

Variabilidad climática y su influencia en la aparición del dengue en provincia Guantánamo

Climatic variability and its influence on the appearance of dengue in Guantánamo province

Variabilidade climática e sua influência no aparecimento da dengue na província de Guantánamo

Eduardo Sánchez-Lara^{1*} , María Esmera Pascual-Armiñan¹ , Lourdes Margarita Expósito-Boue¹ ,
Rafael González-Ramírez¹ 

¹ Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología Guantánamo. Guantánamo, Cuba.

*Autor para la correspondencia: eduardosl@infomed.sld.cu

Recibido: 22 de enero de 2022
Aprobado: 1 de diciembre de 2022

RESUMEN

Introducción: el dengue es considerada una de las enfermedades más devastadoras a nivel mundial con un 40 % de la población viviendo en zonas de transmisión y de las más relacionadas con el clima. **Objetivo:** determinar la incidencia de la variabilidad climática sobre la infestación por mosquito *Aedes aegypti* y la aparición del dengue en provincia Guantánamo en el periodo 2017-2019. **Método:** se realizó una investigación descriptiva longitudinal, retrospectiva, donde el universo estuvo conformado por 9 municipios y 10 221 casos sospechosos de dengue. Se estudiaron las variables: infestación en depósitos por mosquitos *Aedes aegypti* según temporada climática, tasa de riesgo de arbovirosis según estratos, casos de dengue, temperatura y precipitación. Los datos fueron obtenidos de los registros meteorológicos mensuales y del departamento de Estadística del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Se utilizaron frecuencias

absolutas y relativas, la media, desviación estándar y coeficiente de correlación de Pearson. **Resultados:** la temperatura media anual varió 1 °C, los valores medios de humedad relativa y precipitación disminuyeron e impactaron en todos los estratos. La infestación ascendió con la mayor tasa de riesgo de dengue en el estrato de clima tropical de sabana, razón de tasa 0,63 (IC 95 %: 0,59-0,67) P=0,000. La temperatura y precipitación guardaron la mayor relación de asociación lineal con infestación y tasa de riesgo de dengue con coeficiente de correlación lineal $R^2=0,9$ y $R^2=0,8$. **Conclusiones:** la variabilidad climática ejerce efectos favorecedores sobre la infestación por *Aedes aegypti* y la transmisión de dengue durante la temporada climática húmeda, con correlación significativa en todos los estratos.

Palabras clave: cambio climático; dengue; *Aedes aegypti*; arbovirosis; infestación

ABSTRACT

Introduction: dengue virus is considered one of the most devastating diseases worldwide with 40% of the population living in transmission areas and one of the most climate-related diseases. **Objective:** to determine the incidence rate of climate variability on *Aedes aegypti* mosquito infestation and dengue virus appearing in Guantánamo province, period time 2017-2019. **Method:** a retrospective, longitudinal, descriptive research was carried out, in which 9 municipalities and 10,221 suspected cases of dengue fever were selected (as universe). The variables studied were as follows: infestation in reservoirs by *Aedes aegypti* mosquitoes according to climatic season, arboviroses risk rate according to stratum, dengue cases, temperature and precipitation. Data were obtained from monthly meteorological records and from the Statistics Department of Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. It was used the absolute and relative frequencies, mean frequency, the standard deviation and the Pearson correlation coefficient. **Results:** mean annual temperature varied by 1 °C, mean values of relative humidity and precipitation decreased and impacted all strata. Infestation ascended with the highest dengue risk rate in the tropical savanna climate stratum, rate ratio 0.63 (95 % CI: 0.59-0.67) P=0.000. Temperature and precipitation had the strongest linear association with *Aedes aegypti* mosquito infestation and dengue risk rate with the linear correlation coefficient of $R^2=0.9$ and $R^2=0.8$. **Conclusions:** climatic variability has a favorable effect on *Aedes aegypti* infestation and dengue transmission during the wet season, with a significant correlation in all strata.

Keywords: climate change; dengue; *Aedes aegypti*; arboviroses; infestation

RESUMO

Introdução: a dengue é considerada uma das doenças mais devastadoras em todo o mundo com 40% da população vivendo em áreas de transmissão e uma das mais relacionadas ao clima. **Objetivo:** determinar a incidência da variabilidade climática na infestação pelo mosquito *Aedes aegypti* e o aparecimento da dengue na província de Guantánamo no período 2017-2019. **Método:** realizou-se uma investigação descritiva retrospectiva longitudinal, onde o universo foi constituído por 9 municípios e 10.221 casos suspeitos de dengue. As variáveis estudadas foram: infestação em armazéns por mosquitos *Aedes aegypti* de acordo com a estação climática, taxa de risco de arbovirose de acordo com estratos, casos de dengue, temperatura e precipitação. Os dados foram obtidos dos registos meteorológicos mensais e do Departamento de Estatística do Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Foram utilizadas frequências absolutas e relativas, média, desvio padrão e coeficiente de correlação de Pearson. **Resultados:** a temperatura média anual variou 1°C, os valores médios de umidade relativa e precipitação diminuíram e impactaram todos os estratos. A infestação aumentou com a maior taxa de risco de dengue no estrato climático de savana tropical, razão de taxa 0,63 (IC 95%: 0,59-0,67) P=0,000. Temperatura e precipitação tiveram a maior relação de associação linear com infestação de dengue e taxa de risco com coeficiente de correlação linear $R^2=0,9$ e $R^2=0,8$. **Conclusões:** a variabilidade climática exerce efeitos favoráveis na infestação por *Aedes aegypti* e na transmissão da dengue durante a estação chuvosa, com correlação significativa em todos os estratos.

Palavras-chave: mudança climática; dengue; *Aedes aegypti*; arbovírus; infestação

Cómo citar este artículo:

Sánchez-Lara E, Pascual-Armiñan ME, Expósito-Boue LM, González-Ramírez R. Variabilidad climática y su influencia en la aparición del dengue en provincia Guantánamo. Rev Inf Cient [Internet]. 2022 [citado día mes año]; 101(6):e3777. Disponible en: <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/3777>



INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 50 años la actividad humana, en particular el consumo de combustibles fósiles, ha liberado cantidades de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases de efecto invernadero suficientes para retener más calor en las capas inferiores de la atmósfera y alterar el clima mundial. La Convención Marco de la Naciones Unidas define el cambio climático como un cambio atribuido directa e indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observadas durante períodos de tiempos comparables.⁽¹⁾

Los expertos coinciden en señalar la Revolución Industrial como el punto de inflexión en que las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera empezaron a dispararse. El principal resultado, el aumento de la temperatura global del planeta, desde ese período ha aumentado 1,1 °C. Se estima que al final del presente siglo el termómetro pueda aumentar todavía más, aun cumpliéndose los compromisos de reducción de emisiones fijados por los países.⁽²⁾

En Cuba la temperatura media anual se ha incrementado de forma sostenida desde 1951 hasta la fecha. Observándose un incremento sostenido en casi 1 °C entre los años 1951 y 2017.⁽³⁾

Un clima inestable predispone un cambio en la dinámica de la transmisión del dengue. El pronunciado efecto de estos cambios en el futuro es muy probable que influya profundamente en la biología del *Aedes aegypti* (*A. aegypti*) y la epidemiología de las arbovirosis.^(4,5)

El dengue es una de las enfermedades infecciosas más relacionadas con el clima; su principal vector el mosquito *A. aegypti*, criado en ambientes urbanos, requiere de un ciclo evolutivo que depende de la temperatura, humedad, nubosidad y las precipitaciones, entre otras variables.⁽⁶⁾

Considerada una de las enfermedades más devastadoras a nivel mundial con un 40 % de la población viviendo en zonas de transmisión, causa más de 50 millones de casos, 500 mil hospitalizaciones y 50 mil fallecidos al año.⁽⁷⁾ En todas las subregiones de las Américas la incidencia ha tenido una tendencia ascendente en los últimos 25 años, con picos epidémicos cada vez mayores que se repiten cada 3 a 5 años casi de manera regular.^(5,8)

El cuadro epidemiológico de la provincia evidencia que 8 de 10 municipios tienen presencia del vector transmisor, asociados a problemas de saneamiento ambiental. La ocurrencia de brotes de transmisión de dengue en los últimos cinco años condiciona una interrogante: ¿Cómo influye la variabilidad del clima en la infestación y el riesgo de enfermar por dengue en una provincia con tres tipos de clima y problemas de saneamiento ambiental?

Las investigaciones al respecto no han abordado este tema en la provincia. Su estudio, con la limitación de poder establecer asociación causal, sentará bases para futuras investigaciones que permitan analizar la relación entre exposiciones ambientales y efectos a la salud, así como considerar estas como un factor de riesgo de otros eventos de salud.

La presente investigación se realiza con el objetivo de determinar la incidencia de la variabilidad climática sobre la infestación por mosquito *A. aegypti* y la aparición del dengue en provincia Guantánamo.



MÉTODO

Se diseñó una investigación observacional descriptiva, longitudinal y retrospectiva durante enero a diciembre de los años 2017-2019.

El universo de estudio estuvo formado por 9 municipios y 10 221 casos sospechosos de dengue. Se conformaron tres estratos en correspondencia con la ubicación geográfica, según clasificación de Köppen modificada.

Descripción de los estratos

1. Estrato de clima tropical húmedo de selva (Af), localizado en la vertiente norte, incluye al municipio Baracoa.
2. Estrato de clima tropical de sabana (Aw), localizado hacia el sur del macizo montañoso, representado por los municipios Guantánamo, Niceto Pérez, El Salvador y Manuel Tames.
3. Estrato de clima semiárido (Bs), localizado en la franja costera sur, representado por los municipios Caimanera, Maisí, Imías y San Antonio del Sur.

Procedimientos para la obtención del dato primario

Los datos del clima fueron obtenidos de fuentes secundarias constituidas por los registros mensuales de las estaciones meteorológicas de punta de Maisí, Jamal de Baracoa y valle de Guantánamo, aportados por el Centro de Meteorología en la provincia. Los datos referidos a la infestación se obtuvieron del muestreo durante el proceso de inspección a las viviendas en busca de estadios larvarios de especies *A. aegypti* en los nueve municipios, disponible en el departamento de Estadística del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Guantánamo. Los casos de dengue se obtuvieron del reporte estadístico semanal de arbovirosis del referido centro.

Técnicas y procedimientos estadísticos

Se caracterizó el clima durante los años 2014 a 2019, se tomaron los patrones que más se relacionaron con la infestación como: precipitación media (mm), temperatura media (°C) y humedad relativa media (%). Se construyó la serie de infestación por meses y años de los estratos en el periodo 2017-2019, estimando la media de focos anual. El riesgo de enfermar se determinó al calcular la tasa de incidencia de casos sospechosos de dengue por estratos y temporada climática. La población de referencia se estimó a partir de la población estadística de los municipios que integraron los estratos. Se relacionaron durante los años 2017-2019 los valores medios de temperatura, precipitación y humedad con los índices de infestación y las tasas de riesgo de dengue; se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (R^2) en busca de asociación lineal; para cada estrato se calculó el coeficiente de correlación Pearson y se hizo inferencia estadística en busca de correlación significativa entre variables, con nivel de confianza de 95 % y p significativa < 0,05.



Técnica de procesamiento y síntesis de la información

Se calculó el promedio de la serie de los parámetros del clima para cada estrato por meses y años. Se calculó el índice de Breteau (IB), considerado el más informativo. Para cada estrato y temporada climática se halló la media, la desviación estándar y se hizo comparación de medias. Se consideró un caso sospechoso de dengue cuando presentaban síntomas clínicos como fiebre, artralgias, mialgias, dolor retroorbitario, síntomas digestivos y rash, que hacían sospechar la enfermedad, así como antecedentes epidemiológicos de otros casos de dengue y una prueba serológica positiva (IgM dengue) al sexto día de la fecha de inicio de síntomas. Se realizaron comparaciones de tasas. Para el procesamiento y análisis de la información se utilizaron los programas Excel 2007, Einfo versión 7.0 y Epidat 3.0. Los resultados se expresaron en tablas y gráficos.

Consideraciones éticas y deontológicas

El estudio no requirió consentimiento informado ni firmado, al no requerir manipulación del factor de estudio. Se aplican los métodos requeridos para el fin del mismo. Se contó con la autorización del Consejo Científico del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología Guantánamo para la realización de la investigación.

RESULTADOS

Durante los años 2014 al 2019 la temperatura media promedio fue 26,3 °C, incrementó 0,3 °C; entre el 2017 y el 2019 la variación fue de 1 °C. Los meses de mayo a octubre fueron los de mayores valores promedio con 27,6 °C; julio y agosto los más calurosos con 28,7 °C y 27,7 °C, respectivamente. El estrato de clima semiárido incrementó la temperatura en 0,8 °C y 0,9 °C en cuatro de estos años, alcanzando 1 °C en el año 2019, donde se mostró la mayor variabilidad.

En el periodo de estudio el promedio de precipitación/años fue de 1 178 mm, notable la disminución en los valores medios a partir del año 2017; todos los estratos se vieron impactados por los descensos. Los meses de mayo (118 mm) y de agosto a noviembre (121,2 mm) reportaron los valores promedios más significativos; los más secos o de escasas precipitaciones fueron marzo (48,4 mm) y julio (49,5 mm) con reportes muy por debajo de la media. El estrato de clima tropical húmedo de selva, si bien mostró un sostenido declinar de las precipitaciones, mantuvo valores por encima de la media.

Los valores medios de humedad relativa mostraron un promedio/año de 76 %, el año 2017 marcó el descenso de los niveles, el valor más bajo fue en 2019 (73,3 %). Se destacó la región de clima tropical húmedo de selva que mantuvo valores de humedad superior a la media, en el 2019 exhibió su mayor valor (83 %); el mes de octubre en todos los estratos resultó el de mayor humedad relativa, con un valor promedio de 80 %. El estrato de clima tropical húmedo de selva reportó el 85 %.

La infestación por mosquitos *Aedes* durante los años 2017 al 2019 ascendió. La media de focos detectados en las inspecciones de los años 2018 y 2019 incrementó 34 % y 63,8 % respecto al 2017. El año 2019 fue el de mayor infestación, con una tendencia francamente ascendente; los meses de junio a octubre los de mayores reportes, con mayor significación en el estrato de clima tropical húmedo de selva de septiembre a noviembre y en el estrato de clima semiárido de agosto a noviembre.



Los mayores valores de infestación (Tabla 1) se reportaron en la temporada húmeda o lluviosa que abarcó los meses de mayo a octubre; el año 2019 exhibió los mayores índices en ambas temporadas. La comparación de medias arrojó la no existencia de diferencias significativas. En todos los estratos los valores de infestación fueron ascendentes, el estrato de clima tropical de sabana reportó los mayores índices con una diferencia promedio entre índices de 5,6 % respecto al de clima tropical húmedo y 5,9 % respecto al de clima semiárido. La comparación de medias entre estratos reveló la no existencia de diferencias significativas, varianza $P=0,00$, media $P=0,00$.

Tabla 1. Infestación en depósitos por mosquitos *Aedes aegypti* según temporada climática (2017-2019)

Temporada climática	IB 2017	IB 2018	IB 2019	media	Ds
Seca	1,4	1,7	3,5	2,2	1,13
Húmeda	1,6	2,7	4,6	2,9	1,52

Nota: comparación de varianza $P=0,0000$, comparación de media $P=0,0000$, (IC 95 %: 0,668-0,732)

Leyenda: IB: índice de Breteau, Ds: desviación estándar.

Fuente: Reporte estadístico de vectores.

El estrato de clima tropical de sabana (Tabla 2) con una tasa de 248,3 x 10 mil habitantes, mostró el mayor riesgo con una razón de tasa de 0,63 (IC 95 %: 0,59-0,67), $P=0,00$, estadísticamente significativo. La temporada climática húmeda con 5 547 casos y tasa de 113 x 10 mil habitantes fue la de mayor riesgo.

La variabilidad del clima durante los años 2017 al 2019 tiene su expresión en la asociación favorecedora de dependencia lineal, temperatura-tasa de riesgo $R^2=0,9$ y temperatura-índice de infestación $R^2=0,8$ en los estratos de clima tropical de sabana y semiárido. En el estrato de clima tropical húmedo de selva, el de mayor asociación, la temperatura y la precipitación mostraron una relación de dependencia lineal con la infestación y la tasa de riesgo $R^2=0,9$ y la humedad relativa-tasa de riesgo $R^2=0,8$.

Tabla 2. Tasa de riesgo de arbovirosis según estratos

Estratos	No. Casos	Tasa x 10 mil
Clima tropical de húmedo	1 275	156,9
Clima tropical de sabana	8 024	248,3
Clima semiárido	922	106,4

Nota: razón de tasa 0,63 (IC 95 %: 0,59 - 0,67), $P=0,00$.

Fuente: reporte estadístico Centro Provincial de Higiene Epidemiología y Microbiología Guantánamo.

En el estrato de clima tropical de sabana (Gráfico 1), la temperatura se incrementó sostenidamente desde abril hasta agosto, precediendo el incremento de la infestación, que alcanzó su pico en la temporada climática húmeda. De junio a agosto ocurrió el mayor incremento de la temperatura, que se acompañó de aumento en el reporte de casos de dengue con su mayor reporte en septiembre y octubre. El coeficiente de correlación de Pearson arrojó para la relación temperatura media/casos de arbovirosis una correlación significativa ($r=0,488$ $p=0,001$).



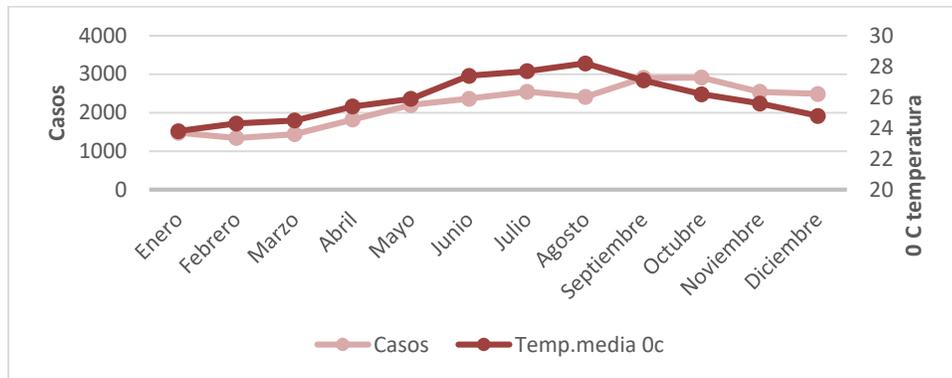


Gráfico 1. Casos de dengue en función de la temperatura. Estrato de clima tropical de sabana.

La relación precipitación/casos de dengue en el estrato de clima semiárido (Gráfico 2) mostró incremento progresivo de los casos y de los niveles de precipitación en los meses de agosto a octubre. Este último marcó un pico de casos, el cual coincidió con un pico en el nivel de precipitaciones. La infestación incrementó de forma progresiva a partir del mes de julio con pico en noviembre; la temporada climática húmeda la de mayor actividad.

El coeficiente de correlación de Pearson arrojó para la relación precipitación media/casos de dengue una correlación altamente significativa ($r=0,605$; $p=0,001$), menor significación alcanzó la relación con la infestación ($r=0,467$; $p=0,021$).

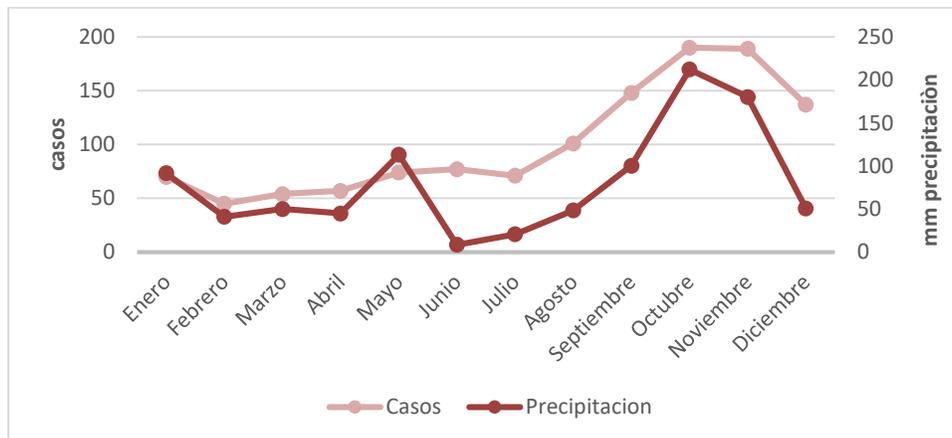


Gráfico 2. Casos de dengue en función de la precipitación. Estrato de clima semiárido.

En el estrato de clima tropical húmedo de selva (Gráfico 3) las temporadas climáticas seca y húmeda estuvieron marcadas por niveles significativos de precipitación, el incremento de esta y de la humedad relativa en abril coincidió con el aumento de los casos de dengue. De julio a noviembre se produjo un alza progresiva de las precipitaciones que coincidió con el incremento de los valores de humedad relativa de septiembre a noviembre, lo que coincidió a su vez con el incremento de los casos de dengue y el mayor reporte de infestación. El coeficiente de correlación de Pearson arrojó para la relación precipitación media/casos de arbovirosis una correlación altamente significativa ($r=0,569$; $p=0,003$).

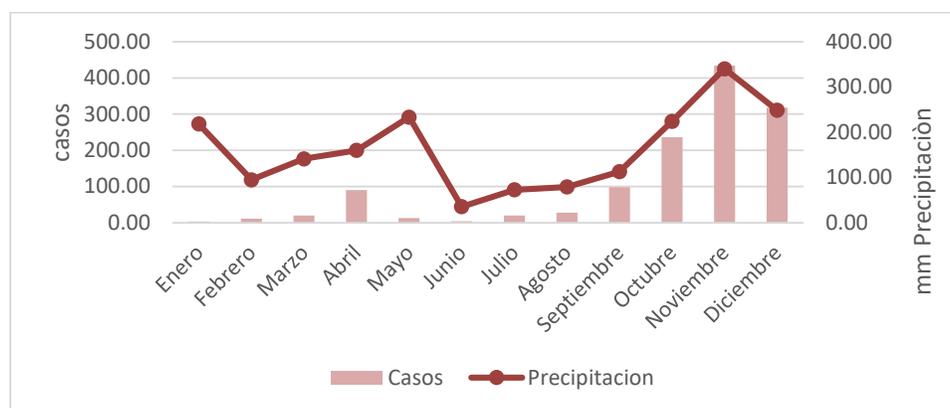


Gráfico 3. Casos de dengue en función de la precipitación. Estrato de clima tropical húmedo de selva.

DISCUSIÓN

La variabilidad del clima durante los años 2014 al 2019 no solo expresó la variación natural del clima sino, también, la existencia de un clima inestable donde se da una relación compleja entre variables, condicionando determinados efectos sobre la infestación y la transmisión del dengue. Delgado⁽⁹⁾ y Córdova⁽¹⁰⁾, en un estudio de 2005 señalan que las variables ambientales operan sinérgicamente en estos sistemas complejos, que afectan su dinámica. Fenómenos como las precipitaciones y la humedad influyen en la infestación, sin embargo, la temperatura puede ser más relevante ya que afecta diferentes aspectos relacionados directa e indirectamente con la transmisión, desde factores relacionados al ciclo de vida del mosquito hasta la relación directa del virus con el vector.

Otra literatura hace referencia a las condiciones ecológicas (rango promedio en las precipitaciones superior a los 900 mm/año; rango de temperatura promedio: 20,7 °C - 25,6 °C) como propicias para el desarrollo biológico de *A. Aegypti*.⁽⁴⁾

Los incrementos de la temperatura durante 2014 a 2019 con variaciones de 0,3 °C y 1 °C, unido al volumen incrementado de precipitaciones en los meses de mayo y de agosto a noviembre, constituyeron factores que incrementaron el riesgo de transmisión de dengue. Rubio Palis⁽⁸⁾ cita a Kuno, que en 1997 reporta la máxima transmisión de dengue en los meses del año que tienen altas temperaturas y altas precipitaciones con lo que se coincide. La OMS⁽¹¹⁾ señala que el aumento de la temperatura en 1 °C - 2 °C pudiera determinar el aumento en varios cientos de millones los casos de dengue.

El incremento de la infestación y su tendencia ascendente en todos los estratos estuvo relacionado con la amplia dispersión del mosquito en el territorio, condicionado por factores de saneamiento ambiental, fallas en el control y almacenamiento de agua en depósitos no seguros, unido a factores del clima como la disminución de las precipitaciones que condicionaron largos periodos de sequía y/o niveles significativos de esta que ocurrieron durante los meses de mayo y de agosto a noviembre, lo que coincidió con el ascenso de la temperatura.

La experiencia nacional de Betancourt y otros⁽¹²⁾, señala el alza de las variables climáticas a partir de la semana 35, relacionada al aumento exponencial de focos larvarios de *A. Aegypti*. En el estudio, el incremento de la infestación se corresponde con el alza de los valores de precipitación y temperatura en el periodo agosto-noviembre, lo que coincide en cierta medida con lo expresado.

En Santiago de Cuba, la influencia de la temperatura y las precipitaciones como factores de mayor implicación sobre la biología de los mosquitos se registra en los meses de diciembre y enero, temperaturas ambientales entre 22,1 °C y 30,2 °C, producen la frecuencia relativa más elevada de mosquitos adultos. Otras literaturas señalan que temperaturas entre los 20 °C y 30 °C son las más adecuadas para sus actividades.⁽¹³⁻¹⁵⁾

En Venezuela resaltan que incrementos de temperatura y modificaciones en los patrones de precipitación y, por ende, en los porcentajes de humedad relativa, propician el desarrollo de los ciclos de vida de los vectores involucrados en su transmisión.^(4,9)

En relación a la temporada climática de mayor reporte de infestación, Rifakis y otros⁽⁴⁾ señalan que el impacto de la variabilidad climática en el dengue se ha explicado a través de estudios entomológicos, haciendo comparaciones entre las estaciones secas y lluviosas, mostrando diferencias positivas significativas hacia ésta última, resultado con el que no coinciden plenamente los autores de la presente investigación, al encontrar en el estudio los mayores índices de infestación en la temporada lluviosa, pero no significativamente distinta a la seca.

Que el mayor riesgo de dengue se dé en el estrato de clima tropical de sabana, además de estar influido por la mayor densidad de población del estrato, puede explicarse por la mayor circulación de los virus del dengue en los municipios que conforman el mismo y su mayor historial de focalidad y transmisión. La literatura consultada hace referencia a tasas de incidencia mayor a 32/100 000 habitantes, lo que concluye que una de las variables involucradas en la mayor ocurrencia de casos de dengue son las altas concentraciones o densidades de habitantes de moderada a alta.^(8,10,16)

Que la temporada climática húmeda o lluviosa sea la de mayor transmisión tiene su fundamento en el incremento de los estadios larvarios y la densidad de mosquitos. Los huevos, al ponerse en contacto con el agua después de largos periodos de seca, acortan su ciclo evolutivo y eclosionan en menor tiempo, favorecidos por los valores elevados de temperatura y el incremento de los volúmenes de precipitación.

La literatura consultada señala que la época lluviosa propicia una mayor transmisión del virus del dengue, por tanto, se asocia con mayor número de casos. El aumento de la temperatura aumenta la capacidad de replicación del virus, acelera el metabolismo del mosquito y reduce el período de diseminación a menos de 7 días.^(8,10,13)

Estudios realizados en Camagüey encontraron relación de correlación positiva entre las variables climáticas analizadas y la incidencia de dengue y focos larvarios de *A. Aegypti*. Citado por Betancourt⁽¹²⁾ en Tailandia durante el 2016 demostraron el papel que juega sobre la incidencia de dengue los rangos de infestación de mosquitos hembras de la estación anterior y las variables climáticas.



La relación temperatura/casos de dengue en el estrato de clima tropical de sabana fue expresión de la compleja relación que se produjo entre estas variables en una región climática donde son frecuentes las lluvias intensas y de corta duración, los procesos de sequías meteorológicas severas y las temperaturas elevadas. La correlación positiva significativa obtenida en la investigación difiere de la reportada en Maracay, donde se obtuvo una correlación inversamente proporcional con la temperatura máxima y la casuística de dengue.⁽⁸⁾ Estudios realizados en otras regiones citados por Betancourt⁽¹²⁾ como los de Sharmin y otros en Bangladesh, pudieron relacionar las altas temperaturas con casos a presentarse un mes después.

En el estrato de clima semiárido los resultados pueden explicarse, además de por fallas en las acciones de control, por la actuación sinérgica entre las variables del clima. Esta región climática fue la de mayor variabilidad de la temperatura y fue la de menores niveles de precipitación, con incremento de sus volúmenes en los meses de octubre y noviembre, creando condiciones propicias para el desarrollo y procreación del vector, su mayor densidad y, por ende, mayor transmisión.

Este resultado concuerda con la literatura revisada que hace referencia a las altas temperaturas debidas al cambio climático como un posible acelerador de la transmisión del dengue, incluso durante períodos con bajas precipitaciones.⁽⁴⁾ Mientras que el aumento de las precipitaciones aumenta el número de criaderos en recipientes artificiales y naturales para el desarrollo del vector.⁽⁸⁾

La incidencia de la variabilidad del clima en el estrato de clima tropical húmedo de selva, más que una relación lineal mostró una relación compleja entre los niveles de humedad relativa, temperatura y precipitación en la zona más lluviosa de Cuba, con incremento de los casos de arbovirosis con una correlación estadística favorecedora. Este resultado coincide con lo encontrado por Rubio, *et al.*⁽⁸⁾, donde los casos de dengue aparecen varias semanas después del mes(es) de los máximos de precipitación con una correlación positiva entre la precipitación y los casos de dengue. Dicha autora señala el mes de octubre, seguido de noviembre, como los de mayor registro, con lo cual se coincide. Resultados similares concluyeron que los casos de dengue están relacionados con la precipitación; sin embargo, aseguran que la transmisión continúa durante la época de sequía, cuando se mantienen formas de almacenamiento de agua limpia, lo que favorece la permanencia en el ambiente de *A. Aegypti*.

La temperatura y la humedad relativa que exhibió un pico en abril con incremento progresivo en los meses de septiembre a noviembre, no mostraron correlación estadísticamente significativa con los casos de arbovirosis y la infestación. Estos resultados divergen de los encontrados en Singapur (2014) y México (2018), donde la variable que más influyó sobre la incidencia de dengue fue la humedad.⁽¹²⁾

CONCLUSIONES

La variabilidad en los patrones de temperatura, precipitación y humedad ejercen efectos favorecedores sobre la infestación por *Aedes aegypti* y la transmisión de dengue durante la temporada climática húmeda con correlación significativa en todos los estratos.



RECOMENDACIONES

Diseñar un sistema de alerta temprana que tome en cuenta los parámetros del clima en función de planificar con mayor efectividad los recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Latorre MA, Neira M. Influencia del cambio climático en la biología de *A. aegypti*. Rev. ecuatoriana medicina y ciencias biológicas [Internet]. 2016 nov [citado 21 Jul 2021]: 37 (2):11-21. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6369419>
2. Acciona.com [Internet]. ¿Qué es el cambio climático? [citado 16 Abr 2019]. Disponible en: <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>
3. Dickinson FO. Retos del cambio climático para la Salud Pública en Cuba. Rev. Cubana Hig. Epidemiol. [Internet]. 2017 [citado 30 Abr 2021]; 55(2):[aproximadamente 2 p.]. Disponible en: <http://www.revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/228>
4. Rifakis P, Gonçalves N, Omaña W, Manso M, Espidel A, Intingaro A, *et al.* Asociación entre las variaciones climáticas y los casos de dengue en un hospital de Caracas, Venezuela, 1998-2004. Rev. Perú. med. exp. Salud publica [Internet]. 2005 Jul [citado 18 Ago 2021]; 22(3):183-190. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342005000300005&lng=es
5. Gleason Rodríguez G, Castillo Méndez M, Maya K, Ramos Castañeda J, Valverde Garduño V. la infección por virus dengue induce remodelación de la cromatina en el locus AAEL006536 en el intestino medio de *Aedes aegypti*. Salud Pública Mex [Internet]. 2018 [citado 18 Ago 2021]; 60:41-47. DOI: <https://doi.org/10.21149/8471>
6. Leicea Beltrán Y, Sabatier García FJ, Martínez Torres E. Dengue en el primer año de la vida. Rev Cubana Pediatr [Internet]. 2021 [citado 18 Ago 2121]; 93(3):e1334. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75312021000300010
7. Libre-Mendoza EY, Corrales-Reyes IE. Caracterización de pacientes con sospecha de arbovirosis atendidos en un policlínico de Jiguani, Granma. Rev Cub Investig Biomed [Internet]. 2020 [citado 21 Ene 2021]; 39(4):e671. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002020000400005&lng=es.%20%20Epub%2001-Ene-2021
8. Rubio-Palis Y, Pérez-Ybarra LM, Infante-Ruiz MG, Comach G, Urdaneta-Márquez L. Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. Boletín Mal Salud Amb [Internet]. 2011 [citado 21 Ene 2021]; 51(2): [aproximadamente 13 p.]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004
9. Delgado Petrocelli L, Cordova K. Variabilidad climática y su importancia en el diseño de estrategias de prevención y control: caso particular malaria en el Estado Sucre. Comisión para la Mitigación de Riesgos. Universidad Central de Venezuela [Internet]. 2005 Jul [citado 2 Apr 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3FHVeST>



10. Herrera Mayora A, Sánchez Valdivieso EA. Arbovirosis febriles agudas emergentes: Dengue, Chikungunya y Zika. *Med Gen Fam* [Internet]. 2017 [citado 12 Ene 2021]; 6(3):[aprox. 6p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.24038/mgyf.2017.029>
11. Guzmán MG. Dengue [en línea]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas Habana, 2016 [citado 12 Ene 2021]. Disponible en: <http://www.ecimed.sld.cu/>
12. Betancourt Bethencourt JA, Llambias Peláez JJ, Elizabeth Nicolau Pestano E, León Ramentol C. Interacción de variables climáticas con el dengue y el mosquito *Aedes aegypti* en el municipio Camagüey. *Rev. Cubana Med Trop* [Internet]. 2017 [citado 12 Ene 2021]; 69(1):7. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000100002
13. Rosa Freitas M, Schreiber K, Tsouris P, Weimann E, Luitgards-Moura. Associations between dengue and combinations of weather factors in a city in the Brazilian Amazon. *Rev. Panam Salud Pública* [Internet]. 2006 [citado 21 Abr 2020]; 20(4):256-67. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1020-49892006000900006>
14. Popa Rosales JC, Castillo Quesada RM, Pérez Menzies MG, Figueredo Sánchez D, Montada Dorta D. Metamorfosis y emergencia de *Aedes aegypti* fuera del medio acuático y nuevo reporte de importancia entomológica y epidemiológica en Santiago de Cuba. *Rev. Cubana Hig y Epidemiol* [Internet]. 2011 [citado 21 Feb 2021]; 49(2):173-182. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000200004
15. Roque PL, Alfonso AY, González EM, Pérez AN. Influencia del cambio climático en la emergencia del Zika. 16 de abril [Internet]. 2018 [citado 21 Feb 2021]; 57(270):284-288. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=86443>
16. Arredondo Bruce AE, González Cruz Y, Martínez Chávez S, Arredondo Rubido AE. Manifestaciones tardías del dengue grave en pacientes de la provincia de Camagüey. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta* [Internet]. 2016 [citado 27 Ago 2021]; 41(11). Disponible en: <https://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/877>

Declaración de conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses respecto a este estudio.

Contribución de los autores:

ESL: conceptualización, curación de datos, análisis formal, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, visualización, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.

MEPA: investigación, recursos, curación de datos.

LMEB: metodología, administración del proyecto, supervisión, visualización, redacción-revisión y edición.

RGR: curación de datos, análisis formal, validación, visualización, redacción-borrador original.

Financiación:

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

