

Regionalización climática de la provincia de Holguín

Climatic regionalization in Holguin province

MSc. Graciela Pérez Rivas[✉], MSc. Axel Hidalgo Mayo

Centro Meteorológico de Holguín, Instituto de Meteorología, Holguín, Cuba

Resumen

El presente trabajo expone la regionalización climática de la provincia de Holguín sobre la base de la *Norma climática 1981-2010*. Los datos empleados fueron los de temperatura y precipitación correspondientes a las estaciones meteorológicas y pluviométricas seleccionadas. Se utilizó el método de interpolación del inverso de la distancia al cuadrado, así como la clasificación climática de Köppen-Geiger y el índice de Lang. Se concluye que el período lluvioso para la provincia se inicia en la segunda decena de mayo y concluye en la segunda decena de noviembre. Además, según el índice de Lang se presentan las categorías: seco, húmedo de sabana, húmedo y muy húmedo; mientras que la clasificación de Köppen-Geiger permitió determinar los tipos de clima: sabana tropical, monzónico, selva tropical, templado húmedo y fresco sin estación seca, y templado húmedo y fresco con estación seca en invierno. Los resultados obtenidos son aplicables en las nuevas investigaciones relacionadas con las variaciones del clima y en los servicios científico-técnicos para el territorio.

Palabras clave: regionalización climática, índice de Lang, clasificación de Köppen-Geiger, Holguín

Abstract

Climatic regionalization of Holguin province based on the Climate Norm 1981-2010 is presented in this work. The data used were the temperature and precipitation corresponding to the meteorological and pluviometric selected stations; while the interpolation method of inverse squared distance, and the Köppen-Geiger climate classification and Lang's index were used. It is concluded that the rainy season for the province begins in the second decennial of May and ends in the second decennial of November. In addition, according to Lang index are presented categories as: dry, humid savannah, humid and very humid; whereas the classification of Köppen-Geiger allowed determining the types of climate: tropical savannah, monsoon, tropical rainforest, humid and cool temperate without dry season and humid and cool temperate with a dry season in winter. The results are applicable on new research related to climate variability and scientific-technical services for the territory.

Key words: climatic regionalization, Lang index, Köppen-Geiger classification, Holguin

✉ Autor para correspondencia: *Graciela Pérez Rivas*, Centro Meteorológico de Holguín, Instituto de Meteorología, Holguín, Cuba. E-mail: graciela.perez@hlg.insmet.cu

Recibido: 22 de febrero de 2016

Aceptado: 26 de abril de 2016

Introducción

La provincia de Holguín se encuentra situada al noreste de la región oriental de Cuba, y posee una extensión territorial de 9 244.73 km². Limita al norte con el océano Atlántico al sur con las provincias de Guantánamo, Santiago de Cuba y Granma, y al este y el oeste con Guantánamo y Las Tunas respectivamente. Desde el punto de vista geográfico se destacan cuatro grandes unidades de relieve: Alturas de Maniabón, Llanura de Nipe, Montañas de Nipe-Sagua-Baracoa y Llanura del Cauto ([Acevedo & de León, 2013](#)).

Según [Planos et al. \(2012\)](#), los factores geográficos más importantes que influyen en el clima de Cuba son las corrientes marinas y la distancia al mar, y junto con la configuración alargada y estrecha del país suavizan considerablemente la marcha de las principales variables climáticas, entre las que se destacan la temperatura y la precipitación.

De forma general, en el país se han realizado varias investigaciones en las que se han representado espacialmente la temperatura del aire y los acumulados de precipitación ([Lapinel, 1994](#); [Centella et al., 2001](#); [Solano et al., 2003](#); [INSMET, 2012](#); [Cutié & Lapinel, 2013](#)). Sin embargo, solo [Centella et al. \(2001\)](#), [Solano et al. \(2003\)](#), y [Cutié & Lapinel \(2013\)](#), utilizan una norma climática para la representación espacial de estos elementos climáticos a partir de las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que aparecen en [OMM \(1990, 2011\)](#). En [Lapinel \(1994\)](#), se presentan varias de las regionalizaciones climáticas para el país, las cuales toman como referencia la clasificación de Köppen-Geiger,

el régimen térmico, las sensaciones de calor sofocante y el bienestar térmico, así como el comportamiento de los estados locales del tiempo. [Álvarez \(1992\)](#) y [Vázquez et al. \(2007\)](#), basaron sus regionalizaciones en los índices de Lang y de aridez, respectivamente.

La creciente demanda de información para áreas específicas por parte de la agricultura y otras instituciones, hace cada vez más aguda la necesidad de representar espacialmente las variables climatológicas sobre un territorio determinado. Esta problemática, unida a la carencia de datos climáticos y la distribución irregular de las estaciones meteorológicas en la provincia, hace aún más complejo el problema. Estos antecedentes justifican la necesidad de la representación cartográfica de los elementos climáticos (temperatura y precipitación) para la provincia, y su regionalización climática. Para ello, se emplea una norma climática (1981-2010), y se utiliza un paso de rejilla lo suficientemente “pequeño” con miras a representar las particularidades de cada zona climática del territorio.

Materiales y Métodos

Los datos de la temperatura media del aire se obtuvieron de los registros de las estaciones meteorológicas pertenecientes a las provincias de Holguín, Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo (Tabla 1, Figura 1), y la información pluviométrica se tomó de [Pérez & Merayo \(2012\)](#) y [Cutié & Lapinel \(2013\)](#). En ambos casos, se empleó la serie climática 1981-2010.

Tabla 1. Estaciones meteorológicas empleadas

Estación Meteorológica	Provincia	ID-OMM	Latitud	Longitud	Altura (m)
La Jíquima	Holguín	78 362	20°56'04"	-76°32'27"	109
Cabo Lucrecia	Holguín	78 365	21°04'18"	-75°37'14"	4
Guaro	Holguín	78 370	20°40'21"	-75°46'58"	19
Pinares de Mayarí	Holguín	78 371	20°29'13"	-75°47'26"	646
Pedagógico-Holguín	Holguín	78 372	20°53'04"	-76°13'16"	156
Velasco	Holguín	78 378	21°03'44"	-76°20'42"	61
Tumbadero	Holguín	--	21°04'56"	-75°58'08"	7
Jucarito	Granma	78 361	20°41'41"	-76°54'02"	13
Contramaestre	Santiago de Cuba	78 363	20°16'38"	-76°15'57"	123
Palenque de Yateras	Guantánamo	78 334	20°22'02"	-74°57'21"	406

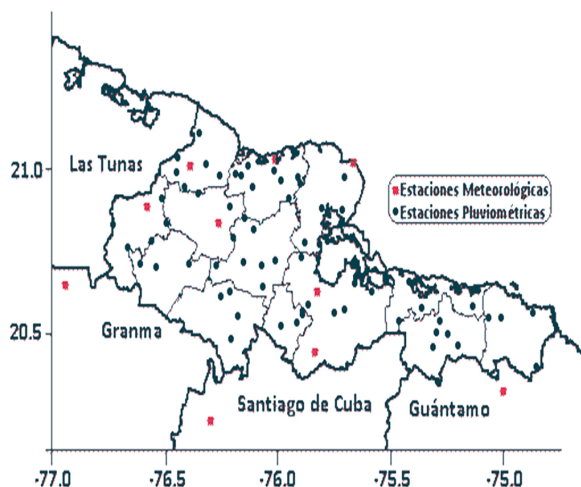


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas y pluviométricas empleadas

Según la clasificación de Köppen-Geiger, una zona climática es del tipo tropical (A) o templada (C), cuando la temperatura media mensual del mes más frío es superior o inferior a 18 °C, respectivamente. Para el tipo (A), si en una región determinada durante todos los meses del año los acumulados de precipitación son superiores a 60 mm, esta se clasifica como selva tropical (Af). Si la precipitación mínima mensual es inferior a 60 mm, se trata de una estación seca para lo

cual se aplican los criterios de [Kottek et al. \(2006\)](#) y [Peel et al. \(2007\)](#) siguientes:

$$r_n < 100 - \frac{R}{25} \rightarrow \text{Tipo (Aw): Sabana Tropical} \quad (1)$$

$$r_n > 100 - \frac{R}{25} \rightarrow \text{Tipo (Am): Monzónico} \quad (2)$$

Para el tipo (C), cuando la temperatura del mes más cálido es inferior a 22 °C, se clasifica como templado fresco; y si se cumplen las ecuaciones 3 y 4, significa que la precipitación mínima ocurre en invierno (w) o verano (s), respectivamente. En todos los demás casos, son del tipo (f) ([Kottek et al., 2006](#); [Peel et al., 2007](#)).

$$\frac{r_n}{r_x} > \frac{1}{3} \rightarrow \text{Tipo (Cs)} \quad (3)$$

$$\frac{r_n}{r_x} > \frac{1}{10} \rightarrow \text{Tipo (Cw)} \quad (4)$$

donde:

R es la precipitación total anual, r_n es la precipitación mínima mensual y r_x es la precipitación máxima mensual.

Según [Lapinel \(1994\)](#), el inicio y el fin del período lluvioso para una región puede determinarse mediante el criterio siguiente:

- ◆ *Inicio* - cuando la suma promedio de una decena es mayor a 50 mm.
- ◆ *Fin* - cuando la suma promedio de una decena es menor a 20 mm.

El índice de Lang tiene en cuenta la precipitación y la temperatura media anual como elementos climáticos fundamentales. Se define por la formulación siguiente:

$$L = \frac{R}{T_m} \quad (5)$$

donde:

L es el índice de Lang, R es la precipitación total anual y T_m es la temperatura media anual del aire.

Aunque originalmente el índice de Lang posee tres categorías: árido (menor que 40 mm/°C), húmedo (40 mm/°C-160 mm/°C) y superhúmedo (mayor a 160 mm/°C) (Jansá, 1974); esta investigación con la finalidad de lograr una mejor zonificación de la provincia, utilizará las divisiones propuestas por Álvarez (1992): muy seco (menor que 200 mm/°C), seco (20 mm/°C-40 mm/°C), húmedo de sabana (40 mm/°C-60 mm/°C), húmedo (60 mm/°C-100 mm/°C), muy húmedo (100 mm/°C-160 mm/°C) y superhúmedo (mayor de 160 mm/°C).

Para la representación cartográfica de la temperatura, el índice de Lang y la clasificación de Köppen- Geiger, se utilizó una rejilla de 8 km, y se aplicó el método del inverso de la distancia al cuadrado a la manera de [Li & Heap \(2008\)](#) y [Serbin & Kucharik \(2009\)](#). La formulación matemática de este método es la siguiente:

$$\hat{Z}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ij}^{-k} Z_i}{\sum_{i=1}^n d_{ij}^{-k}} \quad (6)$$

donde:

\hat{Z}_{ij} es el valor estimado para el punto de la rejilla j , Z_i es el valor de la variable para la estación i , n es el total de estaciones, d_{ij} es la distancia entre el punto de rejilla j y la estación i , y k es el parámetro de peso, que por lo general, toma el valor de 2 ([Li & Heap, 2008](#)).

La distancia d_{ij} se calcula a partir de la posición geográfica del punto de rejilla (x_j, y_j) y la estación (x_i, y_i) :

$$d_{ij} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad (7)$$

En el caso de la precipitación y la temperatura, para la interpolación se analizaron las estaciones (meteorológicas y pluviométricas) que estuvieran a menos de 25 km y 50 km respectivamente, del punto de rejilla, de acuerdo con el criterio establecido por la [OMM \(1990\)](#).

La altura de los puntos de la rejilla fue obtenida del mapa topográfico de la provincia, en la escala 1:250000, mientras que para el gradiente de la temperatura con la altura se empleó el valor de 0.6 °C/100 m.

Resultados y Discusión

Distribución espacial y temporal de los regímenes normales de temperatura y precipitación

El régimen térmico de una región es una de las características fundamentales de su clima, de manera que las anomalías o los cambios que se producen en otros elementos climáticos tienen alguna relación con las variaciones de la temperatura del aire. De forma general, la distribución, tanto espacial como temporal, para un territorio está determinada, en gran

medida, por las peculiaridades del régimen de radiación solar. A mayor radiación solar incidente corresponde generalmente, un aumento de la temperatura del aire.

En la mayor parte del territorio cubano, la marcha anual de la precipitación oscila entre una temporada lluviosa y otra poca lluviosa. Esta fluctuación depende de la intensificación y el debilitamiento de los vientos alisios, cuya variación estacional es provocada por los cambios de la posición y la intensidad del Anticiclón de las Azores-Bermudas. De manera general, este elemento climático tiene una distribución muy irregular, tanto en la escala espacial, como en la temporal, lo cual hace que su estudio sea el más complejo de todos los elementos climáticos.

En correspondencia con la marcha anual de la radiación solar global, la temperatura del aire en la provincia alcanza sus máximos

anuales en el trimestre julio-septiembre, mientras que los mínimos se registran en el período diciembre-febrero. La distribución espacial de los valores medios mensuales y anuales posee una marcada influencia del relieve y la distancia a la costa.

La temperatura media anual de la provincia, según la *Norma climática 1981-2010*, varía desde 24 °C en el interior del territorio hasta 28 °C en algunas porciones de la zona costera. En las zonas montañosas y hacia el este, las temperaturas alcanzan magnitudes entre 18 °C y 24 °C. Los extremos absolutos de las temperaturas máxima y mínima se registraron en las estaciones meteorológicas de Velasco, Pedagógico-Holguín y Pinares de Mayarí, el 26 de abril de 2015 (38.7 °C) y el 19 de febrero de 2009 (5.8 °C), respectivamente (Figura 2).

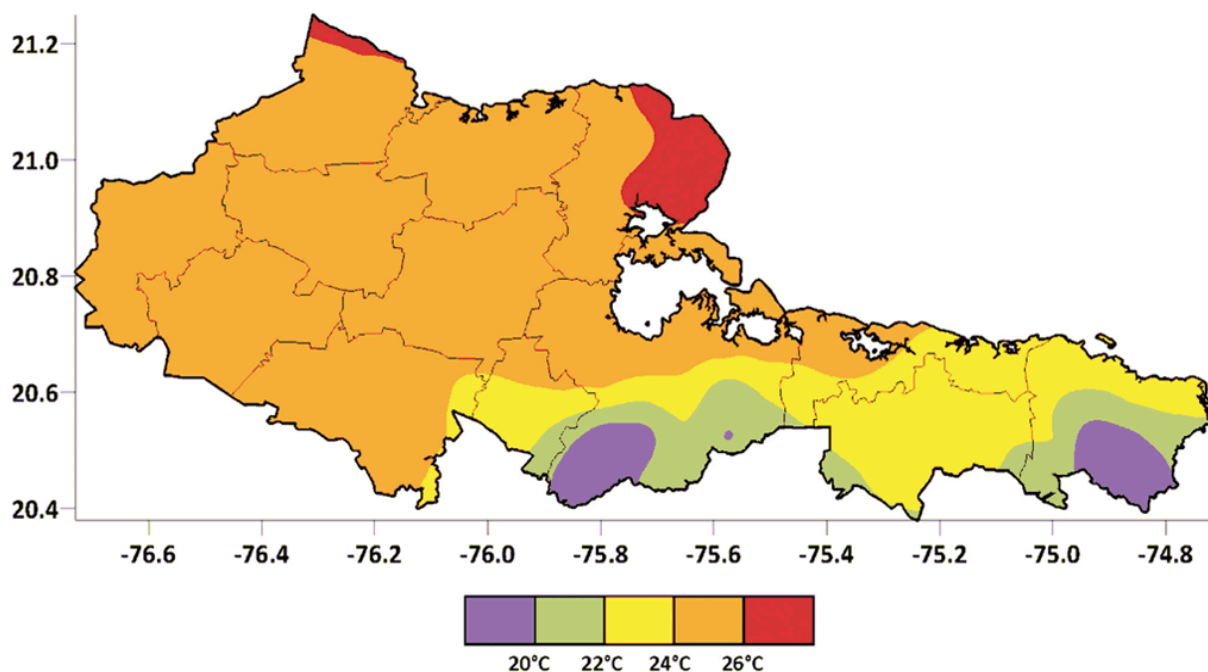


Figura 2. Distribución anual de la temperatura media del aire para la provincia de Holguín, según la Norma climática 1981-2010

La lámina promedio anual referida al período 1981-2010 es de 1048.6 mm. La marcha anual presenta los mayores acumulados durante el período lluvioso (mayo-octubre, con 64.5 % del total anual), y en los bimestres mayo-junio y septiembre-octubre ocurren los mayores acumulados de precipitación con 23.4 % y 25.2 % del total anual, mientras que julio-agosto se destaca por sus acumulados más bajos, provocados por la sequía intraestival que afecta a la región en los estos meses (Figuras 3 y 4) ([Cutié & Lapinel, 2013](#)).

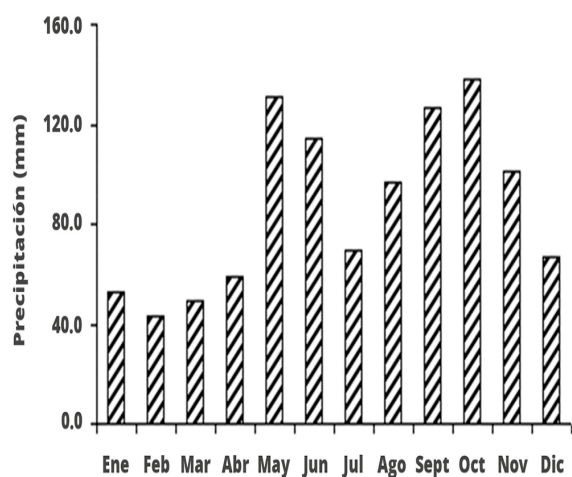


Figura 3. Marcha anual de los acumulados de precipitación para la provincia de Holguín según la Norma 1981-2010

El período poco lluvioso (noviembre-abril) se caracteriza por presentar los acumulados más bajos de precipitación; sin embargo, noviembre se destaca con valores similares o por encima de algunos meses del período lluvioso (julio y agosto). A partir del criterio del inicio y el fin del período lluvioso ([Lapinel, 1994](#)), pudo determinarse que para la provincia este comienza en la segunda decena de mayo y culmina en la segunda de noviembre, mientras que para los municipios

de Sagua de Tánamo, Frank País y Moa este período no está definido.

Esto se corresponde con la distribución espacial de la precipitación, que muestra los valores mayores hacia la región oriental de la provincia, sobre todo en las Cuchillas de Moa, ubicadas en el municipio del mismo nombre, las que junto con las Cuchillas del Toa, estas últimas pertenecientes a la provincia de Guantánamo, ostentan los máximos acumulados anuales, a causa del relieve montañoso. Estos resultados son similares a los publicados por [Lapinel \(1994\)](#), [Solano et al. \(2003\)](#) y [Cutié & Lapinel \(2013\)](#).

Zonificación climática de la provincia de Holguín

La regionalización climática de una zona determinada presupone la agrupación de territorios sobre la base de las características de uno o varios de los elementos climáticos que constituyen el clima local de una región. Los regímenes de temperatura y precipitación son los elementos climáticos que por excelencia caracterizan el clima de una región, mientras que la distribución espacio-temporal tiene un valor práctico y científico en la toma de decisiones por diferentes sectores socio-económicos.

A partir de los regímenes medios de temperatura y precipitación, la provincia de Holguín cuenta con tres zonas climáticas: *costera*, que abarca la zona costera de los municipios de Gibara, Rafael Freyre, Banes, Antilla, Mayarí, Frank País y Moa; *montañosa*, comprende la región montañosa de los municipios del este de la provincia que pertenecen al macizo Nipe-Sagua-Baracoa; e *interior*, a la cual pertenecen el resto de los municipios:

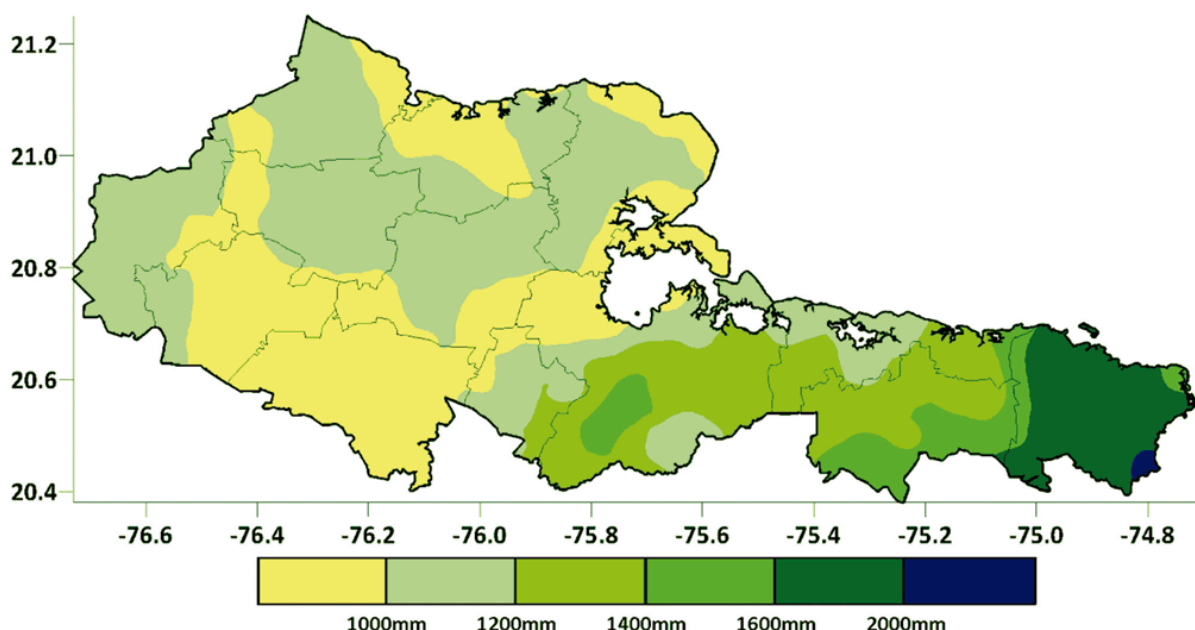


Figura 4. Distribución anual de los acumulados de precipitación para la provincia de Holguín, según la Norma climática 1981-2010

- Zona costera: La temperatura media del aire oscila entre 24 °C y 28 °C, y los acumulados anuales de precipitación se encuentran entre 800 mm y 1 200 mm. En esta zona se alcanzan las mayores velocidades del viento para la provincia, con valores que superan 22.8 km/h durante el período noviembre-abril. La dirección predominante durante todo el año es ENE-E (más de 60 % de los casos), y la frecuencia de calmas no excede 15 %.
 - Zona montañosa: La temperatura media del aire oscila entre 18 °C y 22 °C, y los acumulados anuales de precipitación superan 1 200 mm. En esta zona se alcanzan los valores más bajos de la velocidad del viento para la provincia, con registros que no superan 10.8 km/h durante el período noviembre-abril. La dirección predominante tiene gran variación, con valores de 17.7 %, 12.9 % y 12.1 % en las direcciones del noreste, este y suroeste, respectivamente, y la frecuencia de calmas excede 30 % de los casos.
 - Zona interior: La temperatura media del aire oscila entre 22 °C y 26 °C, y los acumulados anuales de precipitación se encuentran entre 800 mm y 1 400 mm. La velocidad del viento no supera 18 km/h y la dirección predominante es NE-E (más de 50 % de los casos), y la frecuencia de calmas excede 30 %.
- Según la clasificación de Lang (Figura 5), la provincia presenta cuatro categorías: *seco*, *húmedo de sabana*, *húmedo* y *muy húmedo*. Este resultado actualiza la clasificación anterior obtenida (Álvarez, 1992), que solo incluía las categorías *húmedo de sabana* para la mayor parte del territorio provincial, *seco* en una porción pequeña en el suroeste, y *húmedo* en las zonas montañosas en el este de la provincia.

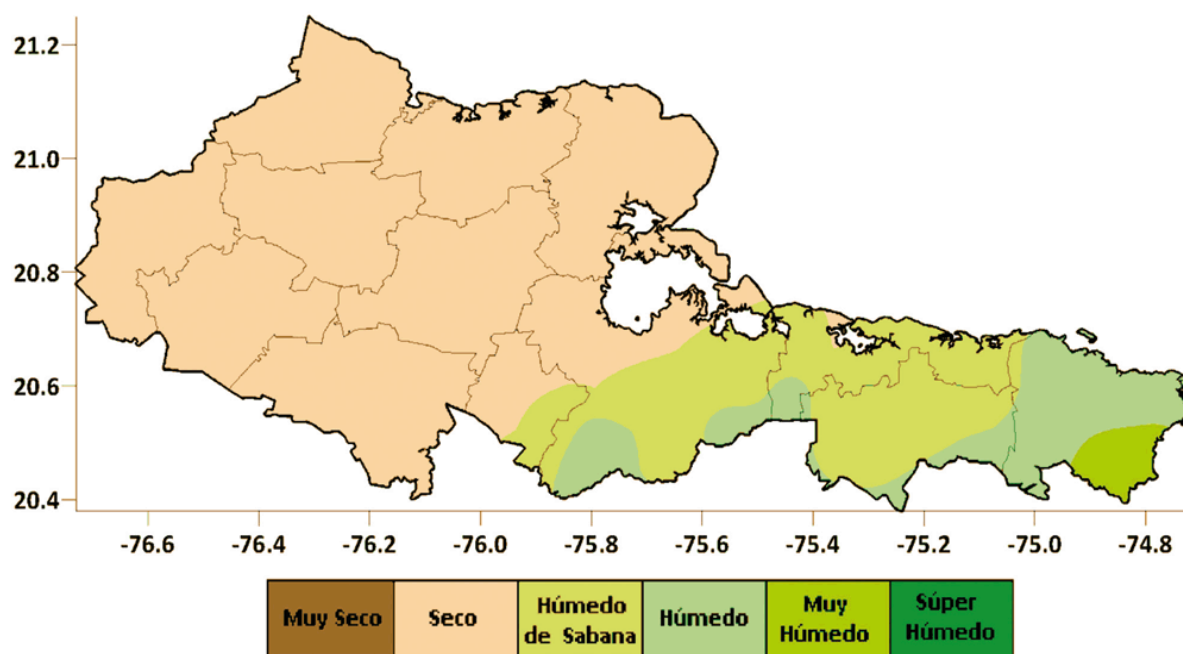


Figura 5. Regionalización climática mediante el índice de Lang para la provincia de Holguín, según la Norma climática 1981-2010

Teniendo en cuenta la *Norma climática 1981-2010* para la regionalización climática mediante el índice de Lang, la categoría *seco* se extiende por todo el territorio occidental de la provincia y abarca los municipios de Calixto García, Cacocum, Urbano Noris, Holguín, Báguano, y la porción noroeste de los municipios de Cueto y Mayarí; mientras que en el sureste de Cueto y Mayarí, en los municipios de Frank País y Sagua de Tánamo predomina la categoría *húmedo de sabana* interrumpida por la condición de *húmedo* en porciones ubicadas en el sur de los municipios de Mayarí, Frank País y Sagua de Tánamo. En el municipio de Moa predomina la condición *húmeda*, con un territorio pequeño en los límites con el municipio de Frank País que presenta la condición húmedo de sabana, y en la porción suroriental del municipio impera la condición de muy húmedo, con totales anuales de lluvia superiores a 1 600 mm.

En este estudio, además, se empleó la clasificación de Köppen-Geiger, la cual a partir de la configuración y la disposición de los sistemas montañosos en combinación con condiciones locales, permiten distinguir cinco tipos de clima (Figura 6).

Los municipios ubicados en el oeste de la provincia, la mitad norte y centro-sur de Mayarí, así como las porciones centrales de los municipios de Frank País y Sagua de Tánamo, presentan un clima del tipo sabana tropical. En el este de la provincia, los municipios de Mayarí, Frank País, Sagua de Tánamo, porciones pequeñas en el sur del municipio de Cueto que bordean las montañas de Nipe-Sagua-Baracoa y una franja estrecha de la costa central de Moa, presentan un clima de tipo monzónico. En el municipio de Moa, en el sur de Mayarí y al este de Frank País y Sagua de Tánamo, existe un clima de *selva tropical*.

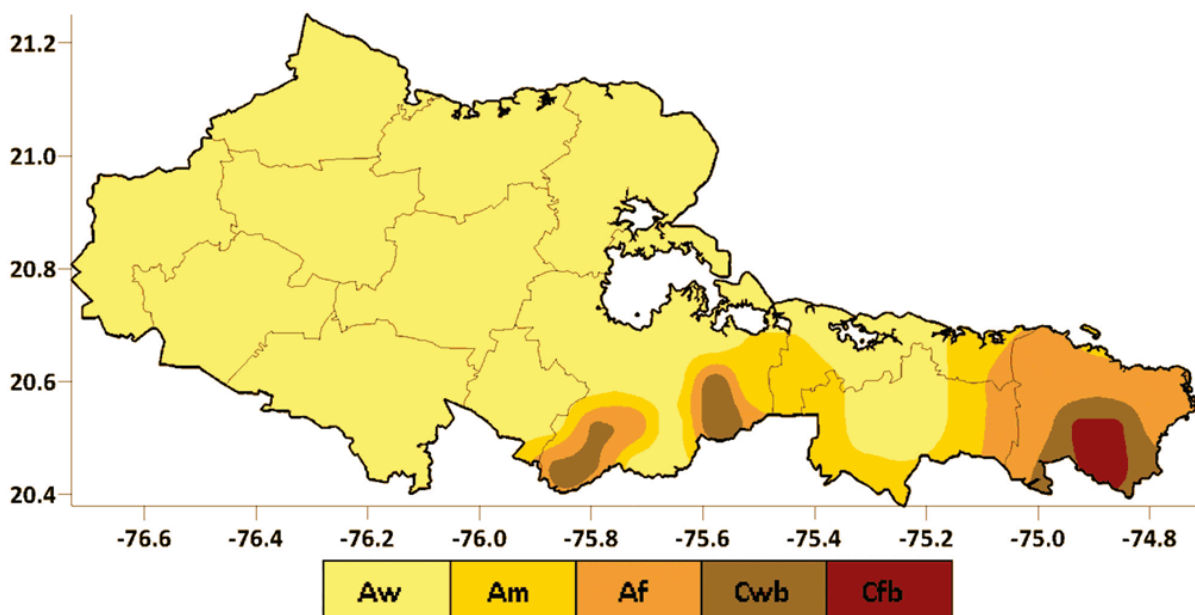


Figura 6. Regionalización climática mediante la clasificación de Köppen-Geiger para la provincia de Holguín, según la Norma climática 1981-2010

El clima de tipo C se presenta en las regiones montañosas de la provincia (alturas superiores a 500 m), al tener estas una dislocación en altura: montañas de Pinares de Mayarí, Sierra Cristal y Cuchillas de Moa, donde este tipo de clima varía entre *templado húmedo y fresco sin estación seca (Cwb)*, y *templado húmedo y fresco con estación seca en invierno (Cfb)*.

Estos resultados actualizan los publicados por [Planos et al. \(2012\)](#), donde solo estaban presente en la provincia los climas del tipo de *sabana tropical y selva tropical*.

Conclusiones

♦ La temperatura media anual de la provincia, según la *Norma climática 1981-2010*, varía entre 22 °C y 28 °C, y resulta inferior a 22 °C en el macizo Nipe-Sagua-Baracoa y las Cuchillas de Moa. La lámina promedio anual referida al período 1981-2010, es de

1 048.6 mm. Los acumulados mayores se concentran entre la segunda decena de mayo y la segunda decena de noviembre, lo que no está definido para los municipios del este donde ocurren los acumulados mayores.

♦ A partir de los regímenes medios de temperatura y precipitación, la provincia de Holguín cuenta con tres zonas climáticas bien definidas: *costera, montañosa e interior*. De acuerdo con el índice de Lang se presentan cuatro categorías: *seco, húmedo de sabana, húmedo y muy húmedo*. La clasificación de Köppen-Geiger permitió determinar cinco tipos de climas: *sabana tropical, monzónico, selva tropical, templado húmedo y fresco sin estación seca, y templado húmedo y fresco con estación seca en invierno*. Estos dos últimos en las zonas montañosas del territorio con alturas superiores a 500 m.

Referencias

- Acevedo, P. & de León, J. (eds.). 2013. *Los nombres geográficos de Cuba*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Álvarez, O. 1992. "Sectoros climáticos de Cuba. Aplicación del Método de Lang". *Revista Cubana de Meteorología*, 5(2): 10–19, ISSN: 0864-151X.
- Centella, A. A.; Naranjo, D. L. & Fonseca, R. C. 2001. "Desarrollo de una rejilla de datos mensuales de temperatura y precipitación para la republica de cuba en el período 1961 - 1990". *Boletín de SOMETCUBA*, 7(1), ISSN: 1025-921X.
- Cutié, V. & Lapinel, B. 2013. *La sequía en Cuba. Un texto de referencia*. La Habana, Cuba: Agencia de Medio Ambiente, ISBN: 978-959-300-053-6.
- INSMET. 2012. *Atlas climático de Cuba*. La Habana, Cuba: Instituto de Meteorología.
- Jansá, J. M. 1974. *Curso de Climatología*. La Habana, Cuba: Instituto Cubano del Libro.
- Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B. & Rubel, F. 2006. "World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated". *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3): 259–263, ISSN: 0941-2948, DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>.
- Lapinel, P. B. 1994. *El clima de Cuba*. La Habana, Cuba: Academia, 186 p., ISBN: 978-959-02-0006-9.
- Li, J. & Heap, A. D. 2008. *A review of spatial interpolation methods for environmental scientists*. Canberra: Geoscience Australia, 137 p., ISBN: 978-1-921498-30-5, Available: <https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/68229/Rec2008_023.pdf>, [Consulted: October 25, 2016].
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 1990. *Guía de prácticas climatológicas*. 2nd ed., Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2011. *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial, 128 p., ISBN: 978-92-63-30100-0, OMM-No. 100, Available: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf>, [Consulted: October 25, 2016].
- Peel, M. C.; Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. 2007. "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(2): 439–473.
- Pérez, E. R. & Merayo, A. 2012. *Base de datos pluviométricos de la provincia Holguín en el período 1965- 2010*. Centro Meteorológico Provincial de Holguín.
- Planos, G. E. O.; Rivero, V. R. & Guevara, V. V. 2012. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana, Cuba: Agencia de Medio Ambiente, 520 p., Available: <http://redciencia.cu/geobiblio/paper/2012_Planos_Impacto%20y%20Adaptacion,%20Libro.pdf>, [Consulted: October 25, 2016].
- Serbin, S. P. & Kucharik, C. J. 2009. "Spatiotemporal Mapping of Temperature and Precipitation for the Development of a Multidecadal Climatic Dataset for Wisconsin". *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48(4): 742–757, ISSN: 1558-8424, 1558-8432, DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2008JAMC1986.1>.
- Solano, O.; Menéndez, C.; Vázquez, R. J.; Menéndez, J. A.; Burgo, T.; Osorio, M. & González, M. 2003. "Zonificación de la precipitación en Cuba". *Revista Cubana de Meteorología*, 10(2): 9–19, ISSN: 0864-151X.
- Vázquez, R.; Fernández, A.; Solano, O.; Lapinel, B. & Rodríguez, F. 2007. "Mapa de Aridez de Cuba". *Zonas Áridas*, 11(1): 101–109, ISSN: 1814-8921.