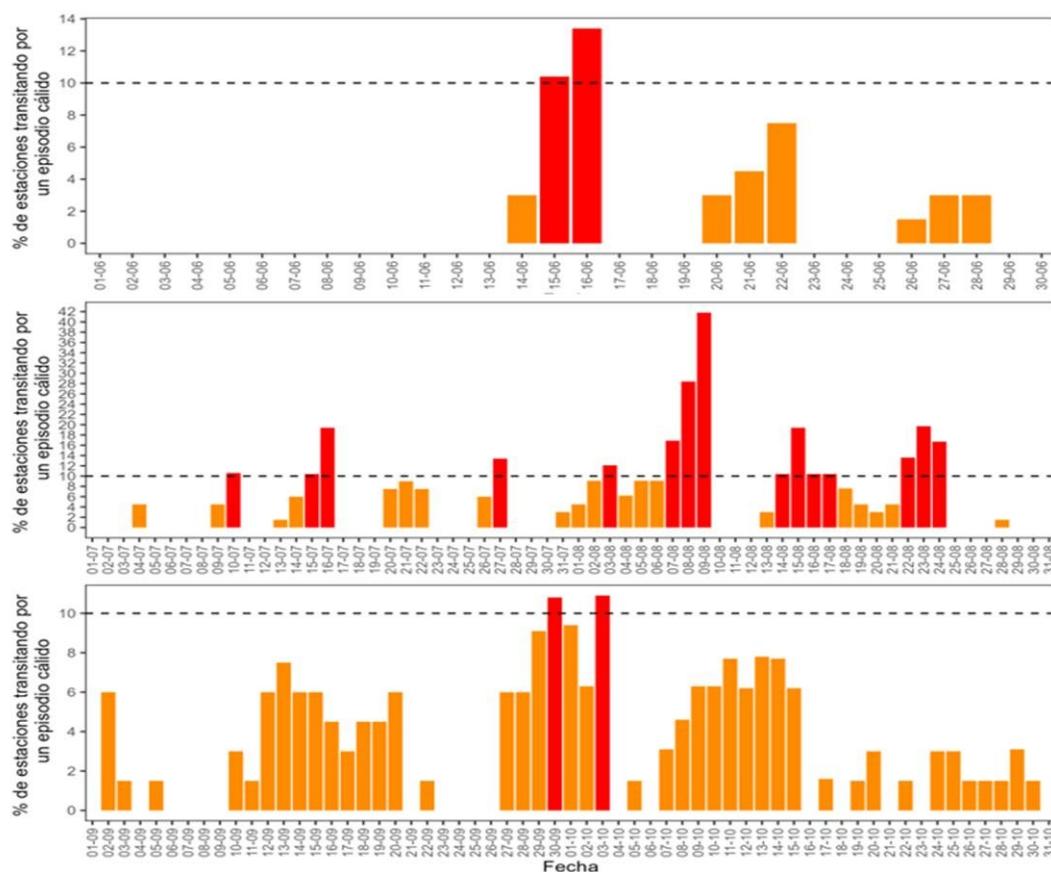


Figura 17. Porcentaje de estaciones meteorológicas de Cuba transitando por un episodio cálido según la variante 2. En rojo cuando superan el 10%. Se presentaron tres eventos extremos por calor en el mes de agosto, además de varios días cálidos: dos en junio, cuatro en julio, uno en agosto y dos de septiembre.

comenzó el día 7 de agosto con una duración de tres días alcanzando su máxima intensidad el día 9 con una cobertura espacial significativa, pues estuvieron involucradas entre un 16 % y un 41 % de las estaciones del país. El segundo evento ocurrió del 14 al 17, siendo este el de mayor duración durante todo el 2023, alcanzando el día 15 un 19.4 % de estaciones transitando por un periodo cálido. El último fue del 22 al 24 de agosto aunque solo con una cobertura espacial del 13 al 16 % de estaciones. Estos extremos se produjeron fundamentalmente bajo la influencia de las altas presiones oceánicas, que generaron un flujo del segundo cuadrante en superficie y niveles bajos (Figura 18).

5.2.2 Eventos extremos por frío

A pesar de las elevadas temperaturas durante el 2023, se reportaron algunos días fríos de interés, aunque sin que se llegara a manifestar un episodio o evento extremo. En los meses que forman parte de las dos temporadas invernales del 2023, se produjeron

dos días fríos para la variante 3⁴. En enero, clasificaron como días fríos el 16 y 17, asociados al paso del frente frío del 13 de enero, donde se reportaron madrugadas frías y notablemente frías entre el 14 y el 19, pero fundamentalmente los días 15, 16 y 17. En 21 estaciones meteorológicas se registraron valores de temperatura mínima entre 7 y 10 °C el día 15; el 16 las temperaturas en la madrugada descendieron por debajo de los 10 °C en 40 estaciones meteorológicas, de las cuales en 8 las temperaturas fueron iguales o inferiores a 5 °C y durante la madrugada del día 17, 25 estaciones meteorológicas reportaron valores inferiores a 10 °C, (BVC, 01.2023). Además, resultó interesante la ocurrencia de varios días con presencia de “periodos fríos” en noviembre y diciembre, aunque afectaron menos del 10 % de las estaciones del país.

5.3. Sequía meteorológica y agrícola

• Sequía Meteorológica

La presencia de déficits moderados y severos en los acumulados de las lluvias en los dos primeros

⁴Evento Extremo por Frío - Variante 3: presencia de 3 o más días consecutivos con CFLv (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 CFLv para la región oriental, mientras que en estaciones montañosas se define por 6 o más días consecutivos (Barcia S, et. al., 2019 y 2020).

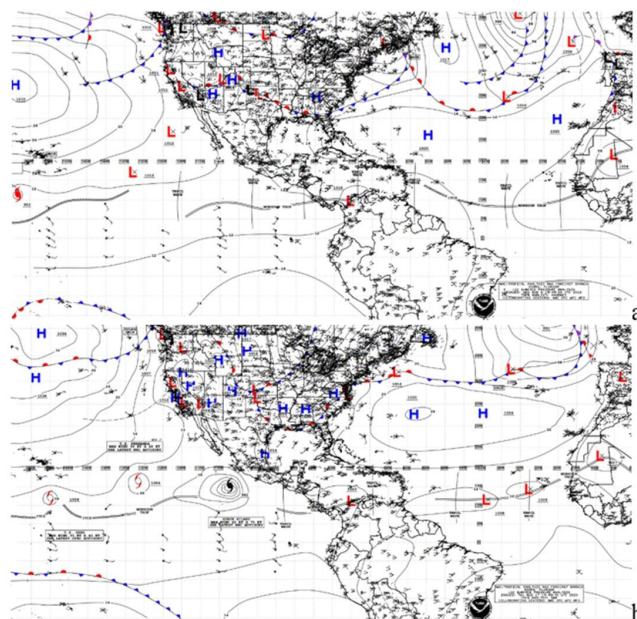


Figura 18. Mapa sinóptico de superficie del 9/08/2023 (a) y 17/08/2023 (b) (12 UTC). La dorsal anticiclónica oceánica subtropical extendida hasta el golfo de México, donde posee un centro secundario de altas presiones.

meses del año, trajo como consecuencia que al cierre del trimestre diciembre 2022-febrero 2023, se incrementaran las áreas afectadas con sequía moderada y severa, con relación al trimestre noviembre 2022 a enero 2023 (Figura 19). El incremento llegó a alcanzar cifras por encima del 50 % en algunas zonas del país (Figura 20). Este incremento unido al comportamiento de la lluvia en el trimestre febrero-abril 2023 contribuyó a que al cierre del periodo poco lluvioso (noviembre 2022 - abril 2023), el 65 % del territorio nacional presentara afectación por sequía meteorológica (Figura 21). De ellos el 14 % en la categoría severa-extrema, el 21 % moderada y el 30 % débil. Las provincias con la mayor presencia de este evento fueron: Pinar del Río, Artemisa, La Habana, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Las Tunas, Holguín y Guantánamo. De los 168 municipios con que cuenta el país, 75 presentaron sequía de moderada a extrema en más del 25 % de sus áreas.

En el periodo lluvioso, por el contrario disminuyeron las áreas afectadas con sequía en todas sus categorías. En esta ocasión solo el 34 % del territorio nacional presentó sequía meteorológica, por los acumulados de lluvias ocurridos fundamentalmente en la región oriental del país durante los meses de mayo y

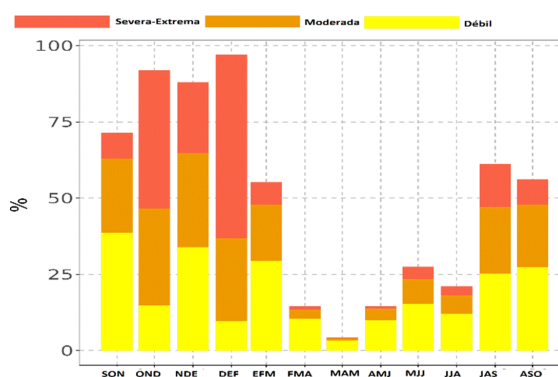


Figura 19. Marcha trimestral de áreas afectadas con déficits en los acumulados de la lluvia en Cuba durante el periodo noviembre 2021 - enero 2022 a octubre - diciembre 2022. Expresado en %.

junio. De ellos el 9 % en la categoría severa-extrema, el 10 % moderada y el 15 % débil. Las regiones occidental y central fueron las más afectadas y dentro de ellas las provincias Artemisa, La Habana, Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos y Sancti Spiritus (Figura 25). El mayor por ciento de áreas con sequía moderada y extrema se produjo en los trimestres julio - septiembre y agosto - octubre 2023 (Figura 22).

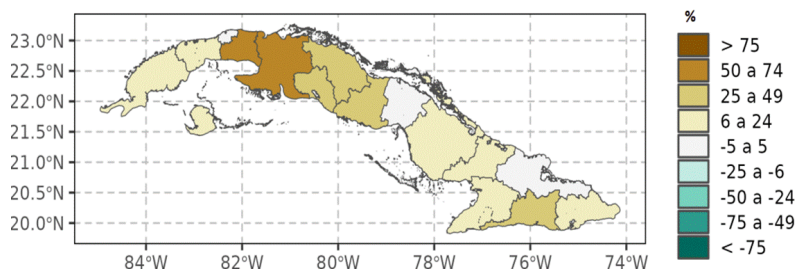


Figura 20. AUMENTO/REDUCCIÓN del área afectada por déficit M+S, expresado en por ciento.

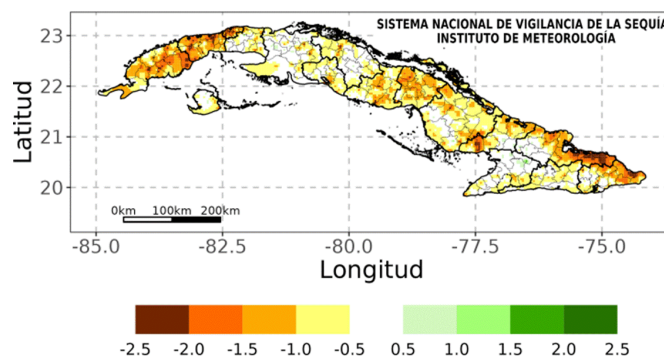


Figura 21. Acumulados de las lluvias en el periodo poco lluvioso, expresados según el SPI. Norma: 1991-2020.

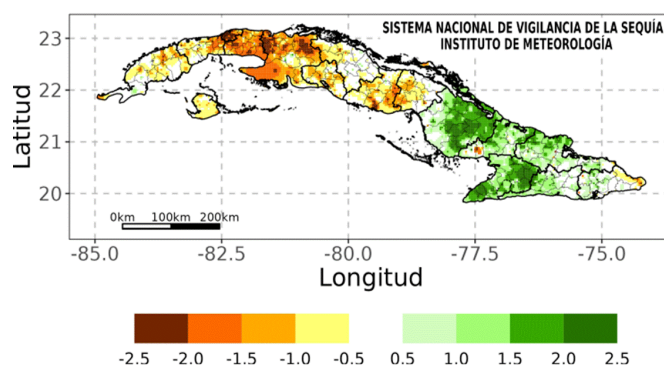


Figura 22. Acumulados de las lluvias en el periodo lluvioso, expresados según el SPI. Norma: 1991-2020.

De esta manera, el año natural enero - diciembre de 2023, culminó con el 30% del territorio nacional afectado con sequía meteorológica. La región occidental fue la más afectada, por la persistencia de déficit en los acumulados de las lluvias en los diferentes periodos estacionales. De ahí que las provincias con la mayor presencia de áreas con sequía en la categoría de moderada a extrema fueron: Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y Sancti Spiritus. Un total de 54 municipios presentaron afectación por sequía de moderada a extrema en más del 25 % de sus áreas.

- Sequía agrícola

El periodo poco lluvioso noviembre 2022 - abril 2023 presentó afectación por sequía agrícola por encima de la media histórica. De las 18 decenas que comprenden el periodo 14 de ellas estuvieron afectadas por sequía agrícola por encima de su comportamiento histórico, lo cual se refleja en los valores del índice que relaciona el estado de la sequía con el área que ocupa (Figura 23). Desde el punto de vista espacial, las provincias con mayor afectación por categoría de “establecimiento de la sequía agrícola” por encima de lo normal fueron: Pinar del Río, Artemisa, La Habana, Mayabeque, Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo, así como el municipio especial Isla de la Juventud. Sin embargo, el periodo lluvioso (mayo a octubre de 2023) presentó un com-

portamiento normal, debido a la presencia de solo las dos decenas de inicio de mayo con presencia de la categoría de “establecimiento de la sequía agrícola” contra dos decenas esperadas del comportamiento normal.

- Severidad de la sequía agrícola

A partir de diciembre del 2022 y hasta inicios de mayo del 2023, la sequía que afectó el país se clasificó en la categoría de media o alta, por el incremento de las áreas con presencia de “sequía agrícola establecida”. De ahí que fuera necesario decretar la fase de Inicio sequía °2 (persisten áreas mayores al 66% de extensión superficial con severidad media o alta). Sin embargo a mediados del mismo mes de mayo, por la no presencia de áreas entre 33 % y 66 % de extensión superficial con severidad media o alta, se decretó la fase de Fin de sequía °2. En el resto del año por el predominio de la no presencia o poca extensión superficial (menos del 33 % del territorio) de afectación por sequía agrícola permitió decretar y mantener los avisos de “No sequía agrícola”.

En la región occidental se decretó fase Inicio sequía °1 en la segunda decena de noviembre de 2022 y el Inicio sequía °2 en la segunda de diciembre de 2022, severidad que se mantuvo hasta la primera de junio de 2023. En la región oriental se decretó fase de Inicio sequía °1 en la primera decena de julio, la que finalizó en la primera decena de octubre, es decir en esta región el periodo lluvioso fue afectado con este nivel de severidad.

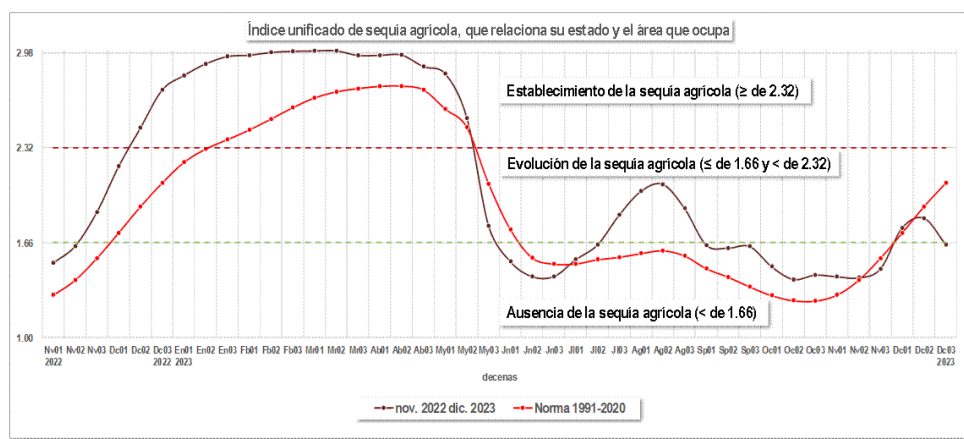


Figura 23. Índice unificado de sequía agrícola para Cuba, que relaciona su estado y el área que ocupa.

En resumen, atendiendo a los valores del índice unificado, el periodo poco lluvioso resultó el segundo con mayor afectación para todo el país analizando la serie histórica de sequía agrícola desde 1974; el periodo lluvioso ocupó la séptima posición y el año culminó en la cuarta posición, lo que clasifica el año 2023 como mayormente seco con respecto a lo normal.

- Ciclones Tropicales⁵

Durante el transcurso del año 2023 se originaron 20 organismos ciclónicos tropicales (1 depresión tropical, 12 tormentas tropicales y 7 huracanes) en la porción norte de la cuenca atlántica. De los siete huracanes, tres se intensificaron hasta convertirse en huracán de gran intensidad (Franklin, Idalia y Lee). De ellos solo Lee alcanzó la categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, convirtiéndose en el más fuerte de la temporada, con vientos máximos sostenidos de 270 km/h y una presión central de 926 hPa.

La temporada ciclónica del 2023 clasificó más activa que lo normal por el alto número de tormentas tropicales formadas y por la Energía Ciclónica Acumulada (indicador que mide la intensidad y la duración de las tormentas tropicales y huracanes). Este indicador fue superior en un 20 % a su valor medio de 30 años (1991-2020). No obstante, la formación de siete huracanes se corresponde con un comportamiento normal.

Lo más significativo para el archipiélago cubano fue la afectación al territorio del **Huracán Idalia**, en su fase de tormenta tropical (**Figura 24**). Este sistema estuvo transitando por las inmediaciones del extremo más occidental del país a finales del mes de agosto con rachas que llegaron a alcanzar los 100 Km/h en algunas localidades de la región occidental del país. A medida que se alejaba el territorio nacional, continuó ganando en organización e intensificándose rápidamente en aguas del golfo de México. Alcanzó la categoría de huracán con vientos máximos sostenidos

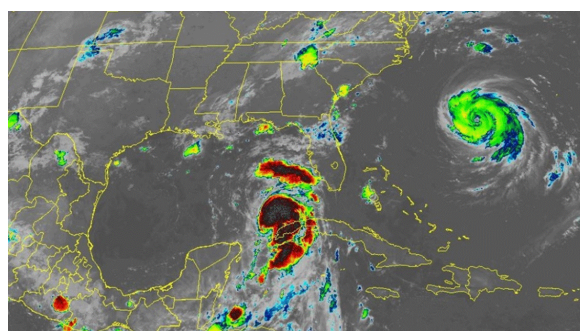


Figura 24. Imagen del satélite del 29/08/2023. Tomada de Cubadebate

de 215 km/h, convirtiéndose en un huracán categoría 4 en la escala Saffir-Simpson, con una presión central de 942 hPa.

Las principales afectaciones del huracán Idalia a su paso por el territorio cubano fueron las lluvias fuertes y localmente intensas registradas sobre el municipio especial Isla de la Juventud, Pinar del Río y Artemisa, así como en La Habana, Mayabeque y parte de la región central de Cuba, por las bandas de alimentación más externas y a un flujo cálido del sudeste al sur en combinación con la inestabilidad vespertina y los factores locales.

El mayor acumulado en 24 horas fue de 227.6 mm, reportado el día 28 en el Tele-Correo El Colony, en el municipio especial Isla de la Juventud, seguido por 223 mm medidos el mismo día en el Acueducto Mantua, Pinar del Río. Por otra parte, el viento máximo registrado fue de 98 km/h el día 28 en Cabo de San Antonio, con dos rachas máximas de 128 km/h a las 8:21 p.m. y las 9:11 p.m. respectivamente. Otra racha de 133 km/h fue reportada también por la estación meteorológica de Casablanca, pero asociada a las áreas de turbonadas embebidas en las bandas del sistema. La provincia más afectada fue Pinar del Río.

⁵Un resumen ampliado de todos los organismos formados en el 2023 se expondrá en el resumen de la temporada ciclónica 2023.

CONCLUSIONES PRINCIPALES

ENOS: Prevalcieron las condiciones características de un evento el Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en el Pacífico ecuatorial, alcanzando la categoría de un ENOS fuerte. Para Cuba la presencia de este evento influyó en la ocurrencia de déficit de lluvias entre los meses de julio a octubre, así como elevadas anomalías de temperatura, que conllevaron a registrar el verano más cálido de nuestro país. A partir de noviembre se incrementaron las precipitaciones, como es usual, siendo la mayor influencia de este evento en el periodo noviembre - abril.

Oleaje e inundaciones costeras: Las anomalías del valor medio anual de la altura significativa de la ola en el 2023, estuvieron por debajo de sus valores normales en todos los mares circundantes a Cuba, fundamentalmente en el sudeste del golfo de México y en el mar Caribe central donde alcanzó su mayor intensidad.

Con la intensificación del evento El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), en el segundo semestre del año, se produjeron incrementos de los valores de Hsig por encima de la norma en todo el país. Así mismo, en el último trimestre producto del incremento de la actividad frontal asociado a la presencia del evento ENOS las anomalías positivas se localizaron en la costa noroccidental de Cuba.

Temperatura: El año 2023 fue sumamente caluroso para Cuba; siendo el más cálido en desde 1951. La temperatura media anual registrada en este año ha sido la más alta desde 1951, al alcanzar una anomalía de 1.38 °C por encima de la media histórica del periodo 1961-1990 de 25.6 °C. De tal forma, ha desplazado a los años 2019 y 2020, ahora en segundo y tercer lugar, con diferencias de 0.26°C y 0.27°C, respectivamente. De igual manera, el verano del año 2023 fue muy cálido, el más caluroso desde 1951, con una temperatura media de 29.25 °C, seguido por el verano del 2019.

En correspondencia con el comportamiento de la temperatura durante el 2023, fundamentalmente en el verano, se produjeron eventos extremos por calor similares a una de calor y varios días cálidos. Así mismo, el comportamiento de los indicadores de extremos climáticos térmicos están indicando que el clima de Cuba se está haciendo cada vez cálido con predominio durante todo el año de días y noches cálidas, temperaturas mínimas elevadas y reducción significativa del por ciento de noches frías.

Lluvia: Los acumulados de precipitación en Cuba durante el año, se caracterizaron una vez más por su gran variabilidad tanto espacial como temporal. Lo más relevante fue el comportamiento por debajo de sus valores normales en el periodo poco lluvioso del año y el gran contraste en el comportamiento de la lluvia entre la mitad occidental y oriental del país. Déficit moderados en la mitad occidental y acumulados por encima de la norma en la oriental.

Evento extremos: Entre los eventos extremos más sobresalientes del año para Cuba destacan la ocurrencia de tres episodios y varios días cálidos durante el verano, la afectación de sequía meteorológica y agri-

cola y la afectación directa del huracán Idalia a la región occidental del país.

REFERENCIAS

- Barcia-Sardiñas, S.; Otero-Martín, M.; Hernández-González, D.; Gómez-Díaz, D. & Gómez-Camacho, L. 2019. *Comportamiento temporal y espacial de las sensaciones térmicas en Cuba en el periodo 1981-2010*. (ser. Proyecto: Efectos meteorotrópicos peligrosos asociados a las sensaciones térmicas extremas en Cuba.), Informe de Resultado Científico, no. 2, Instituto de Meteorología, 64 p.
- 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 meteorotrópicos peligrosos sobre la población vulnerable*. (ser. Proyecto: Efectos meteorotrópicos peligrosos asociados a las sensaciones térmicas extremas en Cuba.), Informe de Resultado Científico, no. 3, Instituto de Meteorología, 76 p.
- Cangialosi, J., P., y Alaka, L. (2024). *HURRICANE IDALIA (AL102023)* (p. 47). Miami, USA: National Hurricane Center. Available https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL102023_Idalia.pdf (Consulted, Feb. 15, 2024)
- Guevara, A. V.; Santana, M.; León, A.; Paz, L. R. & Campos, A. 2009. "Las condiciones de calor intenso (CCI) como indicador de extremos bioclimáticos en la Habana, Cuba". *Territorium*, (16): 37-48, ISSN: 1647-7723, 0872-8941, DOI: [10.14195/1647-7723_16_4](https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_4).
- 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.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: [10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001](https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001)
- 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>
- OMM, Organización Meteorológica Mundial, 2017: "Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas (OMM-Nº 1203)", Ginebra, Suiza.
- Velázquez-Zaldívar, B.; Guevara-Velazco, A. V.; Hernández-González, D. & Armas-Forteza, O. 2020. "La Condición de Frío Intenso: nuevo indicador de extremos bioclimáticos por frío para Cuba". *Revista Cubana de Meteorología*, 26(sp): 11, ISSN: 2664-0880.

- Dra. Cecilia Fonseca Rivera. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17.
- Lic. Anabel García Hernández. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: anabel.garcia@insmet.cu.
- 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.
- Lic. Daisladys Gómez de la Maza Santana. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: daisladys.gomez@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.
- 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.
- 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
- 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.
- 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.
- 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.
- MSc. Axel Hidalgo Mayo. Centro Meteorológico Provincial de Holguín, Cuba. E-mail: axel.hidalgo@hlg.insmet.cu.
- 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.
- 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. Eileen González Fragueta. Instituto de Meteorología, Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba, Apdo. 17032, C.P. 11700, Habana 17. E-mail: eyleen.gonzalez@insmet.cu.