



Revista Cubana de Meteorología

ISSN: 2664-0880

Instituto de Meteorología

Fonseca Rivera, Cecilia; Hernández González, Dunia; Gil Reyes, Laura; González García, Idelmis T.; Cutié Cancino, Virgen; Martínez Álvarez, Marilee; Barcia Sardiñas, Sinaí; Pérez Suárez, Ramón; Valderá Figueredo, Nathalí; Vázquez Montenegro, Ransés; Hernández González, Marcelino; Velázquez Záldivar, Beatriz; Cruz Estopiñán, Elisa; González, Eileen

Estado del Clima en Cuba 2021. Resumen ampliado

Revista Cubana de Meteorología, vol. 28, núm. 1, e10, 2022, Enero-Marzo

Instituto de Meteorología

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=701977555009>

- 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 2021. Resumen ampliado



State of the climate in Cuba 2021. Extended summary

CU-ID: 2377/v28n1e10

¹Cecilia Fonseca Rivera^{1*}, ²Dunia Hernández González¹, ³Laura Gil Reyes¹, ⁴Idelmis T. González García¹,
⁵Virgen Cutié Cancino¹, ⁶Marilee Martínez Álvarez¹, ⁷Sinaí Barcia Sardiñas², ⁸Ramón Pérez Suárez¹,
⁹Nathali Valderá Figueredo¹, ¹⁰Ransés Vázquez Montenegro¹, ¹¹Marcelino Hernández González³,
¹²Beatriz Velázquez Záldivar¹, ¹³Elisa Cruz Estopiñán³, ¹⁴Eileen González¹

¹Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

²Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

³Instituto de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba

RESUMEN: En el presente informe se realiza una descripción del estado del clima en Cuba durante el año 2021, a partir del análisis del comportamiento de determinados indicadores y variables climáticas, así como de algunos factores que regulan la variabilidad del clima en Cuba y en la región. Estos indicadores proporcionan la información más relevante con relación a las variaciones que se produjeron en el clima en el pasado año. La temperatura media anual fue la tercera más alta desde 1951, al alcanzar un valor que superó a la media histórica del período 1961-1990 en 0.86 °C. En correspondencia, se reportaron 23 nuevos récords de temperatura máxima. La influencia del evento La Niña 2021-2022 se reflejó en la activa temporada ciclónica 2021. No obstante, los acumulados anuales de lluvia estuvieron por debajo de la media histórica en casi todo el país, lo cual se reflejó con la ocurrencia de sequía meteorológica y agrícola.

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

ABSTRACT: This report presents a description of the state of the climate in Cuba during 2021, based on the analysis of climate indices and variable behavior, as well as some factors that regulate the climate variability in Cuba and the region. These indices provide the most relevant information in relation to last year's climate variations. The annual mean temperature was the third highest since 1951, reaching a value of 0.86°C above the historical average for the period 1961-1990. Correspondingly, 23 maximum temperature records were broken. The La Niña 2021-2022 event influenced the active hurricane season 2021. The annual accumulated rainfall was below the historical average in almost the entire country, which led to meteorological and agricultural drought.

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

INDICADORES MÁS RELEVANTES QUE REFLEJAN EL ESTADO DEL CLIMA EN CUBA

1. Condiciones Oceánicas-Atmosféricas

1.1. Circulación atmosférica

Al igual que en años anteriores, la circulación atmosférica en los niveles medios y altos de la troposfera, mostró un movimiento de los patrones sinópticos, más al norte que lo usual. Ello concuerda con el desplazamiento hacia los polos de las fronteras de la zona tropical, lo que repercute en una extensión latitudinal de la celda de Hadley hacia latitudes más altas en el caso del hemisferio norte (Alfaro-Sánchez et al., 2018). También se mantuvo la manifestación de procesos circulatorios atípicos en varios meses del año, lo que pudiera indicar un desplazamiento de los patrones de circulación de un mes a otro.

En el período poco lluvioso del 2021 las mayores anomalías de la presión a nivel medio del mar estuvieron asociadas a la posición e intensidad del anticiclón subtropical del Atlántico Norte, a las altas presiones continentales migratorias y a los valores de las presiones en la zona de la vaguada frontal. Las altas presiones subtropicales se localizaron más al este-nordeste sobre el Atlántico oriental y con una presión central mayor, en comparación con la norma climatológica para esta época del año. Como consecuencia, la dorsal anticiclónica se extendió al oeste sobre el Atlántico, a lo largo de los 30°N aproximadamente. Las altas presiones migratorias se ubicaron sobre la península de la Florida, más al sudeste que lo usual. Asimismo, se mostró una vaguada atípica sobre el Atlántico oriental, extendida desde la baja de Islandia. Además, la vaguada frontal estuvo más débil que lo usual (Figura 1).

*Autor para correspondencia: Cecilia Fonseca Rivera. Email: cecilia.fonseca@insmet.cu

Recibido: 24/02/2022

Aceptado: 01/03/2022

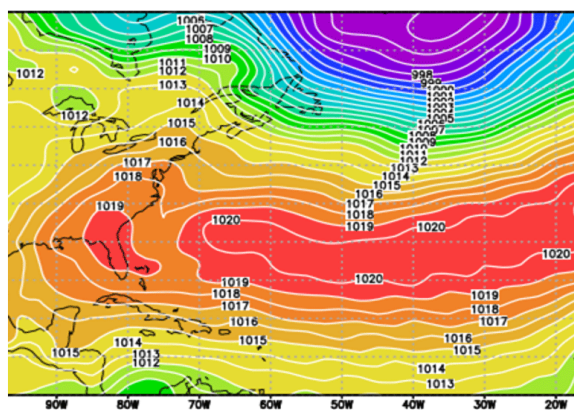


Figura 1. Presión a nivel medio del mar correspondiente al periodo poco lluvioso 2022¹

Sobre Cuba y el noroeste del mar Caribe las presiones a nivel medio del mar estuvieron por encima de sus valores normales debido al desplazamiento al Sur de las altas presiones migratorias. En la troposfera media y alta se evidenció una expansión hacia el norte del cinturón de las altas presiones subtropicales con la presencia de una dorsal poco usual sobre el este de los Estados Unidos, en lugar de la zona de la vaguada polar. Lo anterior estuvo en correspondencia con la existencia de un centro de alto valor de geopotencial localizado sobre el noroeste del Caribe y México. La vaguada que sustenta la baja de Islandia en la troposfera media se apreció muy debilitada por debajo de los 40°N mientras que apenas se distinguió en el nivel de 200 hPa. Las anomalías de geopotencial fueron positivas sobre todo el Caribe, el Golfo de México y los Estados Unidos, así como sobre Cuba y mares adyacentes. En comparación con el período poco lluvioso del año 2020, durante el 2021 se intensificó la circulación anticiclónica sobre Centroamérica y el Caribe en la troposfera superior. Por otra parte, la vaguada polar mostró una estructura mucho más débil que lo normal.

Durante el periodo lluvioso (mayo a octubre) las mayores anomalías en la presión a nivel medio del mar estuvieron relacionadas con la mayor influencia de las altas presiones subtropicales, principalmente sobre el Atlántico occidental. El anticiclón subtropical del Atlántico Norte se localizó cerca de su posición climatológica, con un valor de presión central superior a lo normal. Sin embargo, su influencia se extendió sobre la porción oriental de los Estados Unidos, pero con anomalías positivas de la presión. En la troposfera media, se manifestó la expansión hacia el norte del cinturón de altas presiones subtropicales con una celda de alto valor de geopotencial extendida sobre México y el Golfo de México. La Vaguada Tropical Troposférica Superior (TUTT) se mostró más distendida que lo usual; sin embargo, en las inmediaciones de las Bahamas y el Caribe, se observó una vaguada con una anomalía de circulación ciclónica en su seno. En general, las alturas del geopotencial se mostraron más elevadas que lo usual sobre Cuba y mares adyacentes.

1.2. El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

Desde septiembre de 2020 hasta marzo de 2021, el área de las anomalías negativas (frías) de la temperatura superficial del mar (TSM) más intensas se extendió desde el Este hacia el centro del océano Pacífico ecuatorial, lo cual caracterizó la ocurrencia del evento La Niña - Oscilación del Sur (AENOS) 2020 - 2021. A partir de abril y hasta julio del 2021 la TSM retornó a sus valores normales sobre la mayor parte del océano Pacífico ecuatorial. Sin embargo, en agosto se inició un nuevo y ligero sobreenfriamiento, que se intensificó bruscamente a finales de septiembre y durante octubre, hasta alcanzar las condiciones propias de un evento AENOS (Figura 2).

Las anomalías negativas de la temperatura superficial y subsuperficial del mar en el océano Pacífico central y oriental continuaron intensificándose durante noviembre y diciembre, hasta alcanzar valores propios de un evento AENOS moderado. Los indicadores atmosféricos se intensificaron gradualmente, de forma simultánea con el sobreenfriamiento del mar y el reforzamiento de los Alisios en la mayor parte del océano Pacífico ecuatorial. El Índice de Oscilación del Sur se mantuvo con altos valores positivos hasta febrero 2021, para reintensificarse a partir de julio, con valores coherentes con el desarrollo del nuevo evento AENOS. Por su parte, el Índice Multivariado del ENOS reaccionó rápidamente a los cambios que se producían en el océano y en la atmósfera, caracterizando desde septiembre el inicio del desarrollo del actual evento AENOS. Al finalizar diciembre el evento alcanzó lo que pudiera ser su máxima intensidad y se prevé, con una alta probabilidad, que perdure hasta mayo del 2022.

1.3. Frentes Fríos³

La actividad frontal resultó menos activa que lo normal. Un total de 15 frentes fríos afectaron a Cuba en el año. Según la fuerza de los vientos, tres de ellos se catalogaron como moderados y el resto de los sistemas fueron débiles. Por otro lado, de acuerdo al giro de los vientos, 11 fueron de tipo clásico y cuatro revésinos. El 60 % de las zonas frontales afectaron en el trimestre enero-marzo y el máximo absoluto fue en enero con cuatro frentes fríos. En abril, octubre y diciembre solamente se reportó un sistema.

1.4. El nivel medio del mar en Cuba⁴

La variabilidad estacional del nivel medio del mar relativo (NMM-R) en los meses del año 2021 presentó valores más elevados que el Ciclo Anual Medio (CAM⁵) (Figura 3). En el mes de octubre ocurrió la máxima desviación del NMM-R con respecto al CAM resultando de 29.82 cm y en enero la mínima desviación anual de 19.42 cm. El valor medio mensual más alto ocurrió en octubre con 43.28 cm.

Lo anteriormente expuesto está en correspondencia con el ascenso del NMM-R a largo plazo en Cuba, según los registros de la estación Siboney (Figura 4). En el 2021 el valor medio anual resultó igual a 29.79 cm, algo menor que el reportado en el año 2020 (Fonseca et al., 2021). La variabilidad interanual del NMM-R en Siboney permite inferir que ha ocurrido una tendencia general al aumento del nivel medio del mar hasta el 2021, aunque no de forma sostenida, a pesar de la interrupción de las mediciones durante meses o años completos entre 2005 y 2017. Los valores medios anuales hasta el año 2000 apenas sobrepasaron los 15 cm mientras que en los últimos cinco años (2017-2021) todos superaron los 10 cm, notándose un aumento generalizado desde el 2004 hasta el 2021.

La sobreelevación de los valores medios mensuales y el aumento generalizado del nivel medio del mar hasta el 2021 pueden estar dando lugar a mayores presiones sobre los ecosistemas costeros y la población local (Hernández et al., 2014) y, en consecuencia, al reforzamiento de procesos tales como:

- Aumento del retroceso de la línea de costa e incremento gradual de las áreas sumergidas a expensas de las emergidas.
- Aumento de la intrusión marina.
- Aumento de los efectos de las inundaciones costeras.
- Mayor exposición de edificaciones y viales costeros y un consecuente aumento de la necesidad de más inversiones en infraestructuras de protección costera o relocalización de la población local.

2. Comportamiento de la temperatura⁶

La temperatura media anual de Cuba fue la tercera más alta desde 1951, al alcanzar un valor de 0.86 °C por encima de la media histórica del período 1961-1990, que es de 25.5 °C. Fue un año sumamente caluroso, caracterizado por anomalías positivas (cálidas) en todos los meses del año, excepto en noviembre. Las mayores anomalías se registraron en los meses de junio y febrero. Predominaron los meses con un comportamiento por encima de lo normal. Los meses de febrero a junio, octubre y diciembre rebasaron el 90 percentil; enero, julio, agosto y septiembre estuvieron entre el 70 y 90 percentil y solamente noviembre mostró valores en la norma (entre el 30 y 70 percentil). De tal forma, el año contribuyó a acentuar la tendencia al incremento de la temperatura media en Cuba (Figura 5).

La temperatura en la tropósfera durante el 2021 se caracterizó por un fuerte calentamiento que predominó principalmente en la tropósfera superficial, baja y media (excepto noviembre). En algunos meses (febrero, abril, mayo, julio y agosto), este comportamiento se extendió hasta la tropósfera alta, mientras que, en enero, marzo, junio, septiembre, octubre e incluso no-

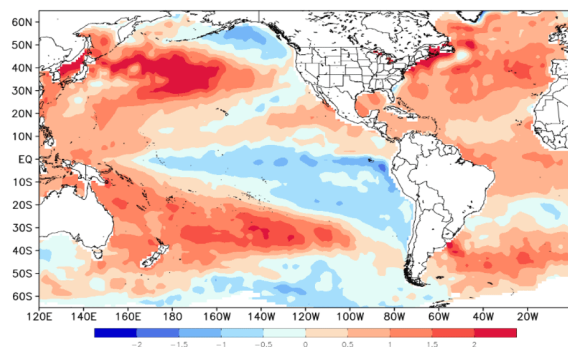


Figura 2. Anomalías de la temperatura superficial del mar de octubre a diciembre de 2021²

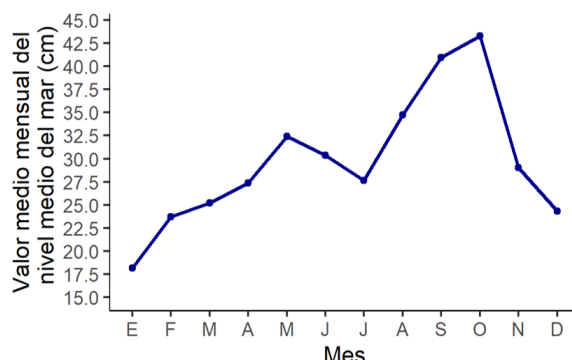


Figura 3. Ciclo Anual Medio del Nivel Medio del Mar Relativo en la estación Siboney en 2021, referido al cero geodésico

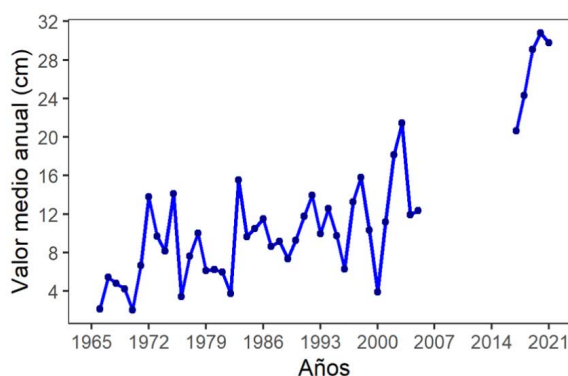


Figura 4. Variabilidad interanual del nivel medio del mar relativo en la estación Siboney

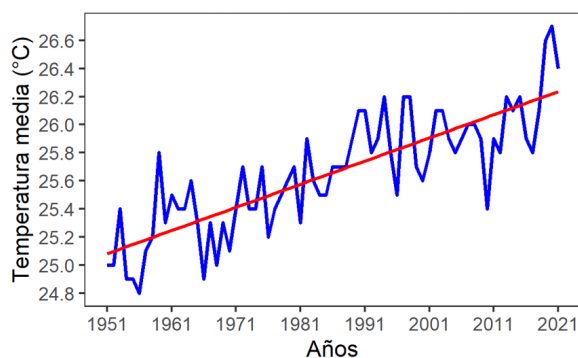


Figura 5. Temperatura media anual en Cuba durante el período 1951-2021. En rojo la tendencia

viembre ocurrieron algunas anomalías negativas de interés en la tropósfera alta y media.

En correspondencia con el comportamiento de la temperatura, se reportaron 23 récords de temperatura máxima y cuatro de temperatura mínima durante el año (Tabla 1). El mes más significativo fue febrero, con seis nuevos récords de temperatura máxima y tres de temperatura mínima. Además, resaltaron los meses de mayo y diciembre, con cinco y cuatro nuevos récords de temperatura máxima, respectivamente.

De manera general, las anomalías estandarizadas de las temperaturas media, máxima y mínima, se mantuvieron durante todo el año en los rangos normal a por encima de lo normal en la mayor parte del país. Los meses más significativos fueron febrero y junio, en los que predominaron anomalías por encima, muy por encima y en extremo por encima de la norma en todo el país. Por el contrario, el mes de noviembre destacó por el predominio de anomalías estandarizadas en los rangos normal a por debajo de lo normal e incluso en extremo por debajo en algunas localidades del país (Figura 6).

3. Condiciones bioclimáticas

El 2021 se caracterizó por el predominio de anomalías positivas de la temperatura efectiva (TE) y temperatura efectiva equivalente (TEE) en todo el país. El comportamiento de la TE y TEE en el mes de mayo resultó de interés pues estuvo por encima de la norma en casi todo el territorio nacional. Además, las provincias con mayores anomalías positivas fueron Holguín, Guantánamo y Camagüey.

En los meses del período poco lluvioso las anomalías estuvieron ligeramente por encima de la norma en las regiones occidental y central, mientras que en la región oriental los valores estuvieron por encima de sus rangos normales. Por su parte, predominaron sensaciones térmicas ligeramente frías en horas de la mañana (Figura 7). Las tardes de enero a marzo, noviembre y diciembre se caracterizaron por el registro de sensaciones térmicas confortables y calurosas, con la presencia de esta última en un gran por ciento del país en febrero, marzo y diciembre. Abril se caracterizó por sensaciones calurosas en prácticamente todo

Tabla 1. Récords de temperatura máxima y mínima en 2021

Variable	Mes	Estación	Nuevo récord (°C)	Récord anterior (°C)	Variable	Mes	Estación	Nuevo récord (°C)	Récord anterior (°C)
Temperatura máxima	Febrero	Casablanca	34	33	Temperatura máxima	Septiembre	Trinidad	35.4	35.2
		Santa Clara	33.5	33.4			Gran Piedra	29	28.4
		Trinidad	33.5	33.2			Bahía Honda	35.6	34.9
		Ciego de Ávila	34.3	34.2		Octubre	Gran Piedra	28.5	27.8
		Valle de Caujerí	33.6	33.1			Cayo Coco	32.8	32.4
		Santiago de Cuba	35.2	34.9		Noviembre	San Juan y Martínez	32.8	32.4
	Abril	Cayo Coco	36.3	36.1			Valle Caujerí	33.7	32.5
		Güira de Melena	35.6	35.4		Diciembre	Jucarito	35	34.8
		Jovellanos	37.2	36.8			Melena del Sur	33.6	32.3
		Jagüey Grande	37	36.8			La Jiquima	8.2	8.6
Temperatura mínima	Mayo	Melena de Sur	35.9	35.4	Temperatura mínima	Febrero	Veguitas	8.8	9.5
		El Jíbaro	36.7	36.4			Velasco	8.6	9.5
		Punta del Este	34.5	33.5			Manzanillo	15	15.2
	Agosto	Punta del Este	34.4	34.3		Noviembre			

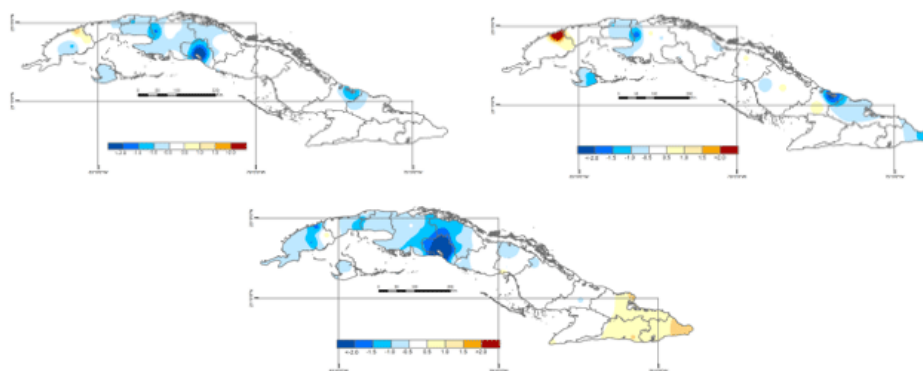


Figura 6. Anomalías estandarizadas de las temperaturas media (superior izq.), mínima (superior der.) y máxima (inferior centro) del mes de noviembre de 2021. Norma climatológica referida al período 1971-2000.

el territorio, incluso en las zonas montañosas, donde por lo general predominan sensaciones confortables (Figura 8).

Durante el periodo lluvioso las mayores anomalías se ubicaron hacia la mitad oriental con valores muy por encima de la norma en algunas de sus provincias. A las 7:00 am predominaron las sensaciones confortables, excepto en octubre, cuando además se manifestaron sensaciones ligeramente frías, principalmente en la mitad centro-occidental y en zonas montañosas. En los meses de junio a agosto se manifestaron sensaciones calurosas en algunas áreas, principalmente en zonas costeras del norte del país (Figura 7). En las tardes se manifestaron sensaciones calurosas, las que alternaron con muy calurosas desde junio hasta octubre (Figura 8).

En correspondencia con lo anterior, se reportaron en el año 80 días con Condición de Calor Intenso sin viento (CCIsv) como promedio y, de ellos, 47 fueron de CCIsv de la categoría 1 (sensación térmica confortable en la mañana y muy calurosa en la tarde), muy común en Cuba. Sin embargo, en algunas estaciones como Punta del Este en la Isla de la Juventud, Varadero en Matanzas, Punta Lucrecia en Holguín y Punta Maisí en Guantánamo, se reportaron más de 160 días

con esta condición (Figura 9). El efecto del viento disminuyó la ocurrencia de sensaciones muy calurosas y, por tanto, una reducción en la cantidad de días con CCI.

Por su parte, los días con Condición de Frío Intenso sin viento (Figura 9) fueron poco frecuentes en el año y la mayor cantidad de días con esta condición se registraron en la mitad occidental y en las zonas montañosas del oriente del país. Sin embargo, al considerar el efecto del viento, la cantidad de días con la condición de frío intenso aumenta en todo el territorio nacional, sobre todo las áreas con más de 4 días en el año. Se destacan las estaciones montañosas de Topes de Collantes en Sancti Spíritus y La Gran Piedra en Santiago de Cuba, donde se reportaron 51 y 174 días con esta condición, respectivamente

4. Comportamiento de la lluvia

Los acumulados anuales de precipitación estuvieron por debajo de la media histórica en casi todo el país. Las provincias de la región central fueron las que reportaron el déficit más significativo, fundamentalmente Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey (Figura 10). Aunque el comportamiento a largo plazo

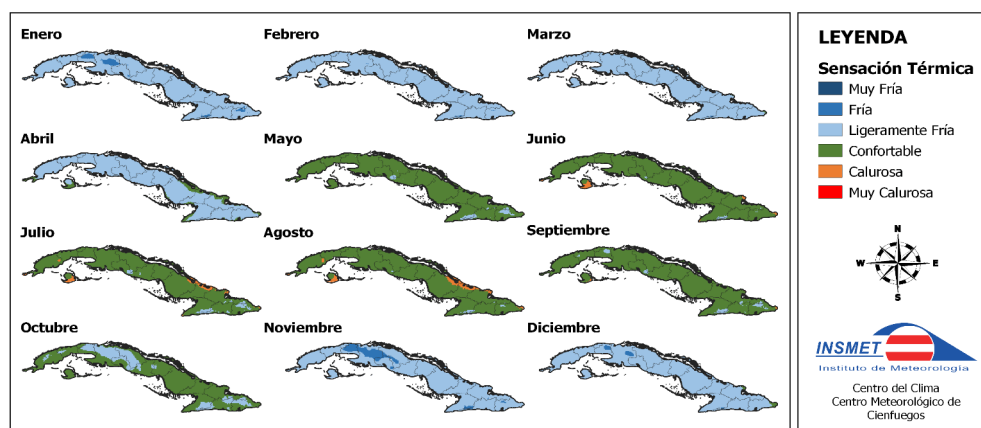


Figura 7. Sensación térmica media determinada a partir de la Temperatura efectiva (TE) a la 7:00 am durante el 2021

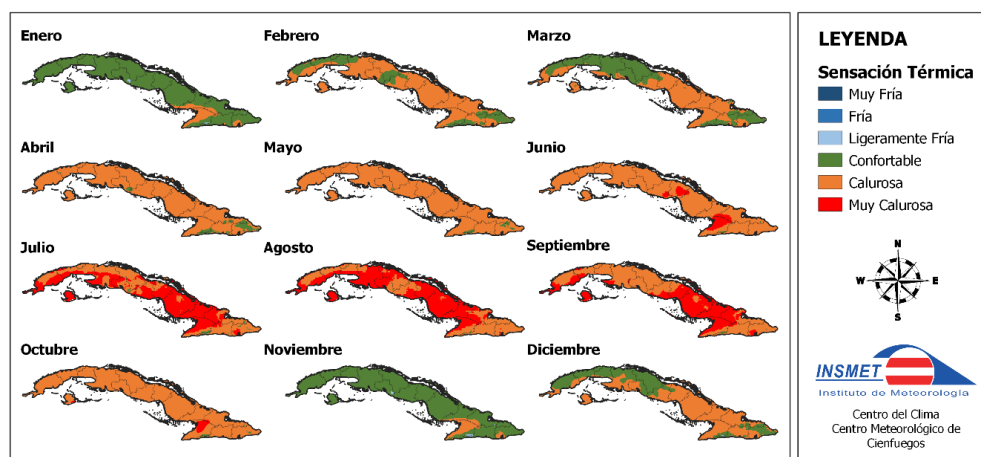


Figura 8. Sensación térmica media determinada a partir de la Temperatura efectiva (TE) a la 1:00 pm durante el 2021

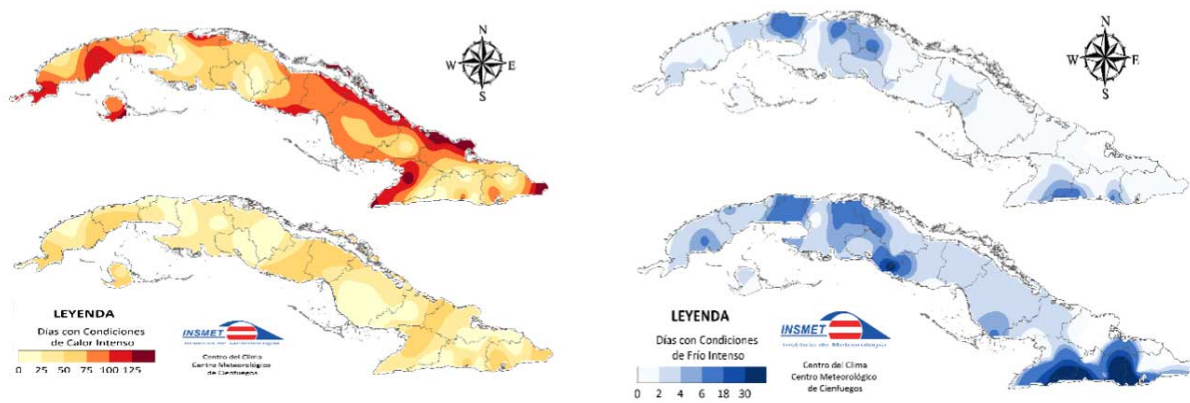


Figura 9. Cantidad de días con Condición de Calor Intenso (izquierda) y Cantidad de días con Condición de Frío Intenso (derecha) durante el 2021 en sus dos variante sin viento (arriba) y con viento (abajo)

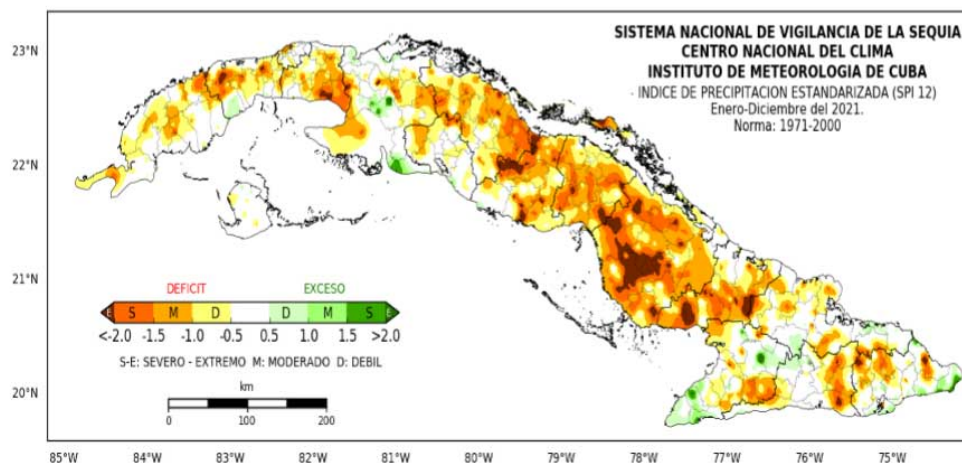


Figura 10. Precipitación anual expresada según el SPI. Norma 1971-2000

no ha sido homogéneo en todo el territorio, en general el 2021 fue el más seco de los últimos 10 años y el tercero de los últimos 20. En las provincias antes referidas fue el más seco de los últimos 10 años.

Como característica más relevante del año 2021 se destaca el comportamiento de los acumulados de lluvia durante los primeros meses del año (Figura 11). De enero a abril los acumulados de lluvia estuvieron por debajo de la norma en todo el país. En enero solo se reportaron 13.9 mm como promedio, lo que representó una anomalía estandarizada de -1.66. De manera tal, el primer mes del año constituyó el tercero más seco desde 1961. Las regiones menos favorecidas fueron centro y oriente, en las que solo se reportaron 7.9 mm y 14.5 mm, respectivamente. Estas cifras, que representan anomalías estandarizadas de -1.65 para ambas regiones, hacen que los acumulados para el mes constituyan el quinto y tercer enero más secos de los registros. En febrero, aunque estuvieron también por debajo de la norma, lo más significativo fue el déficit ocurrido en la región oriental. Para esta región febrero constituyó el más seco de los registros con una anomalía de -2.35, que clasifica en la categoría de severo.

Los meses de marzo y abril también estuvieron caracterizados por déficit en los acumulados. En marzo las regiones menos favorecidas fueron la occidental y central con déficit en la categoría de extremos y moderados. Mientras en abril se clasificaron en la categoría de déficit moderado para las regiones occidental y oriental y de débil para la central. Este comportamiento en los primeros meses del año, trajo como consecuencia la configuración de un evento de sequía de corto periodo que llegó a afectar gran parte del territorio nacional.

En el periodo lluvioso los meses de junio, julio y agosto fueron los más favorecidos, al reportar acumulados por encima de la media histórica de cada mes. El resto de los meses de este periodo estuvieron en la norma o ligeramente por debajo. En correspondencia el periodo lluvioso, en el que se acumula el mayor por ciento del acumulado anual, cerró con un promedio de 918.2 mm, lo que representa una anomalía estandarizada de -0.31 clasificada como normal. No obstante, para las provincias de Camagüey y Las Tunas el periodo lluvioso fue el segundo más seco desde 1961 hasta la fecha. Por su parte, los dos últimos meses del año, estuvieron en el rango considerado como normal en todo el país.

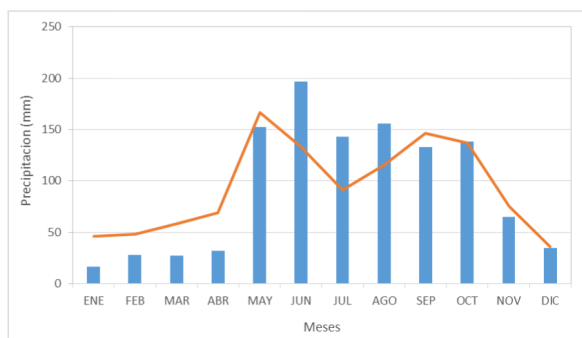


Figura 11. Marcha anual de la precipitación en Cuba. Línea roja representa la media del período 1971-2000

En términos generales, el 2021 se caracterizó por acumulados de lluvia en el rango considerado normal, a pesar de los déficits en los primeros meses del año.

5. Fenómenos extremos de fuerte impacto en el 2021

5.1. Indicadores de extremos climáticos

El por ciento de días cálidos (TX90p) fue de los ocho más altos del período 1980-2021 en diez de las doce estaciones de referencia. De tal forma, constituyó el segundo año de mayores por cientos en las estaciones de Cabo de San Antonio y Camagüey (Figura 12). Dentro del año sobresalieron los meses de febrero y septiembre. En febrero dicho indicador resultó el más alto de los últimos 42 años en las estaciones meteorológicas de Cabo de San Antonio (36%), Casablanca (36%), Caibarién (39%) y Las Tunas (39%). En el resto de las estaciones de referencia, excepto en La Fe y Punta de Maisí, estuvo entre los cinco más altos del período de análisis. En septiembre, en Punta del Este fue el más alto de los registros con 81 % y en el mes de diciembre también fue récord en La Fe con 57% de días con estas características.

El por ciento de noches cálidas (TN90p) tuvo un comportamiento similar a TX90p, constituyendo el de más altos por cientos en la estación de Cabo de San Antonio (Figura 13). Los meses con resultados más relevantes fueron febrero, julio y agosto. En febrero, el indicador presentó altos valores en la mayoría de las estaciones de referencia; en Bahía Honda (48%), Jovellanos (43%) y El Yabú (43%) ocuparon la primera posición de la serie 1980-2021. En julio, las estaciones Bahía Honda y La Fe con 45 % y 22 % respectivamente, ocuparon la tercera posición de la serie. En el mes de agosto, en la estación Punta del Este fue el más alto de los registros, el 39% de los días presentaron esta condición. En Camagüey y en Las Tunas ocuparon el segundo lugar con 45% y 53%, respectivamente; mientras en Cabo de San Antonio (39%), Bahía Honda (39%) y Jovellanos (60%) alcanzó la tercera posición de la serie. En El Yabú y en Caibarién los reportes se correspondieron con el lugar siete de la serie analizada.

Los indicadores derivados de la lluvia mostraron resultados significativos en algunos meses para el máximo acumulado de lluvia en un día (Rx1day) y en cinco días consecutivos (Rx5day). En julio, Rx5day fue récord en la estación Las Tunas con 142 mm, y el segundo más alto en Jovellanos, Matanzas. Por otro lado, en Punta del Este y Caibarién resultó el quinto registro más alto con 132.9 mm y 127 mm, respectivamente (Figura 14). En general, esto fue reflejo de la afectación directa al país de la Tormenta Tropical Elsa. El indicador Rx1day resultó récord para el mes de agosto en la estación de Bahía Honda con 157.1 mm y fue el tercero más alto en Punta de Maisí (Figura 15).

En resumen, los indicadores de extremos climáticos más relevantes durante el año fueron los relacionados con la temperatura, aunque algunos indicadores derivados de la lluvia también mostraron resultados de interés.

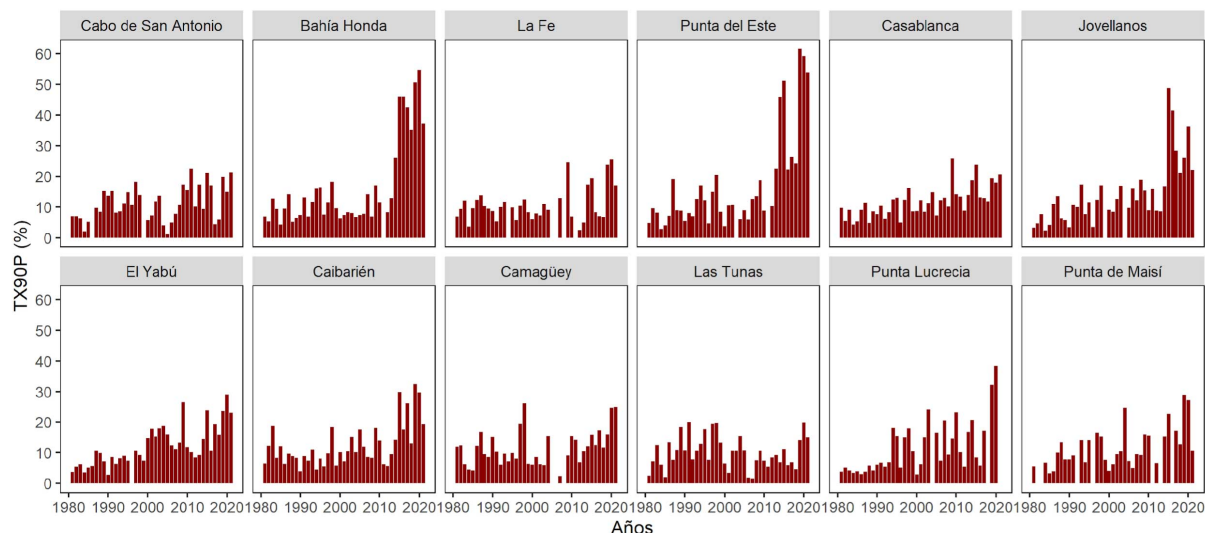


Figura 12. Marcha multianual del porcentaje de días cálidos (TX90p) en estaciones de referencias de Cuba

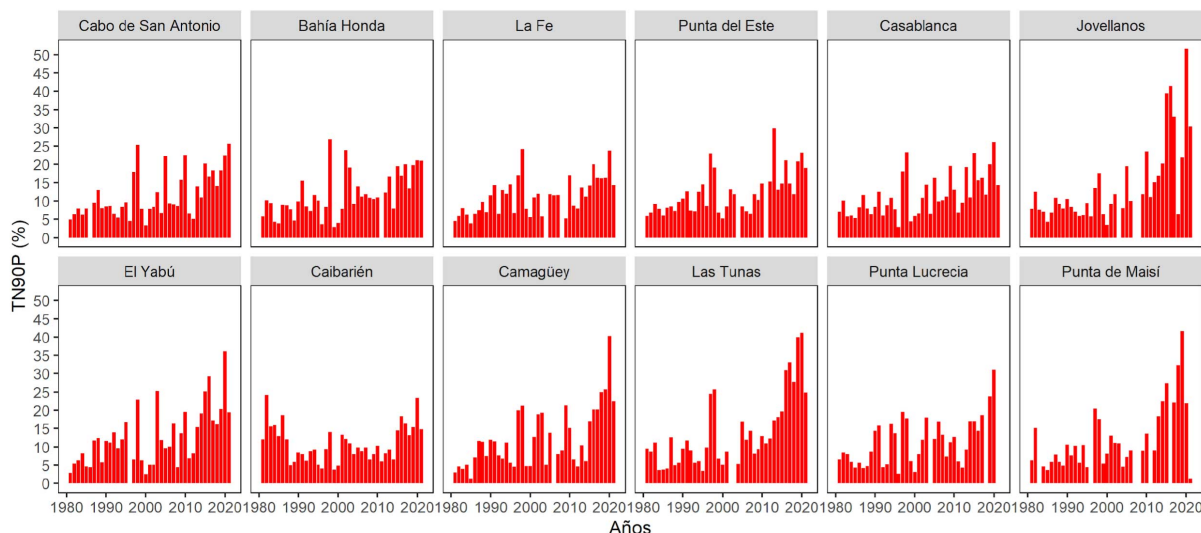


Figura 13. Marcha multianual del porcentaje de noches cálidas (TN90p) en estaciones de referencias de Cuba

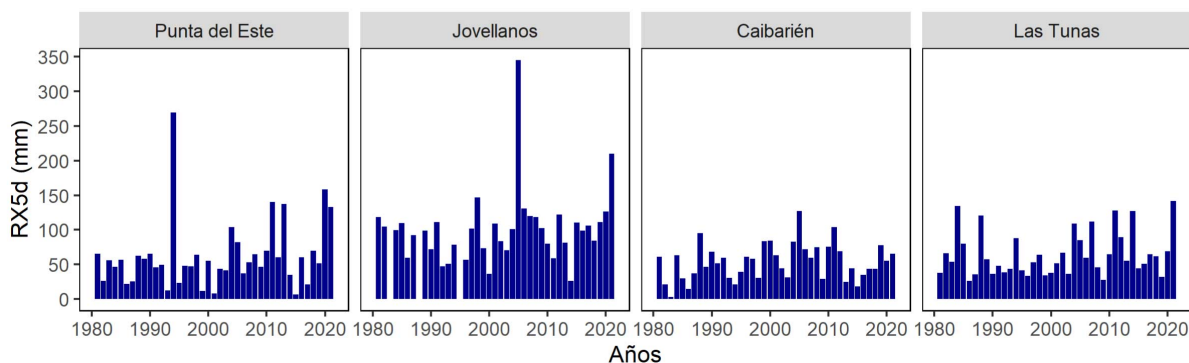


Figura 14. Máximo acumulado de lluvia en cinco días (Rx5day) en el mes de julio de 2021

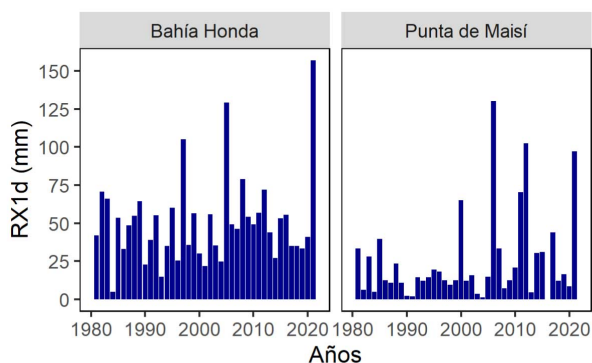


Figura 15. Máximo acumulado de lluvia en un día (Rx1day) en el mes de agosto de 2021.

5.2. Eventos extremos por calor/frío

A pesar del comportamiento de la temperatura durante el año, al evaluar los periodos de días consecutivos con condiciones estresantes por calor en el 2021, solo se produjo un evento extremo por calor⁷ según la variante 2 (Anexo 1). Este evento se registró en el mes de julio entre los días 23 al 25 de julio y tuvo una duración de tres días solamente. Sin embargo, la cobertura espacial no fue significativa, pues solo un 15% de las estaciones del país estuvieron afectadas.

Por su parte, en el año ocurrió solo un día frío a nivel nacional, el 4 de febrero, en el cual el 38 % de las estaciones transitó por un período o episodio frío.

5.3. Sequía meteorológica y agrícola

5.3.1. Sequía Meteorológica

El año se caracterizó por la presencia de dos periodos de sequía meteorológica de corto periodo⁸ (SCP). El primer evento comenzó al cierre del trimestre di-

ciembre 2020-febrero 2021, y se extendió hasta el trimestre marzo - mayo 2021 y se asoció a los déficits de precipitación ocurridos en los primeros meses del año. Como promedio, el 72 % del territorio nacional estuvo afectado por sequía de moderada a extrema. Las regiones occidental y central del país fueron las más afectadas.

El segundo evento, afectó parte del periodo lluvioso y se extendió desde el trimestre julio - septiembre hasta septiembre-noviembre (Figura 16). Los déficits ocurridos dentro del bimestre julio - agosto, unido a los bajos acumulados de septiembre, uno de los más lluviosos dentro del periodo lluvioso en Cuba, contribuyeron a la ocurrencia de este evento. No obstante, ocupó menor escala espacial y fue de menor severidad. Como promedio, solo el 31 % del territorio nacional estuvo afectado por sequía de moderada a extrema, incidiendo los mismos en la mitad más oriental del país.

En el periodo lluvioso (mayo-octubre 2021), donde se acumula el 74 % de los acumulados de lluvia anual, el 37% de todo el territorio nacional estuvo afectado por sequía meteorológica (Figura 17). Un total de 30 municipios presentaron afectación por sequía de moderada a extrema en más del 25% de sus áreas, de ellos, 13 con más del 50%. Los más críticos, con más del 75% fueron: Nueva Paz en Mayabeque, Majibacoa en Las Tunas y Buey Arriba en Granma.

En resumen, al concluir el año, el 62% de todo el país presentó afectación por sequía meteorológica. De ellos, 15% correspondió a déficits catalogados de severos a extremos, 22% a moderados y 25% a débiles (Figura 10). Las provincias que presentaron más áreas afectadas en la categoría severa-extrema fueron: Artemisa, Mayabeque, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila, Camagüey y Las Tunas. Un total de 87 municipios presentaron afectación por sequía de moderada a extrema en más del 25% de sus áreas, de ellos, 51 con más del 50%. Los más críticos con más del 75% se presentan en la Tabla 2.

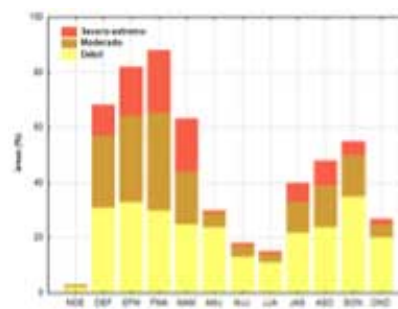


Figura 16. Marcha trimestral de áreas afectadas con déficits en los acumulados de la lluvia en Cuba durante el período noviembre 2020 - enero 2021 a octubre - diciembre 2021. Expresado en %

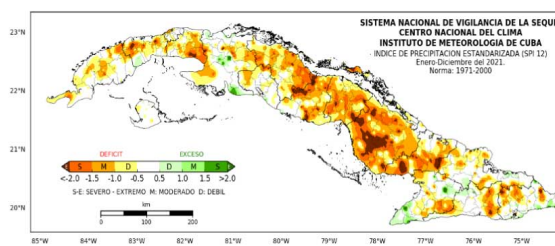


Figura 17. Acumulados de las lluvias en el semestre mayo - octubre 2021, expresados según el SPI. Norma: 1971-2000

5.3.2. Sequía agrícola

El comportamiento del año natural (enero a diciembre de 2021) evidenció solo un 6 % de afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica, en todo el territorio nacional. Las regiones occidental y oriental presentaron un 7% y la central un 8% de sus áreas menos afectadas con respecto a la norma.

En el análisis de la superficie promedio nacional afectada por sequía agrícola en el año hidrológico noviembre 2020 a octubre 2021 en diferentes escalas temporales (Figura 18), evidenció que el 11 % del territorio nacional presentó afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica 1981-2010. Las

Tabla 2. Municipios con más del 75% de sus áreas afectadas con déficits moderados a extremos en los últimos 12 meses.

Municipio	Provincia	%	Municipio	Provincia	%
Nueva Paz	Mayabeque	100	Placetas	Villa Clara	90
San Nicolás	Mayabeque	100	Camagüey	Camagüey	88
Caibarién	Villa Clara	100	Guáimaro	Camagüey	85
Remedios	Villa Clara	100	Florencia	Ciego de Ávila	85
Ciro Redondo	Ciego de Ávila	100	Las Tunas	Las Tunas	85
Majibacoa	Las Tunas	97	Guisa	Granma	84
Ciego de Ávila	Ciego de Ávila	96	Guanajay	Artemisa	83
Carlos M. de Céspedes	Camagüey	95	Yaguajay	Sancti Spíritus	83
Encrucijada	Villa Clara	95	Baraguá	Ciego de Ávila	81
Vertientes	Camagüey	95	Florida	Camagüey	80
Cabaiguán	Sancti Spíritus	95	Minas	Camagüey	79
Jimaguayú	Camagüey	94	Santo Domingo	Villa Clara	77
Colombia	Las Tunas	94	Santa Cruz del Sur	Camagüey	77
Buey Arriba	Granma	93	Taguasco	Sancti Spíritus	76
Amancio	Las Tunas	92	Jobabo	Las Tunas	75
Majagua	Ciego de Ávila	91	Sierra de Cubitas	Camagüey	75

regiones, occidental, central y oriental presentaron un 12%, 11% y 14% de sus áreas menos afectadas por sequía agrícola con respecto a la media del período histórico, respectivamente.

El período poco lluvioso (noviembre 2020 a abril 2021) tuvo un comportamiento anómalo, con un 14% por debajo del promedio histórico. En este período se superó la norma en un 4% de áreas del país afectadas con sequía agrícola en la segunda decena de enero. Las regiones occidentales, central y oriental presentaron un 14%, 11% y 15% de sus áreas más afectadas por sequía agrícola, respectivamente.

En el mismo se presentó un retraso en los procesos de severidad de la sequía agrícola hasta la primera década de enero, ya que en los meses de noviembre y diciembre se registró un incremento de las lluvias que favorecieron la no presencia de sequía agrícola. A partir de la segunda década de enero es que comienzan los procesos de sequía de grado 1, con áreas entre el 33% y 66% de extensión superficial con severidad media o alta. Esta se mantiene en incremento hasta la última década de abril, con sequía de grado 2 en áreas mayores al 66% de extensión superficial con severidad media o alta (Figura 19).

El período lluvioso comenzó con las dos primeras décadas del mes de mayo registrando sequía de grado 2 con áreas mayores al 66% de extensión superficial con severidad media o alta. Posteriormente a partir de la segunda década de junio y hasta octubre predominó la no presencia de sequía agrícola o poca extensión superficial (menor a 33%) de la severidad (Figura 19).

En el Período lluvioso por su parte (mayo a octubre de 2021) mostró un 8% de afectación por sequía agrícola por debajo de la norma histórica, exceptuando el mes de octubre, con un 5% por encima de esta. Sin embargo, en este período, occidente evidencia un 10% mientras que el centro y el oriente presentaron un 12% de sus áreas menos afectadas por sequía agrícola con respecto a la norma histórica (Figura 19).

Otro indicador de importancia es la condición de humedecimiento del suelo (déficits y excesos), influenciado por el volumen de precipitaciones y las reservas de humedad en el suelo. En el año hidrológico hubo un exceso de humedecimiento en el suelo de un 34% a nivel nacional, cabe destacar que el único mes con déficit fue diciembre 2020 con el 20%. En cuanto al año natural las condiciones de humedecimiento en el suelo registraron un 24% de exceso. Lo anteriormente expuesto destaca que el año 2021 puede ser clasificado de húmedo y sus porcentajes anuales nacionales lo ubican en el lugar 54 de la serie histórica de sequía agrícola desde 1961 hasta la actualidad.

En resumen, Cuba y sus tres regiones presentaron un período poco lluvioso ligeramente más húmedo que lo histórico, mientras que el período lluvioso resultó bastante menos afectado por la sequía agrícola que lo esperado. La saturación de humedad del suelo en todo el país mantenida durante casi más de 40 días a partir

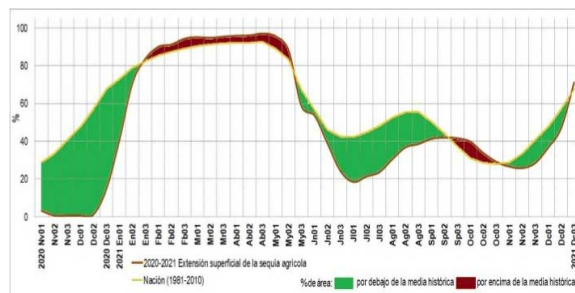


Figura 18. Porcentaje por decena promedio histórico (1981-2010) desde noviembre 2020 a diciembre 2021 del área nacional con sequía agrícola y las áreas con real presencia de sequía agrícola registradas en el territorio nacional en el mismo período temporal

de noviembre de 2020 condicionó que los procesos de sequía agrícola que debían iniciar normalmente, se retrasaran. Esta situación pudo provocar afectación en los cultivos ubicados en suelos de mal drenaje.

5.4. Eventos de tiempo severo ⁹

Durante el año se reportaron un total de 118 eventos de tiempo severo caracterizados por la caída de granizo (69), vientos unidireccionales superiores a los 90 km/h (38) y tornados (11). Las Tormentas Locales Severas estuvieron presentes en gran parte del año, excepto en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. El 70.3 % de los casos ocurrieron entre mayo y agosto, destacándose particularmente los reportes con granizos y vientos lineales fuertes. En nueve ocasiones se reportó la ocurrencia de granizos y vientos lineales fuertes de manera simultánea.

5.5. Ciclones Tropicales ¹⁰

La temporada ciclónica del año 2021 tuvo un comportamiento muy activo en cuanto al número de ciclones tropicales formados en la cuenca atlántica, la tercera más activa, precedida por las temporadas de los años 2020 y 2005. Se originaron 20 organismos ciclónicos tropicales (tormentas tropicales y huracanes) y una tormenta subtropical. Se formaron siete huracanes de los cuales cuatro llegaron a ser de gran intensidad (Grace, Ida, Larry y Sam). De esta manera, la actividad mostrada ha sido consecuente con el desarrollo de un evento La Niña-Oscilación del Sur a finales de la temporada ciclónica.

Lo más significativo para Cuba fue la afectación directa de tres organismos ciclónicos: el huracán Ida y las tormentas tropicales Fred y Elsa (Figura 20). Resaltar que la afectación directa de un huracán a Cuba no se producía desde el año 2018. Asimismo, pero de manera indirecta, también influyó la circulación más externa del huracán Grace en su tránsito por el mar Caribe.

La incidencia del huracán Ida sobre el archipiélago cubano se produjo mayormente durante los días 27 y 28 de agosto cuando el organismo se desplazó al

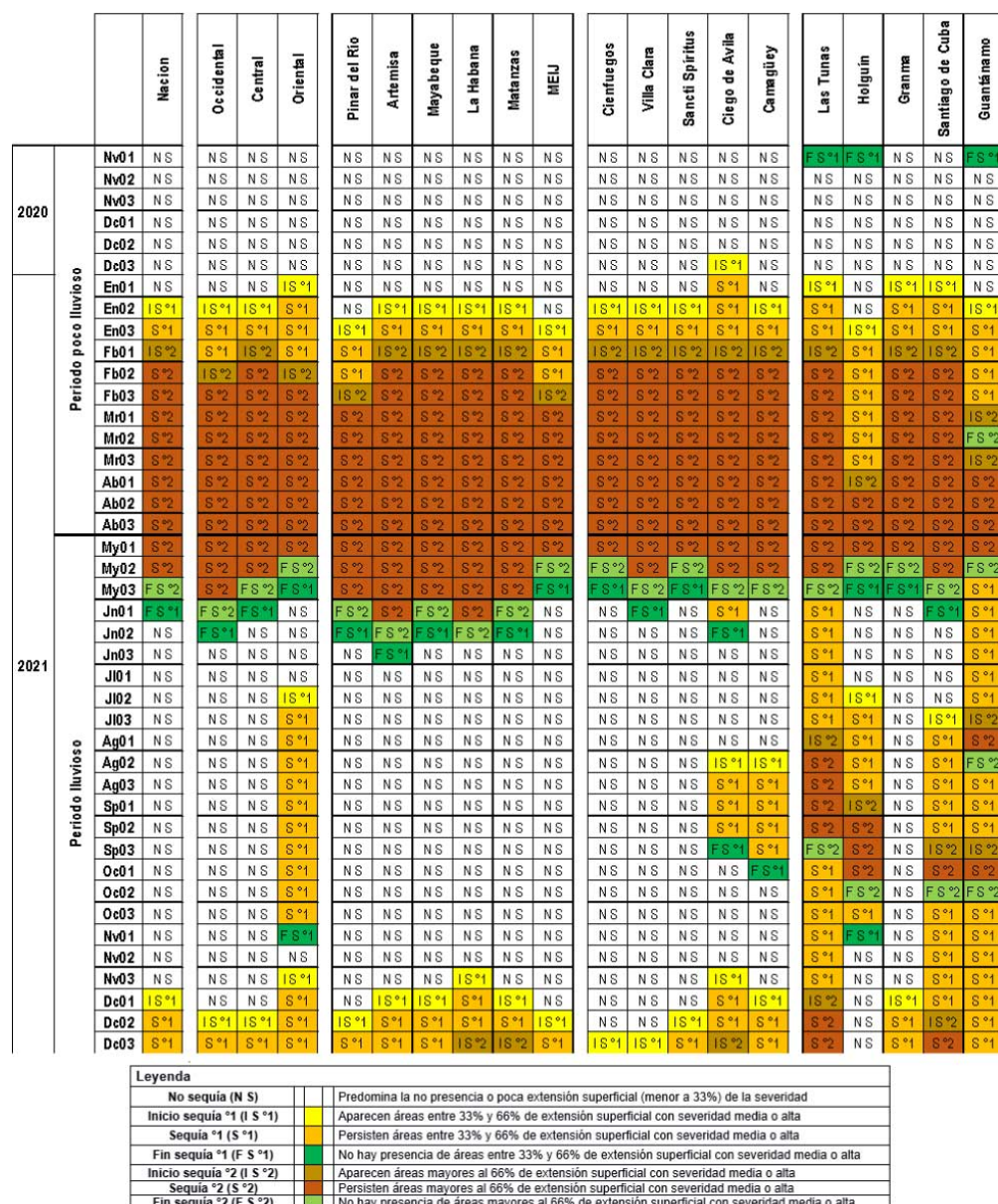


Figura 19. Evolución de los procesos de severidad de la sequía agrícola, mediante el criterio de "Severidad unificada".

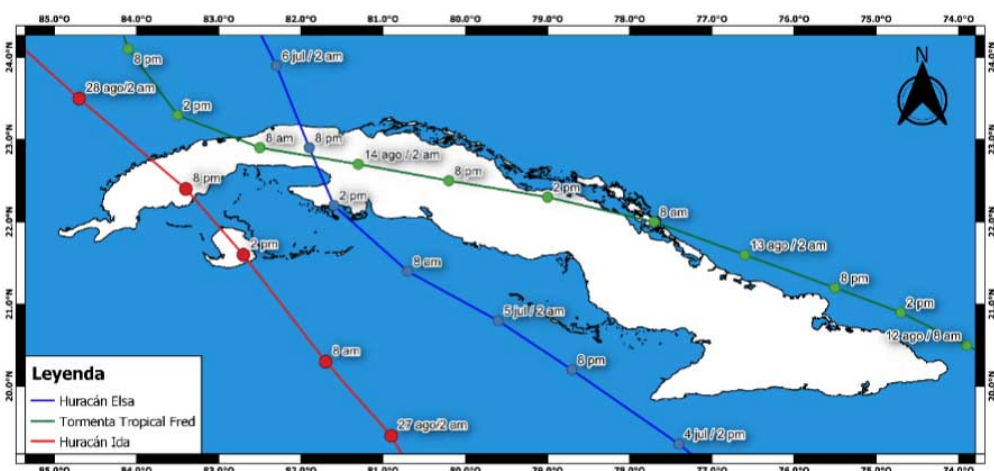


Figura 20. Trayectoria preliminar de los ciclones tropicales Elsa (5-6 julio), Fred (12-14 agosto) e Ida (27-28 agosto). Elaborada por el Centro Nacional de Pronósticos del Tiempo del Instituto de Meteorología.

noroeste, cruzando sobre la región occidental del archipiélago cubano. Tocó tierra por las inmediaciones de Punta del Este, en el municipio especial Isla de la Juventud, como huracán Categoría 1¹¹ en horas de la tarde del día 27. En la noche, llegó al municipio de los Palacios, en la provincia de Pinar del Río. A su paso, ocasionó lluvias fuertes e intensas que llegaron a superar los 200 mm y vientos huracanados, aunque en una franja muy estrecha de dichas provincias. Sin embargo, sí predominó la influencia de los vientos con fuerza de tormenta tropical en gran parte de ambos territorios. Ocurrieron marejadas con inundaciones costeras moderadas en la costa sur de Artemisa. Todo esto trajo como consecuencia afectaciones en la cubierta de viviendas, entidades estatales, casas de tabaco, granjas avícolas, etc. Las mayores afectaciones en la agricultura se concentraron en el encamado del arroz y en los cultivos de plátano, maíz y yuca; además, se ahogaron miles de aves¹²

La influencia de la tormenta tropical Elsa ocurrió mayormente por el viento y las precipitaciones. Este organismo llegó a la Ciénaga de Zapata durante el día 5, cruzando por el extremo suroeste de la provincia de Matanzas. Sus principales bandas de lluvia quedaron sobre la mayor parte de esta provincia, de tal manera que el 70 % de las precipitaciones de julio en Matanzas, estuvieron asociadas a este organismo ciclónico tropical. Lluvias fuertes e intensas asociadas a las bandas exteriores de Elsa se reportaron también en Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spiritus y Pinar del Río; en esta última, durante su avance al norte sobre la porción este del golfo de México. El día 5 se reportaron 376.6 milímetros en 24 horas en el Acueducto Pedro Betancourt, Matanzas, seguido de 338.0 milímetros en Unión de Reyes en la misma provincia. Los vientos asociados, aunque poco persistentes, alcanzaron valores sostenidos entre los 60 y 80 km/h, con rachas superiores en algunas localidades. Se reportaron daños en el sector agrícola y en la vivienda, así como en el tendido eléctrico.

La tormenta tropical Fred transitó por los mares al norte de la región oriental de Cuba durante el día 12, pero muy próximo a la costa norte de esta región. El 13 tocó tierra cubana por las inmediaciones de Cayo Romano, al norte de Camagüey, y luego por Punta Alegre, en el noroeste de Ciego de Ávila. Fred continuó rumbo al oeste-noroeste, transitando sobre las provincias de Sancti Spiritus, Villa Clara, Matanzas y Mayabeque. La continua interacción con tierra firme y la fuerte cizalladura vertical del viento causaron que Fred se debilitara a una onda tropical en horas de la mañana del día 14 de agosto, justo cuando se localizaba a 80 kilómetros al oeste de la Habana, sobre la provincia de Artemisa. Fred no ocasionó cuantiosos daños, salvo el asociado a las lluvias que resultaron intensas en algunas localidades. Las precipitaciones más significativas se reportaron el día 14, asociadas a las bandas externas del sistema que estaban sobre el mar del Caribe y que, con el flujo del Sur se adentraron sobre tierra firme.

6. CONCLUSIONES

- Durante el año 2021 se produjo un hecho poco frecuente, al desarrollarse el evento AENOS 2021 - 2022, posterior a la finalización del AENOS 2020 - 2021. El nuevo evento alcanzó su posible mayor intensidad en diciembre, clasificando como un evento moderado.
- La temperatura media anual de Cuba fue la tercera más alta desde 1951, al alcanzar un valor de 0.86 °C por encima de la media histórica del período 1961-1990, que es de 25.5 °C.
- El valor medio anual del nivel medio del mar relativo en Siboney, resultó algo menor que en el año 2020, aunque en general se mantiene la tendencia al aumento del nivel medio del mar relativo en el archipiélago cubano con valores medios mensuales y anuales muy elevados, con respecto a años precedentes. En este sentido, ambos procesos deben dar lugar a un incremento del impacto de las variaciones del nivel del mar en las zonas costeras del país
- En correspondencia con el comportamiento de la temperatura durante el 2021 fue un año caracterizado por sensaciones térmicas de ligeramente frías a confortables en las mañanas y de confortables a muy calurosas en las tardes. La combinación de estas sensaciones contribuyó a la ocurrencia, como promedio, de 80 días con condición de calor intenso (CCI)
- Los acumulados anuales de precipitación en Cuba en el 2021, estuvieron por debajo de la media histórica en casi todo el país. Aunque el comportamiento a largo plazo no ha sido homogéneo en todo el territorio, en general el 2021 fue el más seco de los últimos 10 años y el tercero de los últimos 20 años.
- La temporada ciclónica de 2021 es la tercera más activa, lo cual se corresponde con el desarrollo del evento La Niña-Oscilación del Sur a finales de la temporada.
- Entre los eventos extremos más sobresalientes del año para Cuba destacan la ocurrencia de sequía meteorológica y agrícola y la afectación directa de tres organismos ciclónicos tropicales: la tormenta tropical Fred, la tormenta tropical Elsa y el huracán Ida.

NOTAS

¹Datos: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html>

²Datos: <https://psl.noaa.gov/data/gridded>

³El conteo final y las clasificaciones de los frentes fríos aquí mostrados son preliminares y pudieran sufrir modificaciones. Para las estadísticas finales consultar los resúmenes de las temporadas invernales 2020-2021 y 2021-2022.

⁴Al momento de elaboración de este reporte solo se pudo contar con los datos del 2021 de la estación Siboney, localizada en La Habana en los 23°05.6' N y 82°28.2' W.

⁵El CAM se calculó a partir de las mediciones del nivel del mar realizadas ininterrumpidamente entre 1966 y el 2005 en esta estación (Hernández & Marzo, 2009)

⁶Elaborado a partir de la información disponible en los Boletines de Vigilancia del Clima

⁷En el resumen anual de BVC, se reportan 3 eventos, sin embargo, una vez que los datos fueron revisados y vuelto a calcular se redujo la cantidad de eventos del año.

⁸Sequía de Corto Período (SCP): ocurrencia de tres o más meses, siempre consecutivos, con déficits significativos en sus acumulados de las lluvias, considerado este como los valores inferiores al percentil 40 (decil 4).

⁹Información preliminar sobre la base recopilada en los Resúmenes Meteorológicos Mensuales del año 2021. No se contabilizaron las trombas marinas ni las trombas en la altura. Para más información consultar la Cronología de las Tormentas Locales Severas.

¹⁰Un resumen ampliado de todos los organismos formados en el 2021 se expondrá en el resumen de la temporada ciclónica 2021.

¹¹Según escala Saffir-Simpson

¹²Tomado de <http://www.presidencia.gob.cu/es/noticia/s/ida-no-dejo-grandes-danos-en-el-occidente-de-cuba/>

¹³n se define por el orden de las rachas de días con CCIsv que representan el 10 % superior en el período 1981-2020.

REFERENCIAS

- Alfaro-Sánchez, R., Nguyen, H., Klesse, S., Hudson, A., Belmecheri, S., Köse, N., Diaz, H., Monson, R., Villalba, R., & Trouet, V. (2018). Climatic and volcanic forcing of tropical belt northern boundary over the past 800 years. *Nature Geoscience*, 11(12), 933-938. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0242-1>
- Fonseca, C., Hernández, D., Alpizar, M., González, I. T., Gil, L., Cutié, V., Martínez, M., Barcia, S., Vázquez, R., Hernández, M., Velázquez, B., Pérez, R., & Valderá, N. (2021). Estado del Clima en Cuba 2020. Resumen ampliado. *Revista Cubana de Meteorología*, 27(2), 18. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/561>

Hernández, M., Martínez, C. A., & Marzo, O. (2014). Consequences of sea level variability and sea level rise for Cuban territory. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 365, 22-27.

<https://doi.org/10.5194/piahs-365-22-2015>

Hernández, M., & Marzo, O. (2009). Variabilidad estacional del nivel del mar en el Archipiélago cubano. *Serie Oceanológica*, 6, 15. <http://oceanologia.redciencia.cu>

Anexo 1

Un evento extremo por calor se define por la ocurrencia de 3 o más “días cálidos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o período cálido”. Este último se define a partir de la ocurrencia n¹³ días consecutivos con CCIsv de categoría 3 y/o 4 (variante 1) y CCIsv de categorías 2, 3 y/o 4 (variante 2) en cada estación meteorológica. Un evento extremo por frío tiene en cuenta la mayor o menor influencia marítima o la montaña, y debe estar presente al menos por dos días consecutivos, manifestarse en al menos el 10 % de las estaciones del país. Por tal motivo se definen tres variantes:

1. Ocurrencia de 2 o más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o período frío”. Este último se define por la ocurrencia de 2 o más días consecutivos con CFI_{cv} (categoría 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores y por 4 o más días consecutivos en estaciones montañosas.
2. Ocurrencia de 2 o más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o período frío”. Este último se define por la ocurrencia de 2 o más días consecutivos con CFI_{cv} (categoría 3, 4 ó 5) en estaciones meteorológicas costeras e interiores y por 4 o más días consecutivos en estaciones montañosas.
3. Ocurrencia de 2 o más “días fríos” consecutivos en que el 10 % de las estaciones del país están en presencia de un “episodio o período frío”. Este último se define por la ocurrencia de 3 o más días consecutivos con CFI_{cv} (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 CFI_{cv} para la región oriental, mientras que en estaciones montañosas se define por 6 o más días consecutivos.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de autoría: **Conceptualización:** C. Fonseca. **Conservación de datos:** Todos los autores participaron en la obtención de los datos. **Redacción - primera redacción:** L. Gil, R. Perez, N. Valderá, M. Hernández, E. Cruz, M. Martínez, C. Fonseca, R. Perez, V. Cutie. D. Hernández, S. Barcia, B. Velázquez, I. González, R. Vázquez, N. Valderá, E. González. **Redacción - revisión y edición:** C. Fonseca, D. Hernández, L. Gil, I. González.

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/)