

# Factores sociodemográficos, climáticos y geográficos asociados a epidemias de dengue en 2010 y 2019 en Palmira, Colombia

## Sociodemographic, climatic and geographic factors associated to the dengue epidemics of 2010 and 2019 in Palmira, Colombia

Ingara James-Giraldo, Mónica Alexandra Gil-Artunduaga, Javier Martínez-Rico, Luisa F. Vallejo-Giraldo, José F. Gómez-Urrego y Juan Pablo Rojas-Hernández

Recibido 17 agosto 2022 / Enviado para modificación 22 octubre 2023 / Aceptado 26 octubre 2023

### RESUMEN

**Introducción** El dengue constituye un problema de salud pública en regiones tropicales. Palmira, ciudad ubicada en el departamento del Valle del Cauca (Colombia) es considerada una zona endémica con comportamiento hiperendémico. Este trabajo evalúa factores sociodemográficos, climáticos y geográficos relacionados con las epidemias de 2010 y 2019.

**Métodos** Estudio ecológico que evalúa la relación entre el número de casos, la densidad poblacional, la altitud, las precipitaciones, las fuentes hídricas y la temperatura. Se realiza las pruebas de t de Student y U de Mann Whitney para la comparación de medidas de resumen de grupos para variables de temperatura y precipitación, según el tipo de distribución; se considera un valor de p estadísticamente significativo  $< 0,05$

**Resultados** En ambos años la mayoría de los casos correspondieron al centro urbano, comunas 1, 2 y 7, entre 921 y 2200 msnm. En los periodos de temperaturas más bajas y mayor precipitación se observó un mayor número de casos, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$  y  $p < 0,017$  respectivamente). Las dos epidemias tuvieron comportamiento similar.

**Conclusiones** Varios factores intervienen en el comportamiento hiperendémico del dengue en Palmira: su ubicación geográfica, localizada en un área donde sobrevive el vector, con mayor riesgo en el centro urbano, en sus comunas 1, 2, 5 y 7, que presentaron focos de criaderos debido a cuerpos de agua y mal manejo de residuos y control de zonas verdes. Se presentaron casos hasta los 2200 msnm. Existe un mayor riesgo en épocas de mayor precipitación y más baja temperatura.

**Palabras Clave:** Dengue; Aedes; incidencia; clima; geografía (*fuentes: DeCS, BIREME*).

### ABSTRACT

**Introduction** Dengue is a public health problem in tropical regions. Palmira, a city located in the department of Valle del Cauca (Colombia), is considered an endemic area with hyperendemic behavior. This study evaluates sociodemographic, climatic, and geographic factors related to the 2010 and 2019 epidemics.

**Methods** An ecological study assessing the relationship between the number of cases, population density, altitude, precipitation, water sources, and temperature. Student's t test and Mann-Whitney U test were used to compare group summary measures for temperature and precipitation variables, according to the distribution type; a p value  $< 0.05$  was considered statistically significant.

**Results** In both years, the majority of cases occurred in urban centers, communes 1, 2, and 7, between 921 and 2,200 meters above sea level. A higher number of cases was observed during periods of lower temperatures and higher rainfall, with a statistically significant difference ( $p < 0.001$  and  $p < 0.017$ , respectively). The two epidemics had similar behavior.

IJ: MD. Biól. Pediat. Universidad Libre Seccional Cali. Cali, Colombia.  
ingarajames@gmail.com  
MG: MD. Pediat. M. Sc. Epidemiología. Universidad Libre Seccional Cali. Cali, Colombia.  
monic.ar1229@outlook.com  
JM: Militar. Analista de sistema de información geográfica. Armada Nacional de Colombia. Cali, Colombia.  
martinezricoj@gmail.com  
LV: Ing. Civil. M. Sc. Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Medellín, Colombia.  
luisavallejo3@hotmail.com  
JG: MD. Pediat. M. Sc. en Epidemiología. Universidad Libre, Seccional Cali. Cali, Colombia.  
josefgomez@unilivre.edu  
JH: MD. Infect. Pediat. M. Sc. Epidemiología. Ph. D. (c) Salud. Universidad del Valle Cali. Cali, Colombia.  
juanpa8506@hotmail.com



DOI: <https://doi.org/10.15446/rsap.V26n1.104235>

**Conclusions** Several factors contribute to the hyperendemic nature of dengue fever in Palmira: its geographic location, in an area where the vector survives, with a higher risk in the urban center, in its communes 1, 2, 5, and 7, which had breeding sites due to bodies of water and poor waste management and control of green areas. Cases have occurred up to 2,200 meters above sea level. There is a higher risk during periods of higher rainfall and lower temperatures.

**Keywords:** Dengue, Aedes, incidence, climate, geography (source: MeSH, NLM).

La infección por dengue es un problema de salud pública para las regiones tropicales y subtropicales, compromete a más de cien países y genera alrededor de 390 millones de infecciones al año, 96 millones de ellas sintomáticas (1,2). Es causada por un virus del género *Flavivirus*, familia *Flaviviridae*, del cual se conocen cinco serotipos, cuatro de ellos de importancia clínica: DEN-1 a DEN-4. El vector es el mosquito *Aedes aegypti* (*Ae. aegypti*), principalmente, y con menor frecuencia *Aedes albopictus* (*Ae. albopictus*) (3). Dos terceras partes de la población mundial están en riesgo y su mortalidad llega al 20% en el no tratado y 1% en la atención intrahospitalaria (1).

En Colombia, el principal mosquito vector es *Ae. aegypti*. La infección fue erradicada en el país entre 1950 y 1960, pero reapareció en 1970 debido a la resistencia adquirida por el vector a los insecticidas, que son su principal forma de control en Colombia (4,5). Los principales serotipos son: DEN-1, DEN-2 y DEN-4, y a partir del año 2001 se suma DEN-3 (3).

En los últimos veinte años en las Américas se registran ciclos epidémicos de tres a cinco años (6). En los últimos veinticinco años se han visto dos epidemias importantes de dengue en el país: en los años 2010 y 2019. En 2010 se reportaron 147 426 casos, con una incidencia acumulada de 624 casos por 100 000 habitantes, y en 2019, 124 989 casos, con una incidencia acumulada de 465,9 casos por 100 000 habitantes (7,8). Estos dos años mostraron un comportamiento mayor a lo esperado anualmente.

Para entender el ciclo de transmisión del dengue es importante comprender los ciclos de vida de su principal vector. Las hembras depositan sus huevos en paredes ásperas que contengan agua clara y limpia, en zonas frescas y sombreadas. En 48 horas los huevos desarrollan su etapa embrionaria y pueden quedar desecados en esta etapa por largos periodos. Al entrar en contacto con el agua eclosionan, lo que da lugar a la larva en primer estadio, para luego completar cuatro etapas larvarias. En promedio, el tiempo de duración de la etapa larvaria son ocho días, y en dos días se pasa a la etapa de la pupa, de donde se pasa a la fase del mosquito adulto (6).

Al ser una enfermedad transmitida por vectores, las condiciones para que amplíe su alcance y probabilidad de transmisión dependen de factores geográficos, entomológicos y sociodemográficos.

El clima afecta directamente los ciclos biológicos del vector, la temperatura puede reducir la efectividad de transmisión al acortar o prolongar la vida del vector y modificar los periodos de incubación del mosquito (9). El periodo de

incubación extrínseco es el tiempo en el cual el virus ingresa al mosquito y se disemina hasta las glándulas salivares, y se modifica con la temperatura: a 25°C demora de 5 a 33 días y a 30°C se acorta a 2-15 días, lo que facilita una transmisibilidad más rápida (10). El mosquito sobrevive idealmente a temperaturas entre 20 y 29°C, su longevidad y fecundidad se han asociado a temperaturas entre 22 y 30°C (11,12). A más de 31°C, se acelera el envejecimiento del mosquito y por tanto su mortalidad, y a temperaturas menores de 21°C se prolonga su ciclo de vida (10).

La capacidad vectorial es una medida para describir la efectividad de transmisión de la enfermedad por el vector, proceso que también se ve influido por la temperatura: por encima de 30°C se observa una disminución de la efectividad infecciosa del virus al mosquito, y, de esta manera, menor capacidad vectorial de este (10). En las especies de *Ae* se ha encontrado un umbral mínimo de desarrollo de 10,30°C en etapas inmaduras, con periodos de vida cortos que se van ampliando a medida que llegan a temperaturas óptimas, cerca de los 29,70°C (10,12,13). Como último factor, la frecuencia de picaduras también es otro componente importante, porque generalmente el mosquito se alimenta una vez al día, pero a medida que progresa a temperaturas óptimas este proceso se aumenta hasta dos veces al día, de manera que mejora su capacidad vectorial (10,14).

Los niveles de lluvias constituyen otro factor: Colombia presenta periodos de sequía y lluvias, el aumento predispone a mayores acúmulos de agua lluvia, pero temperaturas más bajas, que disminuyen la capacidad de sobrevivencia del vector (15). Estos periodos se intercalan con sequías, las cuales predisponen a la población a hacer reservas obligatorias de agua, lo que resulta en criaderos y altas temperaturas que llevan a mejores condiciones de incubación y fecundación del mosquito (15-17).

El vector se ha encontrado a una altitud no mayor a los 2200 msnm, que corresponde al 90% del territorio nacional (18-21). Con los cambios climáticos se ha generado una adaptación del mosquito a zonas previamente no detectadas, como es el caso de más de 1800 msnm (20). En Colombia, antes de 1981 se consideraba que la especie no sobrevivía a más de 1585 msnm, sin embargo, Suarez y Nelson reportan esta especie en veintidós municipios entre los 1600 y los 2200 msnm (21).

El ciclo de vida del vector está ligado íntimamente al hábitat humano, lo que genera una transmisión focal, agregada en viviendas y barrios de cortas distancias. Por

esta razón, los factores sociodemográficos se han asociado a esta infección. *Ae. aegypti* tiende a estar más activo durante el día, su hábitat son contenedores de agua almacenada donde se desarrollan y ponen sus huevos (13,22). Únicamente las hembras adultas transmiten el dengue a humanos, con un periodo de incubación de alrededor de diez días, lapso en el cual el virus se replica en las glándulas salivares del mosquito (13). Zonas de mayor densidad demográfica y mayor población podrían aportar al aumento de esta enfermedad, al disminuir la proximidad del vector y el huésped (9,23). El patrón de alimentación del mosquito es diurno, lo cual genera que el uso de mosquiteros no sea completamente efectivo ni la única medida de control (14,22).

El municipio de Palmira, ubicado en el departamento del Valle del Cauca, tiene una superficie de 1162 km<sup>2</sup>, cuenta con tres pisos térmicos que van desde el páramo de Las Hermosas hasta el río Cauca, en tanto que la zona urbana se ubica en promedio sobre los 1000 msnm (24). Se ha considerado que esta es una zona endémica para el dengue, con un comportamiento hiperendémico, debido al registro constante de casos. La Secretaría de Salud de Palmira ha implementado acciones de control, vigilancia e inspección larvaria en sitios de riesgo, en conjunto con la Unidad Ejecutora de Saneamiento Departamental (UES), donde se aplican larvicidas en sitios de detección larvaria. A estos programas se suma la educación comunitaria en recolección de residuos inservibles, manejo y control de basuras peridomiciliarias, colaboración con el mantenimiento de aguas y control de vegetación en espacios públicos (24). El objetivo de este trabajo es comparar los factores sociodemográficos, climáticos y geográficos que se relacionan con las epidemias de dengue de 2010 y 2019 en el municipio de Palmira.

## METODOLOGÍA

Estudio ecológico, cuya población son los residentes en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, entre el 1.º de enero y el 31 de diciembre de 2010, y entre el 1.º de enero y el 31 de diciembre de 2019. Se incluye el universo de personas residentes en el municipio durante el 2010 y el 2019, según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Se define como caso de dengue todo paciente notificado a la Secretaría de Salud de Palmira como caso probable, caso confirmado por laboratorio, caso confirmado por nexo epidemiológico.

Se solicita a la Secretaría de Salud de Palmira los datos de los eventos Sivigila con ficha 210 dengue con signos de alarma y sin signos de alarma, 220 dengue grave y 580 mortalidad por dengue para las fechas establecidas. Las direcciones se georreferencian utilizando Google Maps, y se convierten a coordenadas geográficas exportadas en un

mapa usando el software ArcGis 10,4 para verificación, corrección y graficación final. En los casos urbanos se logra un acercamiento hasta la cuadra o barrio de residencia del paciente, definiendo la comuna. En los casos rurales se cuenta con información del centro poblado más cercano (comunidades 8 a 16).

Para la densidad poblacional se toman las estimaciones y proyecciones poblacionales 2005-2020, fuente DANE, basadas en los censos 2005 y 2018, sin contar con los datos por comunas.

El análisis geográfico de altitudes se realiza por medio del Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés). Los datos de precipitaciones provienen de imerg (Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM), un algoritmo que combina información de satélites de la medición global de la precipitación (GPM por sus siglas en inglés) para estimar la lluvia en la mayor parte de la superficie terrestre (25[1]). Se generan datos según rangos estipulados por las estaciones de precipitación para cada comuna, con un único dato para todas las comunas urbanas (comuna 1 a 7). Se consolidan los datos por semana para concordar con las semanas epidemiológicas estipuladas por el Ministerio de Salud, iniciando domingo y terminando sábado, como se estipula en el Protocolo de Vigilancia de Salud Pública para Dengue del Instituto Nacional de Salud (26). Los datos de temperaturas corresponden a dos metros de la superficie, según el Centro de Previsiones Meteorológicas a Mediano Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés) ERA5 (ecmwf Re-Análisis) (27). Todas estas bases de datos son públicas.

Se realizan las pruebas de t de Student y U de Mann Whitney para la comparación de medidas de resumen de grupos para variables de temperatura y precipitación, según el tipo de distribución. Se considera un valor de p estadísticamente significativo <0,05. Para esta prueba se utiliza el software estadístico IBM SPSS versión 29.

## RESULTADOS

La base de datos incluye 1801 casos de dengue, 31 casos de dengue grave y un caso de mortalidad por dengue para los años 2010 y 2019. En los casos de dengue grave y mortalidad por dengue, la tabla de notificación obligatoria no incluye información de identificación del paciente, por lo que se excluyeron, al no lograr correlacionar si fueron previamente notificados como dengue con o sin signos de alarma. Se excluyeron 170 casos por información inconclusa de la residencia del paciente o porque esta residencia se encontró fuera del municipio. Posteriormente a esta exclusión quedan un total de 1599 casos de dengue, con o sin signos de alarma, para los dos años, 967 y 632 casos en 2010 y 2019, respectivamente.

### Factores sociodemográficos

Para ambos años se evaluó el número de casos según la semana epidemiológica. En el 2010 se presentan más casos en el primer trimestre, con pico en la semana 6 (56 casos), estabilizándose a partir de la semana 19. Para el 2019, la mayoría de los casos se presentaron durante el último trimestre, con pico en la semana 51 (55 casos).

La Tabla 1 muestra la frecuencia de casos según comuna y año. En el 2010, el 76,2% de los casos de dengue

se observan en las comunas urbanas (comunas 1 a 7). Las principales comunas afectadas fueron la 7, seguida de la 1, la 5 y la 2, a las cuales les correspondió el 53,4% de los casos de dengue con o sin signos de alarma para este año. Estos datos se compararon con los de 2019, y se evidenció una tendencia muy similar, con 88% de los casos en zona urbana, principalmente en las comunas las 7, 2 y 1, que aportan el 61,2% de los casos para el municipio. La comuna 5 presenta un descenso importante de casos.

**Tabla 1.** Número de casos por comuna para 2010 y 2019

Comunas	Número de casos 2010	Número de casos 2019
1	130	120
2	103	123
3	97	66
4	59	26
5	123	41
6	64	42
7	161	144
8	42	25
9	26	8
10	14	5
11	38	5
12	36	5
13	52	7
14	10	2
15	2	2
16	10	11
Total	967	632

La densidad poblacional proyectada al 2010 fue de 336 520, con 267 574 habitantes en la cabecera municipal y 67 093 en centros poblados y rural disperso. Se calcula una incidencia de dengue para 2010 de 287 casos por 100 000 habitantes. Para el 2019 la proyección poblacional fue de 352 016 habitantes, con 277 519 residentes en la cabecera municipal y 74 419 en centros poblados y rural disperso, y una incidencia de dengue de 227 casos por 100 000 habitantes. No se cuenta con información de den-

sidad poblacional por comuna; la información entregada por la Secretaría de Salud no cuenta con densidad poblacional por comuna, por lo que esto no se logra realizar.

### Factores climáticos

En el análisis de precipitación, la medición satelital arroja un único dato para todas las comunas urbanas: las comunas con mayor precipitación anual fueron las comunas rurales 10, 15 y 16 para el año 2010, y 9, 10 y 11 para el año 2019 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Precipitación anual por comuna para el año 2010 y 2019

Comunas	Precipitación 2010 (m3/año)	Precipitación 2019 (m3/año)
Urbanas (1 -7)	1487,9	989,2
8	1525,1	1095,6
9	1596,0	1106,7
10	1776,2	1366,5
11	1612,4	1164,7
12	1448,5	940,4
13	1458,7	918,1
14	1601,1	1051,7
15	1854,4	995,4
16	1726,0	996,0

Se realiza de prueba de t de Student para comparar el promedio de precipitación y temperatura de las semanas en que hubo casos en el año 2010 vs. 2019, y se evidencia que la temperatura fue menor, mientras que la precipitación fue mayor, con diferencia estadísticamente significativa (Tabla 3a).

Por medio de la prueba de U de Mann Whitney, al comparar la mediana de precipitación y temperatura de

las semanas en las que hubo más casos que el promedio (18 casos/semana para el 2010 y 12 casos/semana para el 2019) durante 2010 vs. 2019, se evidencia que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones. El promedio de casos/semana fue mayor para el año 2010, en comparación con el 2019, con diferencia estadísticamente significativa (18 vs. 12, valor  $p < 0,01$ ) aunque en el 2019 se presentaron más datos atípicos (Tabla 3b).

**Tabla 3a.** Medidas de resumen de grupo para temperatura y precipitación. Comparación de promedio de precipitación y temperatura de semanas con casos de dengue del año 2010 vs. 2019

Estadísticas de grupo					
	Año	N	Media	Desv. estándar	Valor p (T de student)
Temp	2010	51	20,3298	,68573	0,001
	2019	47	20,6974	,46855	
Preci	2010	51	303,3614	275,24987	0,017
	2019	47	206,0126	159,03649	

**Tabla 3.b** Comparación de la mediana de precipitación y temperatura de las semanas con más casos que el promedio/año durante el 2010 vs. 2019

Estadísticas de grupo					Valor p (U de Mann Whitney)
	Año	N	Mediana	RIC	
Temp	2010	19	20,6	20,0 – 21,0	0,32
	2019	17	20,3	19,9-20,8	
Preci	2010	19	143,2	39,2 – 294,2	0,92
	2019	17	179,9	56,2 – 361,1	

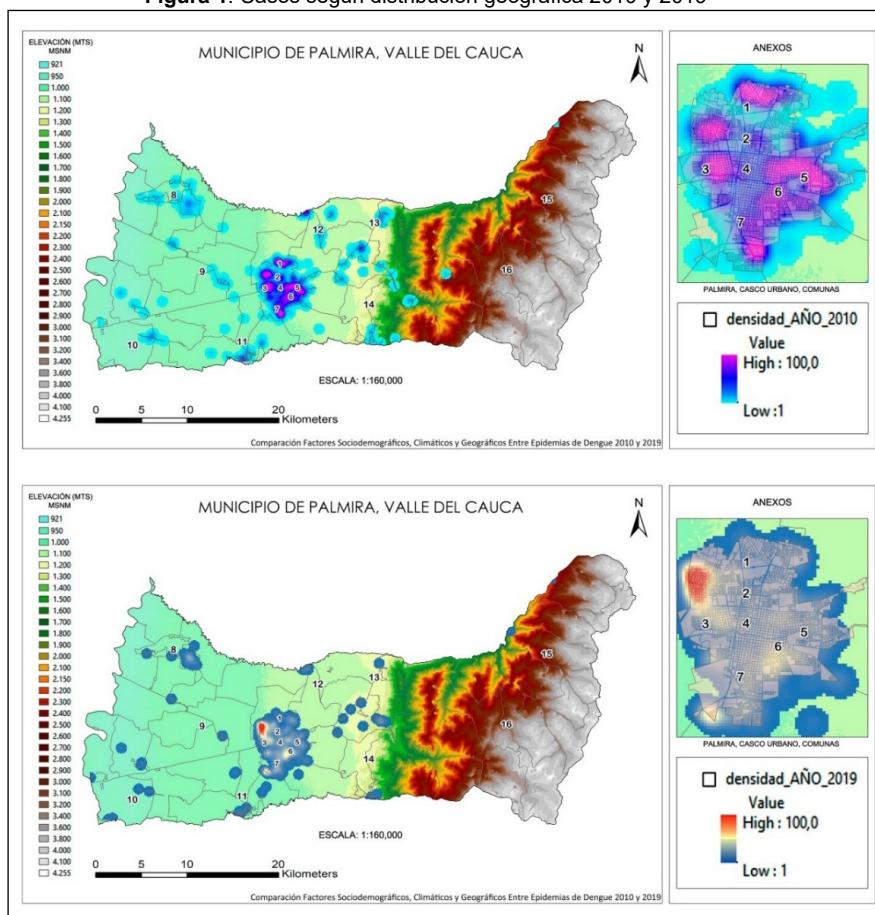
El 98% de los casos se presentaron en zona de valle, entre las comunas 1 y 13, con temperaturas entre los 17 y los 240 C en 2010 y entre 17 y 250 C en 2019. Las comunas rurales 14 a 16 se encuentran en la zona de cordillera, a mayor altitud, con temperaturas entre 12 y 210 C en ambos años.

### Factores geográficos

El municipio de Palmira tiene una altitud entre los 921 y los 4100 msnm, su casco urbano se localiza entre los 1000 y los 1100 msnm. El mayor porcentaje de casos se encontraron entre los 921 y los 1800 msnm, con casos

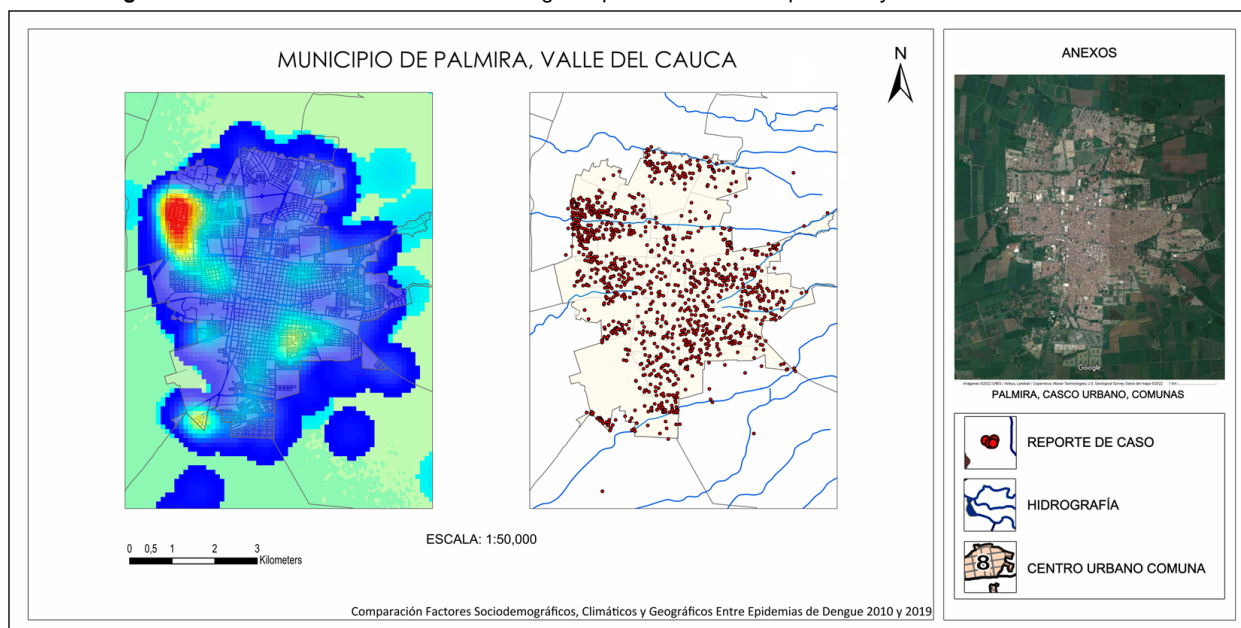
esporádicos en la comuna 16 (2010) y en la comuna 15 (2019), ambas a una altura máxima de 2200 msnm. En la Figura 1 se observa la distribución de casos relacionados con la altitud en ambos años.

En la Figura 2 se muestran los focos de incidencia repetidos para ambos años y las fuentes hídricas de la ciudad de Palmira donde se concentran la mayoría de los casos. El foco más importante corresponde a las comunas 1 y 2, las cuales rodean un cuerpo de agua alrededor del barrio Caimitos. Adicionalmente, se observan focos repetitivos en la comuna 7 en los barrios Chapinero Sur y El Sembrador.

**Figura 1.** Casos según distribución geográfica 2010 y 2019

Fuente: elaboración con datos suministrados por la Secretaría de Salud Municipal de Palmira y DEM.



**Figura 2.** Focos de incidencia urbanos de dengue repetidos en ambas epidemias y relación con fuentes hídricas

Fuente: Elaboración con datos suministrados por la Secretaría de Salud Municipal de Palmira y DEM.

## DISCUSIÓN

Los resultados sociodemográficos con mayor porcentaje de casos en zona urbana (76,2 % y 88% para 2010 y 2019, respectivamente) concuerdan con la noción de que el ciclo de vida del mosquito está intrínsecamente relacionado con el hábitat humano y los patrones de vida de la población (13,22). Cali ha hecho hallazgos similares, con mayor número de casos en zonas de mayor densidad poblacional (13). Singapur evidenció que el crecimiento poblacional fue uno de los factores más importantes en la incidencia de dengue (23). Este estudio tiene la limitación de la información de densidad poblacional por comuna, pero logra mostrar una carga mayor de la enfermedad en la ciudad con respecto a las comunas rurales.

Las comunas con más casos fueron la 7 y la 1 en el año 2010 y la 7 y la 2 en el 2019. Estas tres comunas son las de mayor extensión territorial de la ciudad, lo cual puede explicar que esta se mantenga con el mayor aporte de casos en ambos años. En el 2010, la comuna 5 fue la tercera más afectada, a pesar de no tener gran extensión territorial; logró una reducción significativa en el 2019.

Del análisis con el grupo focal de referentes en enfermedades de transmisión por vectores del municipio de Palmira se extraen los siguientes datos:

- En los últimos años se han detectado focos de humedales en el barrio San Pedro, que limita con el bosque municipal de Palmira, y se han encontrado focos de criaderos.

- La Secretaría de Salud ha hecho un esfuerzo conjunto con el centro de salud, las instituciones educativas y la comunidad para el cuidado de estos espacios libres y la toma de conciencia sobre el almacenamiento de agua para lograr impactar en las tasas de dengue.
- La Secretaría de Salud y la UES realizan inspección larvatoria rutinaria y aplicación de larvicida en zonas de riesgo.
- En la zona rural de las comunas 11, 12 y 13 se presentó, en forma similar, un descenso significativo de casos en el año 2019.

Como factores climáticos se evaluaron la precipitación y la temperatura, y se observó un mayor número de caso en épocas de mayor precipitación y más baja temperatura, siendo esto estadísticamente significativo. La relación entre los casos de dengue y la precipitación es compleja, ambas situaciones se han asociado a un aumento de casos de dengue. La sequía, por su parte, genera la necesidad de almacenamiento masivo de agua en las viviendas, lo que predispone al aumento de criaderos, por lo cual es esencial la educación a la población sobre medidas básicas para prevenir la dispersión del vector y como resultado el aumento de los casos (14). Esta situación se evidencia en un estudio realizado en la ciudad de Medellín, donde hubo una mayor incidencia de dengue en barrios donde se practicaba el almacenamiento de agua (17).

El aumento de lluvias puede generar un aumento de criaderos del mosquito, pero a medida que esto progresa hace que el agua fluya por desbordamiento, lo cual puede generar el efecto opuesto, disminuyendo así los criaderos

y por ende los casos (14). Para el presente estudio se observó un aumento de casos asociado a periodos de mayor precipitación. Esto requiere un manejo conjunto con la ciudadanía y la ciudad para disminuir las zonas acumulación de agua en espacios públicos y viviendas, como también la aplicación masiva de larvicidas en zonas de estancamiento de agua natural, como se ha hecho en la ciudad de Palmira.

La temperatura en zonas valle entre 17 y 25°C en ambos años fue idónea para la supervivencia del mosquito; esta zona presentó el 98% de los casos. En la región de la cordillera se presentaron temperaturas más bajas, entre 12 y 21°C, subóptimas para la supervivencia del mosquito, lo que explica la menor frecuencia de casos en estas comunas.

En cuanto a altitud, previamente se hablaba de una supervivencia de *Aedes aegypti* hasta máximo 1800 msnm, pero con el tiempo y los cambios climáticos a escala mundial se ha dado una expansión del vector a nuevas zonas geográficas (28). En Antioquia se evaluó la presencia de este vector entre los 1800 y los 2600 msnm, y se encontraron mosquitos adultos hasta los 2302 msnm y mosquitos infectados por dengue hasta los 1984 msnm (20). El registro de caso de dengue de mayor altura en Colombia se hizo a los 2200 msnm, en Málaga, Santander (20,21). En este estudio se encuentran reportes de casos a una elevación máxima de 2200 msnm, con la limitación de que el sitio de residencia puede en algunos casos no corresponder al sitio de contagio.

Sobre fuentes hídricas, el foco entre las comunas 1 y 2, zona del barrio Caimitos y Llano Grande, presenta cercanía a un afluente de agua y en ambos años representó un foco de casos. La Secretaría de Salud refiere detección de focos relacionados con este afluente de agua, en especial por mal manejo de desechos residuales de la comunidad sobre el canal, cuyo efecto es la disminución en el flujo de agua y que se generen criaderos. Se requieren programas educativos sobre el adecuado manejo de desechos, así como la educación a la población por medio de la intervención en colegios y en la comunidad sobre el manejo del agua almacenada. La comuna 5, con dos afluentes en este sector, ha logrado impactar en sus cifras de dengue para la segunda epidemia, a través de programas educativos y de detección larvaria. En la comuna 7, en el barrio Chapinero Sur, se han detectado criaderos por cercanía a potreros y fincas de la zona rural limítrofe, y en el barrio El Sembrador los casos de dengue se han relacionado con grandes parques públicos y humedales naturales que se generan en tiempos de lluvias.

Se requiere un abordaje desde varios sectores para lograr impactar en la transmisión de esta enfermedad, la cual es

hiperendémica para esta región. El principal foco de contagio se genera en la ciudad y por tanto se requiere abordar esta población con mayores estrategias, especialmente las comunas con mayor número de casos. Es esencial replicar las medidas de contención utilizadas en aquellas comunas que han logrado controlar efectivamente los casos, como fueron las comunas 5, 11, 12 y 13. Estas medidas deben ser implementadas en colegios, centros de salud y la comunidad.

Las limitaciones que presenta el estudio incluyen la dificultad para identificar direcciones rurales exactas en las fichas de notificación, por ende, no se identifica un sitio específico del caso en el mapa. Se utilizaron las direcciones de residencia del paciente para localizar el foco de dengue, que no necesariamente es el sitio donde se adquirió la infección; la deficiencia en el diligenciamiento de la ficha de notificación genera limitaciones para este tipo de estudio y afecta la validez del dato; no se cuenta tampoco con un registro de densidad poblacional diferencial por comunas. Finalmente, este es un estudio observacional ecológico, por lo cual solo se pueden observar relaciones entre los factores, sin una asociación exacta con su impacto. No existen estudios que evalúen los mismos parámetros a nivel nacional o internacional.

Varios factores intervienen en el comportamiento hiperendémico para el dengue en el municipio de Palmira, entre los que se encuentran su estratégica localización en áreas donde sobrevive el vector, y la temperatura ideal para su supervivencia, lo que prolonga su ciclo de vida y favorece una mayor reproducción, al acortar los tiempos de incubación de los huevos.

Es de mayor riesgo la zona urbana, especialmente las comunas 1, 2 y 7, por su mayor frecuencia de focos de criaderos asociados con los afluentes de agua, el mal manejo de residuos y el control de zonas verdes. La comuna 5 representó un modelo que seguir en la prevención, basado en la educación a la comunidad y continuando con la eliminación de focos larvarios.

La altitud alcanza reportes a 2200 msnm, lo cual representa una preocupación dado el cambio climático.

Existe un mayor riesgo de dengue en épocas de mayor precipitación en esta población, por lo que se requiere continuar la educación frente al manejo de aguas estancadas en zonas públicas y en viviendas ♦

**Conflictos de interés:** Ninguno.

**Agradecimientos:** A Catherine Manion, por todo el apoyo técnico en la realización de este estudio, y a la Secretaría de Salud de Palmira por contribuir con la información necesaria y la disposición del grupo referente de enfermedades transmitidas por vectores para este trabajo.

## REFERENCIAS

- Guo C, Zhou Z, Wen Z, Liu Y, Zeng C, Xiao D, et al. Global epidemiology of dengue outbreaks in 1990-2015: A systematic review and meta-analysis. *Front Cell Infect Microbiol*. 2017;7(317). <https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00317>.
- Pan American Health Organization (PAHO), World Health Organization (WHO). Dengue: guías para la atención de enfermos en la región de las Américas. 2.a ed. Washington: PAHO, WHO; 2016.
- Méndez F, Barreto M, Arias JF, Rengifo G, Muñoz J, Burbano ME, et al. Human and mosquito infections by dengue viruses during and after epidemics in a dengue-endemic region of Colombia. *Am J Trop Med Hyg*. 2006;74(4):678-83. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2006.74.678>.
- Ocampo CB, Wesson DM. Population dynamics of *Aedes aegypti* from a dengue hyperendemic urban setting in Colombia. *Am J Trop Med Hyg*. 2004;71(4):506-13. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.71.506>.
- Hagenlocher M, Delmelle E, Casas I, Kienberger S. Assessing socioeconomic vulnerability to dengue fever in Cali, Colombia: statistical vs expert-based modeling. *Int J Health Geogr*. 2013;12(1):36. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-12-36>.
- Colombia, Instituto Nacional de Salud (INS). Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue. Plan Nacional de Salud Pública [Internet]. INS. Consultado en mayo 2022. Disponible en: <https://tinyurl.com/3p8pdtstr>.
- Rodríguez Reyes AY, González Ruge D, Pardo Herrera LC. Informe del evento Dengue Colombia 2019. Instituto Nacional de Salud; 2019.
- Bello Pérez SL. Comportamiento epidemiológico del dengue en Colombia año 2010. Instituto Nacional de Salud; 2010.
- Simon LM, Rangel TF. Are temperature suitability and socioeconomic factors reliable predictors of dengue transmission in Brazil? *Front Trop Dis*. 2021;2(758393). <https://doi.org/10.3389/ftd.2021.758393>.
- Márquez Benítez Y, Monroy Cortés KJ, Martínez Montenegro EG, Peña García VH, Monroy Díaz ÁL. Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes spp* y la transmisión del virus del dengue. *Ces Med*. 2019;33(1):42-50. <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>.
- Beserra EB, Castro Jr. FP, Santos JW, Santos TS, Fernandes CRM. Biología e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. *Neotrop Entomol*. 2006;35(6):853-60. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000600021>.
- Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, Fontenille D. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *J Med Entomol*. 2009;46(1):33-41. <https://doi.org/10.1603/033.046.0105>.
- Delmelle E, Casas I, Rojas JH, Varela A. Spatio-temporal patterns of dengue fever in Cali, Colombia: *Int J Appl Geospatial Res*. 2013;4(4):58-75. <https://doi.org/10.4018/jagr.2013100104>.
- Phanitchat T, Zhao B, Haque U, Pientong C, Ekalaksananan T, Aromseree S, et al. Spatial and temporal patterns of dengue incidence in northeastern Thailand 2006-2016. *BMC Infect Dis*. 2019;19(743). <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4379-3>.
- Krystosik AR, Curtis A, Buritica P, Ajayakumar J, Squires R, Dávalos D, et al. Community context and sub-neighborhood scale detail to explain dengue, chikungunya and Zika patterns in Cali, Colombia. *Plos One*. 2017;12(8):e0181208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181208>.
- Johansen IC, Carmo RL do, Alves LC, Dias Bueno MDC. Environmental and demographic determinants of dengue incidence in Brazil. *Rev. Salud Pública (Bogotá)*. 2018;20(3):346-53. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n3.54315>.
- Ortiz C, Rúa-Urbe GL, Rojas CA. Conocimientos, prácticas y aspectos entomológicos del dengue en Medellín, Colombia: un estudio comparativo entre barrios con alta y baja incidencia. *Biomédica*. 2018;38(2):106-16. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3957>.
- Molinerós Gallón LF, Pinzón Gómez EM, Rengifo García NE, Daza Rivera CF, Hernández-Carrillo M, Lesmes Duque MC. Seroprevalencia de dengue en municipios con transmisión hiperendémica y mesoendémica, Valle del Cauca, Colombia. *Rev Cuba Salud Pública [Internet]*. 2020;46(2). Disponible en: <https://tinyurl.com/29772fak>.
- Alvarado-Prado R, Nieto López E. Factores socioeconómicos y ambientales asociados a la incidencia de dengue: estudio ecológico en Costa Rica, 2016. *Rev Costarric Salud Pública [Internet]*. 2019;28(2):227-38. Disponible en: <https://tinyurl.com/2svdbnf9>.
- Ruiz-López F, González-Mazo A, Vélez-Mira A, Gómez GF, Zuleta L, Uribe S, et al. Presencia de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) y su infección natural con el virus del dengue en alturas no registradas para Colombia. *Biomédica*. 2016;36(2):303. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.3301>.
- Suarez MF, Nelson MJ. Registro de altitud de *Aedes aegypti* en Colombia. *Biomédica*. 1981;1(4). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v1i4.1809>.
- Schmidt WP, Suzuki M, Dinh Thiem V, White RG, Tsuzuki A, Yoshida LM, et al. Population density, water supply, and the risk of dengue fever in Vietnam: Cohort study and spatial analysis. *PLoS Med*. 2011;8(8):e1001082. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001082>.
- Struchiner CJ, Rocklöv J, Wilder-Smith A, Massad E. Increasing dengue incidence in Singapore over the past 40 years: Population growth, climate and mobility. *Plos One*. 2015;10(8):e0136286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136286>.
- Rodríguez RF. Epidemiología del dengue en Palmira Valle, Colombia 2001-2004. *Rev Fac Med*. 2006; 54(2):88-95.
- Nasa Global Precipitation Measurement Mission. [Internet]. Consultado en abril 2022. Disponible en: <https://gpm.nasa.gov/data/imerg>.
- Zambrano P. Protocolo de vigilancia en salud pública Dengue [Internet]. Instituto Nacional de Salud; 2020. Consultado en Abril 2022. Disponible en: <https://tinyurl.com/5h944myx>.
- Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio. [Internet]. Consultado en abril 2022. Disponible en: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>.
- Messina JP, Brady OJ, Golding N, Kraemer MUG, Wint GRW, Ray SE, et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nat Microbiol*. 2019; 4(9):1508-15. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8>.