Determinantes del riesgo de establecimiento de Aedes spp. en Bogotá: revisión

Factors Influencing Risk of Aedes spp. Establishment in Bogotá: A Review

ARTÍCULO DE REVISIÓN · EDICIÓN ESPECIAL FIKLiv 2026

María de los Ángeles Parra[1]
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-0650-5847
Mauricio Humberto Rodríguez[2]
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0023-7169
Carlos Humberto Murcia Ramírez[3*]
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2824-2739
1. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
2. Semillero de investigación de Biotecnología. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
3. Semillero de investigación Ceparium. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.

Autor de correspondencia
Carlos Humberto Murcia Ramírez
Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá D. C., Colombia.
chmurcia@universidadmayor.edu.co

Recibido: 26-03- 2026 Aceptado: 26-06-2026

Resumen

Las enfermedades virales transmitidas por los vectores *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* representan un desafío de salud pública, causando miles de muertes anuales en la Región de las Américas. Esta revisión analiza cómo la interacción entre la temperatura y la altitud condiciona la distribución de estos mosquitos, evaluando el riesgo potencial de su establecimiento en zonas no endémicas de gran altura como Bogotá. Se realizó análisis mediante la revisión de 32 artículos científicos publicados entre 2015 y 2026 en bases de datos como PubMed y Google Scholar, centrados en factores ambientales y expansión altitudinal en Latinoamérica. Los resultados identifican a la temperatura como el factor abiótico predominante en los estudios, confirmando que los vectores han superado el límite de 1,200 m s. n. m., alcanzando registros de hasta 2,302 m s. n. m. en Colombia y 2,900 m s. n. m. en Bolivia. La discusión destaca que la plasticidad adaptativa, sustentada en proteínas de choque térmico y mecanismos de resistencia embrionaria, permite la supervivencia en ambientes antes considerados poco idóneos. Además, factores como el comportamiento endofílico y las islas de calor urbanas favorecen el ciclo biológico de los mosquitos a pesar del frío. Se concluye que la expansión altitudinal es un fenómeno en curso impulsado por el cambio climático, estableciendo un riesgo plausible de colonización en Bogotá que demanda vigilancia entomológica y estrategias preventivas de salud pública.

Palabras clave: Arbovirus; *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Temperatura; Altitud; Expansión.

Abstract

Viral diseases transmitted by the *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes pose a public health challenge, causing thousands of deaths annually in the Region of the Americas. This review analyzes how the interaction between temperature and altitude influences the distribution of these mosquitoes, assessing the potential risk of their establishment in high-altitude, non-endemic areas such as Bogotá. The analysis was conducted by reviewing 32 scientific articles published between 2015 and 2026 in databases such as PubMed and Google Scholar, focusing on environmental factors and altitudinal expansion in Latin America. The results identify temperature as the predominant abiotic factor in the studies, confirming that the vectors have surpassed the 1,200 m a.s.l. elevation limit, reaching records of up to 2, 302 m a.s.l. in Colombia and 2,900 m a.s.l. in Bolivia. The discussion highlights that adaptive plasticity, supported by heat shock proteins and embryonic resistance mechanisms, enables survival in environments previously considered unsuitable. Furthermore, factors such as endophilic behavior and urban heat islands favor the biological cycle of mosquitoes despite the cold. It is concluded that altitudinal expansion is an ongoing phenomenon driven by climate change, establishing a plausible risk of colonization in Bogotá that requires entomological surveillance and preventive public health strategies.

Keywords: Arbovirus, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, Temperature, Altitude, Expansion.

Introducción

Los arbovirus son un conjunto de virus que están implicados en el desarrollo de enfermedades transmitidas por artrópodos hematófagos, específicamente por culícidos del orden de los Dípteros (1, 2, 3), principalmente *Aedes aegypti (L)* y *Aedes albopictus (S)*, considerados como los vectores primarios de enfermedades como el dengue, fiebre amarilla urbana, zika y chikungunya, entre otras (4, 5, 6, 7, 8). Estas enfermedades virales representan más del 17% de las enfermedades infecciosas, causando alrededor de 700 000 muertes anualmente (9).

Según el boletín epidemiológico, en el 2024 se reportaron 13,539,341 casos de arbovirus en las Américas, de los cuales 96,5 % correspondieron a dengue, 3,2 % a chikungunya y 0,3 % a Zika (10). Para 2025, se notificaron 1,687,689 casos de dengue, con 8,808 casos graves y 2,207 muertes, además, 212 casos de fiebre amarilla (85 fatales), 4,420 casos de zika (1 muerte) y 114,983 de chikungunya con 171 fallecimientos (11, 12, 13, 14). En conjunto, se observa una reducción considerable de casos en 2025 frente a 2024, especialmente en el caso de dengue, que presenta un comportamiento hiperendémico con ciclos epidémicos cada 2 a 3 años, además de ser la arbovirosis más frecuente en humanos (15, 16, 17). Latinoamérica se caracteriza por ser una región predominantemente tropical (18), incluyendo áreas hiperhúmedas tropicales y zonas subtropicales (19), manteniendo condiciones cálidas y húmedas favorables para la proliferación de vectores de importancia clínica. Colombia, en particular, presenta un clima ideal creando así un escenario idóneo para el establecimiento de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus.* Regiones de baja altitud, como Valle del Cauca registran temperaturas entre 25 °C y 30 °C, rango óptimo para la supervivencia de ambas especies (20).

Esta variabilidad ambiental permite la coexistencia de una fauna culicídea considerable. Entre ellos, las especies más importantes a nivel de salud pública son: *Aedes aegypti y Aedes albopictus* (principales vectores arbovirosis), *Haemagogus spp. y Sabethes spp.* (vectores de la fiebre amarilla selvática), *Anopheles darlingi*, *Anopheles nuneztovari* y *Anopheles albimanus* (como vectores primarios de la malaria), entre otros (21, 22, 23).

En este sentido, aunque la información disponible es limitada, el estudio de los factores ambientales; temperatura y altitud en relación con la distribución de los mosquitos, representa un aporte para generar líneas de base que permitan comprender mejor su interacción y con ello, contribuir al diseño de estrategias efectivas de prevención y control frente a *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus.* El objetivo de esta revisión es analizar el papel de la interacción entre la temperatura y la altitud como factores ambientales clave que condicionan la distribución y la infestación de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en Colombia y Latinoamérica. Un aspecto clave del estudio, será determinar el riesgo potencial de que estas condiciones favorezcan su presencia en zonas no endémicas, como en la ciudad de Bogotá.

Dos siglos de expansión territorial de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en Colombia y el desafío de la altura

El mosquito *Ae. aegypti* es una especie nativa de África, migró al Nuevo Mundo durante el siglo XV a bordo de los barcos que transportaban esclavos. Este mosquito llegó a Colombia por Cartagena y fue detectado en 1880 en Huila, en 1906 en Santander, y para 1949 ya se encontraba ampliamente distribuido. En la década de 1950 se implementó el Servicio de Erradicación de la Malaria (SEM), un programa enfocado en la eliminación del mosquito *Anopheles spp.* mediante fumigaciones a nivel nacional. Como efecto adicional de este programa, se logró también la erradicación de *Ae. aegypti*. Fue entonces cuando el país permaneció libre del mosquito en 1951, a excepción del municipio de Cúcuta, lo que dificultó la labor y permitió nuevamente la diseminación del vector con el paso del tiempo. En 1997 el vector *Ae. aegypti* ya se encontraba en 29 de los 32 departamentos de Colombia (24, 25). Por otro lado, *Ae. albopictus* es una especie nativa del Sudeste Asiático, su presencia en el nuevo mundo es más reciente y ocurrió por el auge del

comercio de neumáticos. Su presencia en Suramérica se reportó por primera vez en Brasil en 1986 y más tarde, en Colombia, en Leticia Amazonas en 1998 (26). Para el 2001 ya se había registrado en Buenaventura y en el 2007 en Cali (27, 28).

Ecología de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

Los mosquitos *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* presentan una distribución cosmopolita, favorecida por su baja mortalidad en temperaturas de 20 °C a 27 °C (29). Esta capacidad está asociada a su ectotermia, (la temperatura corporal depende de la temperatura ambiental), la cual influye en la maduración sexual y la oviposición (30). Ambas especies tienen actividad principalmente diurna (31, 32), regulada por su reloj circadiano, el cual sincroniza la alimentación con el ciclo luz–oscuridad. Se ha observado que sus picos de picadura ocurren al inicio y al final del periodo de luz (33). En Latinoamérica, donde la luz solar es constante durante el año, estos mosquitos realizan la hematofagia durante el día. Además, comparten nichos ecológicos y compiten por criaderos, sin embargo, *Ae. aegypti* predomina en zonas urbanas, mientras *Ae. albopictus* muestra mayor adaptabilidad, ocupando también entornos periurbanos y rurales (34).

Mecanismos de resistencia embrionaria

Estos mecanismos que presentan *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* se describen como: la Diapausa que se considera como un evento genéticamente programado en respuesta a fluctuaciones térmicas estocásticas y la Quiescencia: que se define como un retraso metabólico. Ambos mecanismos se han desarrollado con el objetivo de retrasar la eclosión del huevo. Estos procesos, aparecen cuando el estadio de huevo se enfrenta a condiciones adversas en el ambiente, como cambios en el fotoperiodo (35). Estos mecanismos respaldan, en parte, su expansión a zonas templadas, aumentando el riesgo de transmisión de arbovirosis (36).

Plasticidad térmica y proteínas de choque térmico en *Aedes spp.*: fundamentos moleculares del potencial de establecimiento en ambientes templados

La expansión de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* a condiciones térmicas subóptimas se asocia a proteínas de choque térmico (Hsp), que actúan como chaperonas y son inducidas por variaciones de temperatura. Su expresión es regulada por HSF, destacando Hsp70, Hsp90 y sHsp, siendo Hsp70 clave en la tolerancia térmica en insectos (37). En *Aedes spp*., temperaturas de 35 °C a 40 °C aumentan la expresión de Hsp, especialmente Hsp70, mejorando la supervivencia (38) y evidenciando plasticidad fisiológica (39). También participan en respuesta a bajas temperaturas, protegiendo células durante enfriamiento (37). En *Ae. albopictus*, junto a la diapausa embrionaria, permiten sobrevivir incluso entre -1 °C y -22 °C (39, 40). La termotolerancia no depende solo de la temperatura media, sino de su variabilidad y de la capacidad inducible de Hsp (41). En conjunto, estas proteínas son clave en la adaptación, supervivencia y expansión altitudinal de estos vectores.

Tradicionalmente, Bogotá se ha considerado fuera del rango de distribución de *Ae. aegypti* y/o *Ae. albopictus* debido a su gran altura (2,625 m s. n. m.) y a sus temperaturas promedio (mínimas de 5 °C y máximas de 20 °C), sin embargo, una carta de investigación recientemente publicada en la revista Emerging Infectious Diseases (CDC), reportó el hallazgo de larvas y una hembra adulta de *Ae. aegypti* en una terminal de transporte de Bogotá entre diciembre de 2023 y enero de 2024 (42). Resulta importante mencionar que el transporte intermunicipal, el comercio y la movilidad representan un medio de transporte de introducción pasiva de estadios inmaduros del mosquito (huevos y/o larvas) o adultos que son trasladados accidentalmente a través de vehículos o equipajes desde regiones endémicas hacia nuevos lugares (43).

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de la influencia de factores ambientales (temperatura y altitud) en la distribución y el establecimiento de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, así como su contribución a la posible expansión de estos vectores hacia Bogotá. Se establecieron criterios de inclusión de tal manera que fueran estudios que abordaran factores ambientales asociados a la distribución, expansión y establecimiento de *Ae aegypti* y/o *Ae. albopictus,* diseños experimentales o de modelamiento, así como revisiones sistemáticas.

Investigaciones realizadas en Colombia u otros países de Latinoamérica que hubiesen sido publicados entre 2015 y 2026, textos completos en inglés o español y artículos publicados en revistas científicas. Fueron excluidos estudios fuera del ámbito geográfico o temporal definido, documentos no sometidos a revisión por pares, investigaciones centradas en otras especies de mosquitos o en aspectos clínicos sin relación con los mosquitos *Ae. aegypti* y/o *Ae. albopictus*. La búsqueda bibliográfica se realizó mediante el uso de operadores booleanos, y las cadenas de búsqueda se adaptaron según la base de datos consultada. Los términos más utilizados incluyeron: distribución, expansión, establecimiento, cambio climático, Colombia, Latinoamérica infestación, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, enfermedades transmitidas por vectores, distribución geográfica, factores ambientales, temperatura y altitud, etc. Las búsquedas se efectuaron en las bases de datos Google Scholar, Europe PMC, PubMed, LILACS y ScienceDirect, a las cuales se accedió en distintos momentos durante el año 2025 hasta marzo del 2026. Finalmente, tras el proceso de selección, se incluyeron un total de 32 artículos para la revisión (figura 1).

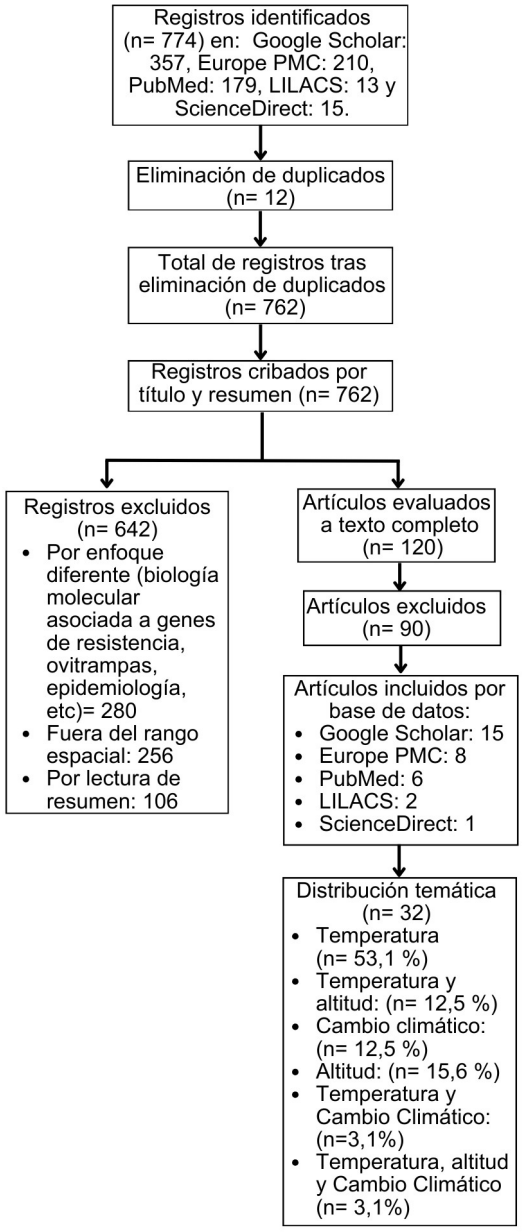

Figura 1. Resumen esquemático de los procedimientos adoptados en la revisión de la literatura reportada.

Resulta importante aclarar que se incluyó el estudio de Suárez et al. (57) como excepción al límite temporal por su contenido histórico y altitudinal, considerado como un antecedente clave para el enfoque de esta revisión.

Resultados

La temperatura fue el factor abiótico más estudiado en relación con su influencia sobre la dinámica vectorial de *Aedes spp*., identificándose un total de 17 artículos (53,1 %). Estos estudios provinieron principalmente de Colombia (6), seguidos por estudios realizados a nivel Latinoamérica (2), Ecuador (2), el Caribe (2), Brasil (1), Cuba (1), Paraguay (1) y dos análisis a nivel global. En segundo lugar, los estudios que abordaron de manera simultánea la temperatura y altitud sumaron 4 artículos (12,5 %), todos ellos realizados en Colombia. Le siguieron estudios enfocados únicamente en el cambio climático, con 4 registros (12,5 %) distribuidos en Ecuador, México, Colombia y un estudio a nivel global. Los trabajos centrados únicamente en altitud fueron 5 (15,6 %), dos desarrollados en Bolivia, dos en Colombia, y uno en Ecuador. Finalmente, se identificó un estudio que integró las tres variables (temperatura, altitud y cambio climático) en Colombia (3,1 %), y otro que analizó temperatura y el cambio climático centrado en América del Sur (3,1 %).

En términos generales, Colombia concentró la mayor cantidad de investigaciones, además, resultó interesante encontrar que tiene la mayor concentración de estudios relacionados al enfoque de la revisión, su clima tropical húmedo y la amplia diversidad de pisos térmicos constituyen condiciones que favorecen el establecimiento de los mosquitos (figura 2, figura 3). Es importante destacar que, en Latinoamérica existe un notable interés en realizar estudios entomológicos y evaluar la presencia de ambas especies, esto se debe a su amplia distribución en el continente (figura 4). Finalmente, en el caso de Brasil, a pesar de ser el país en Latinoamérica que contiene la mayoría de los casos de enfermedades arbovirales (44), la mayoría de las investigaciones se orientan hacia aspectos de biología molecular asociada a genes de resistencia a insecticidas, control vectorial, uso de ovitrampas, distribución geográfica y análisis epidemiológicos (sobre todo relacionados a la epidemia de Zika en 2015).

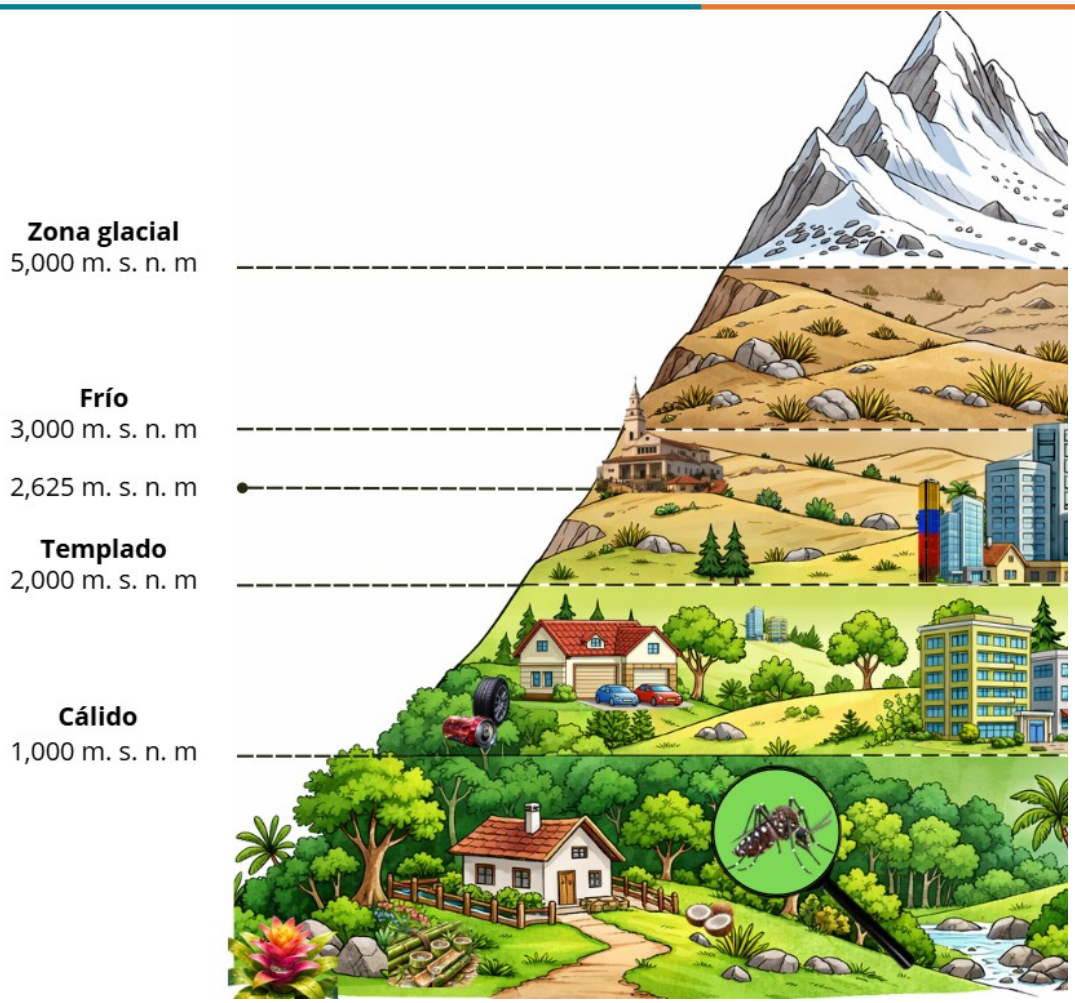

Figura 2. Representación esquemática de los pisos térmicos de Colombia y su relación con la distribución altitudinal de Ae. aegypti en entornos urbanos. El perfil vertical señala los pisos térmicos característicos del país: zona cálida (1,000 m s. n. m.), zona templada 2,000 m s. n. m.), zona fría (3,000 m s. n. m.) y zona glacial (>3,000 m s. n. m.). En la zona templada se observan criaderos artificiales asociados a Ae. aegypti , como latas vacías y neumáticos, de igual forma, en la parte inferior de la figura (zona rural), se observan criaderos naturales asociados a Ae. albopictus y Ae. aegypti, como cáscaras de coco, bromelias y tallos de bambú. Se destaca la ubicación de la ciudad de Bogotá D. C.. a 2,625 m s. n. m.

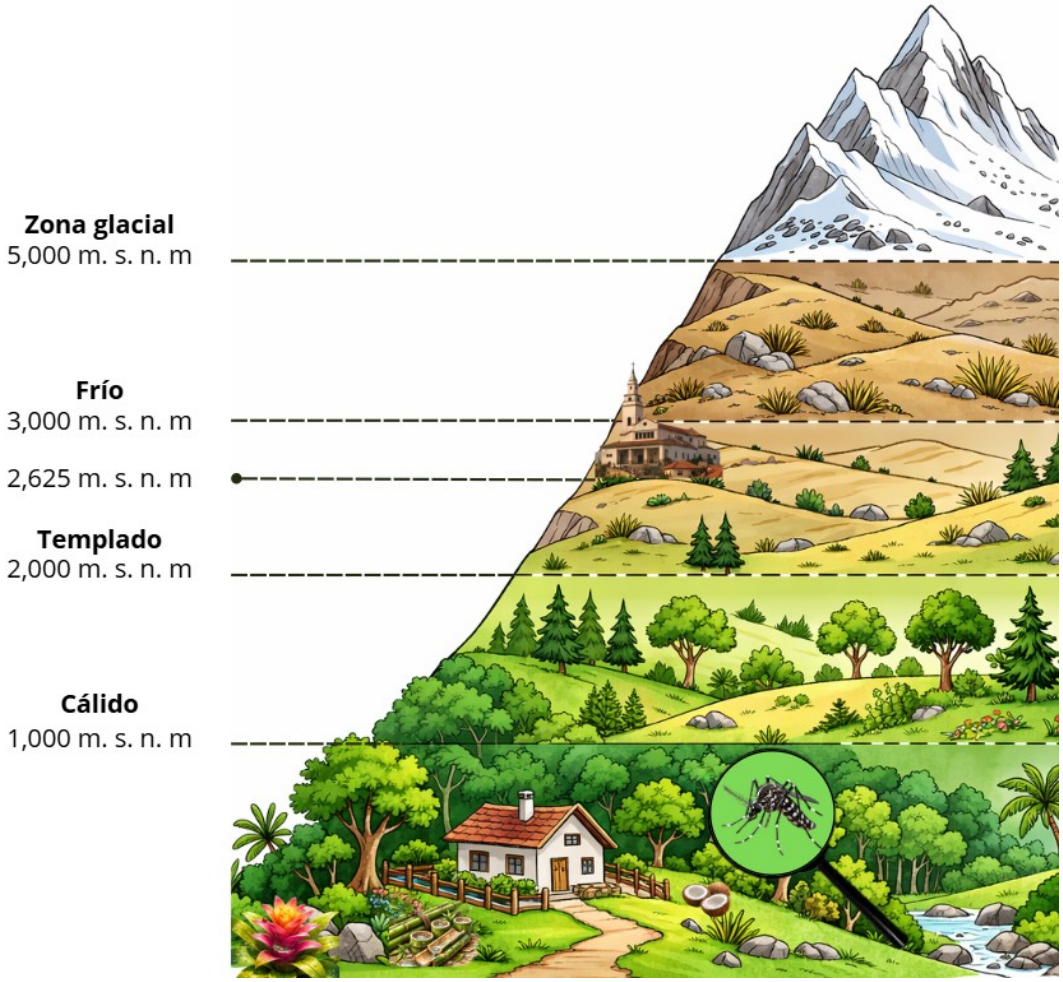

Figura 3. Representación de los pisos térmicos de Colombia y su relación con la distribución altitudinal de Ae. albopictus en entornos rurales. El perfil vertical ilustra los pisos térmicos característicos del país: zona cálida (1,000 m s. n. m.), zona templada 2,000 m s. n. m.), zona fría (3,000 m s. n. m.) y zona glacial (>3,000 m s. n. m.). Se destaca la ubicación de la ciudad de Bogotá D. C.. a 2,625 m s. n. m.

Figura 4. Distribución geográfica de los registros de Ae. aegypti y Ae. albopictus en Latinoamérica, los puntos representan las zonas con presencia confirmada de los vectores. Los marcadores en azul (🔵) corresponden a Ae. aegypti, los marcadores en rojo (🔴) a Ae. albopictus, y los marcadores en morado (🟣) indican sitios donde ambas especies coexisten. En Brasil, es notable la coexistencia de ambas especies en zonas costeras, lo que concuerda con estudios previos que documentan la simpatría de estos mosquitos (45, 46, 47). Se evidencia el tropismo por zonas urbanas de Ae. aegypti. Es importante mencionar que esto se debe posiblemente al comportamiento antropofílico y endofílico (48, 49).

Ae. albopictus prefiere entornos rurales y de vegetación densa. En Venezuela, se ha documentado en el estado Bolívar (50) y por primera vez en Carabobo (51). En Argentina, se ha detectado en Misiones, especialmente en Puerto Iguazú y zonas periurbanas con abundante vegetación (52, 53). En México, su expansión ha sido documentada desde 1988 en múltiples estados, mientras que en Perú *Ae. aegypti e*stá ampliamente distribuido y *Ae. albopictus* aún es limitado. En Uruguay, *Ae. aegypti* se encuentra principalmente en zonas fronterizas (54). En Colombia, entre 2007 y el primer semestre de 2023, *Ae. aegypti* se encontraba en un 73,3 % de los municipios y *Ae. albopictus* en un 29,7 %. Persisten vacíos de información en zonas de gran altitud (>2,500 m s. n. m.) como el Sur de Chile y Argentina, debido a las bajas temperaturas y barreras altitudinales (55).

Discusión

La revisión de la literatura sugiere que los factores ambientales, particularmente la temperatura, desempeñan un papel determinante en la dinámica de expansión de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Diversos estudios coinciden en que estos fenómenos climáticos influyen directamente en la biología del vector, lo que podría favorecer su establecimiento en altitudes mayores y en regiones con temperaturas previamente consideradas poco idóneas para su desarrollo.

1. Fisiología térmica y ciclo de vida

Como organismos ectotermos, la temperatura ambiental es un factor importante en la biología de estos mosquitos (20). En un estudio de dinámica ecológica en Colombia, los autores encontraron que la temperatura idónea para el desarrollo de los mosquitos se encuentra entre los 26 °C y 30 °C, señalando que incrementos térmicos, elevan la densidad larvaria de *Ae. aegypti* (56). Esto coincide con lo hallado por Martin et al. (57), quienes, mediante un modelo estadístico, reportaron una correlación positiva entre densidad larvaria y temperaturas de 25 °C a 30 °C. Adicionalmente, se ha documentado, que el éxito

biológico está mediado por variaciones climáticas, ya que temperaturas ideales para el mosquito aceleran el desarrollo larval y pupal (58). En un trabajo experimental realizado en Brasil se reportó que temperaturas de 22 °C a 33 °C favorecen la supervivencia de hembras de *Aedes spp.* (59). Por su parte, Canizales et al. (60) encontraron que, dentro del rango de 20 °C a 25 °C, las hembras de *Aedes* alcanzan una mayor longevidad, aumentando la probabilidad de completar el Período de Incubación Extrínseco (PEI) que se define como el tiempo requerido para que un mosquito se vuelva infeccioso tras la ingesta de sangre infectada (61). Los autores señalan que temperaturas entre 19 °C y 29 °C permiten completar el ciclo de huevo a adulto en un lapso de diez a diecisiete días. En consonancia, Sánchez et al. (62) que un incremento de apenas 1 °C en la temperatura aumentó la infestación por estos mosquitos en un 67 % y redujo el PEI hasta en siete días. En adición, se proyecta que para el año 2100 la temperatura en la región Andina aumentará entre 1,5 °C y 5,5 °C (63), mientras que otros estudios señalan que, hacia finales del siglo XXI, un incremento de hasta 2 °C podría favorecer la dispersión de *Aedes spp.* (59). En este orden de ideas, múltiples investigaciones en Sudamérica han estimado que un aumento de sólo 1 °C puede elevar en un 40 % los casos de chikungunya, y que temperaturas entre 28 °C y 37 °C aceleran la replicación de los virus del dengue y el zika (64). Incluso, se ha advertido que incrementos de 1 °C a 2 °C podrían traducirse en millones de casos adicionales de arbovirosis.

En Colombia, mediante un modelo bayesiano, investigadores encontraron que el riesgo relativo de infección por dengue aumenta un 40 % a los 26 °C, pero desciende a partir de los 27,5 °C debido a los efectos nocivos del calor sobre los huevos del vector (65). Por otra parte, análisis de establecimiento del vector *Ae. aegypti* en México advierten que aproximadamente el 80 % del territorio presenta condiciones similares a las del área nativa del mosquito (66). No obstante, existen límites de tolerancia para ambas especies. Por medio de un modelo climático global, se determinó que el rango ideal de supervivencia para *Ae. aegypti* se sitúa entre los 18 °C a 37 °C, mientras que *Ae. albopictus* sobrevive a una temperatura mínima de 6 °C, lo que refleja una mayor tolerancia al frío (67). En concordancia con lo anterior, Britos et al. (68) reportan que *Ae. albopictus* se desarrolla entre 10,4 °C y 29,7 °C gracias a los mecanismos de resistencia embrionaria, a diferencia de *Ae. aegypti*, cuyo desarrollo ocurre entre 16 °C y 34 °C.

Estudios recientes muestran que la temperatura influye en mecanismos moleculares y en la capacidad vectorial de *Aedes spp*. A 20 °C se activan más de 600 genes asociados a estrés, mientras que a 28 °C solo 172. Además, a 28 °C aumenta la microbiota, especialmente *S. marcescens*, mientras que a 20 °C se mantiene estable. El virus presentó mutaciones en ambas condiciones, lo que sugiere adaptación ambiental, aunque la transmisión se mantuvo en ambos rangos (69). La microbiota intestinal cumple un papel clave en la infección viral, facilitando su establecimiento y diseminación hasta los ovarios del mosquito (70, 71, 72). En este contexto, se plantea que podría actuar como un mecanismo compensatorio frente al estrés por frío en escenarios de expansión altitudinal. Finalmente, los brotes de Zika se han asociado a “islas de calor” y temperaturas cercanas a 26 °C (73).

2. Expansión altitudinal

En Colombia, tradicionalmente se consideraba que *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* requerían temperaturas de 22 °C a 25 °C y altitudes menores a 1,200 m s. n. m., sin embargo, el cambio climático ha favorecido su expansión altitudinal, superando estos límites (figura 5, figura 6). En Sandoná (Nariño), se reportaron ambas especies a 1,848 m s. n. m. con temperaturas de 18 °C (74), y en el Cauca a 2,100 m s. n. m. (56). Uno de los hallazgos más relevantes se registró en Antioquia, con presencia de hasta 2,302 m s. n. m. y mosquitos infectados con dengue serotipo 2 a 1,984 m s. n. m., lo que evidencia riesgo de transmisión en zonas previamente consideradas no aptas (75). Este fenómeno también se ha observado en Ecuador y Bolivia (76), en este último, se han documentado registros de *Ae. aegypti* hasta 2,609 y 2,900 m s. n. m., entre los más altos en Latinoamérica (77, 78). Además, análisis en Arauca y Armenia evidencian un “gradiente térmico”, donde la altitud modula la temperatura y, por tanto, la densidad vectorial (79).

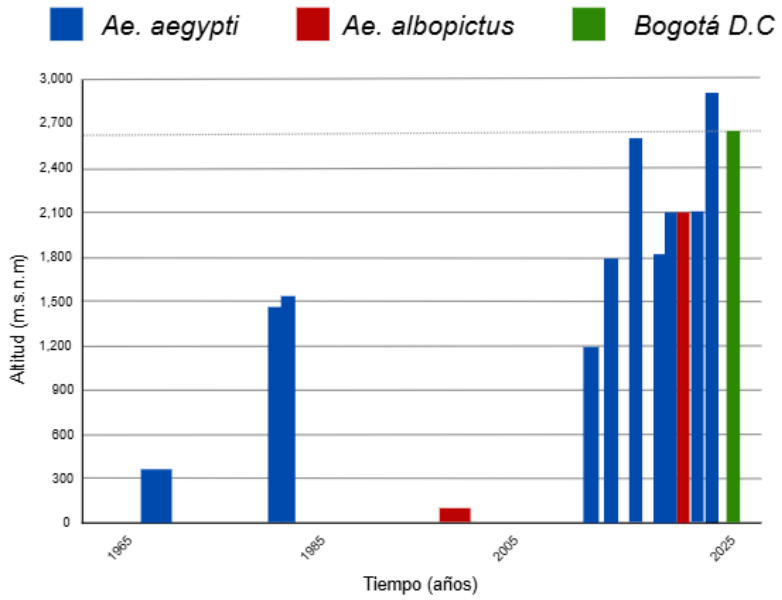

Figura 5. Expansión altitudinal de Ae. aegypti (🟦) y Ae. albopictus (🟥) en Colombia a través del tiempo. Cada punto representa la altitud máxima reportada para cada especie en diferentes años, según los registros documentados en la literatura. Se observa una tendencia directamente proporcional con el paso de los años, la altitud de los hallazgos ha aumentado progresivamente. Los primeros registros de Ae. aegypti se limitaban a altitudes inferiores a 1,200 m s. n. m. (límite histórico). Destacan los registros de Ae. aegypti en Bello (2,302 m s. n. m., 2023-2024), en Cauca (2,100 m s. n. m., 2022) y Sandoná (1,848 m s. n. m., 2022). El marcador de Bogotá a 2,625 m s. n. m (🟩) se ubica en una altitud donde aún no se han confirmado registros de los vectores, pero que evidencia la proximidad a una posible superación de sus límites altitudinales establecidos.

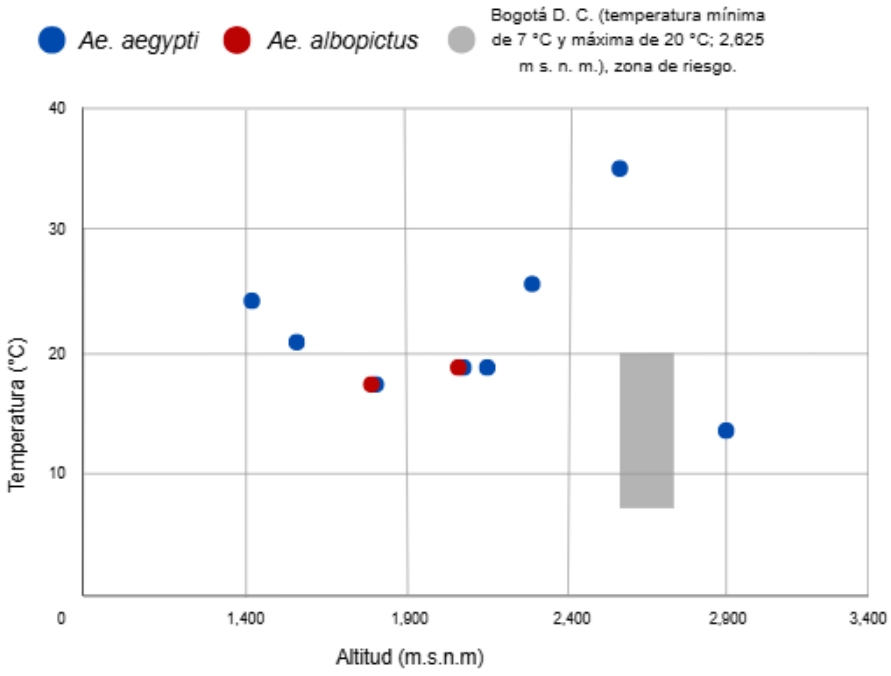

Figura 6. Gráfico de dispersión de altitud–temperatura para los registros de Ae. aegypti (🔵) y Ae. albopictus (🔴) incluidos en la revisión. Cada punto representa la presencia confirmada del vector, ubicada según su altitud (m s. n. m.) y la temperatura media reportada. Se observa un desplazamiento progresivo del nicho ecológico: registros más recientes tienden a ubicarse en altitudes superiores al límite tradicional de 1,200 m s. n. m., con temperaturas medias más bajas. La zona sombreada y el punto gris (⚪) representan la ciudad de Bogotá D. C. a 2,625 m s. n. m. con temperaturas entre 7 °C y 20 °C (temperaturas medias anuales), identificándose como una zona de riesgo para el establecimiento de los vectores Ae. aegypti y Ae. albopictus.

Suárez et al. (80) reportan la presencia de *Ae. aegypti* en el municipio de Oiba (Santander) a 1,414 m s. n. m. con 24 °C, en Fusagasugá a 1,600 m s. n. m. con 21,1 °C, y en Málaga a 2,200 m s. n. m. con 19 °C. Por su parte,

Pejendino et al. (74) documentan a *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en Sandoná (Nariño) a 1,848 m s. n. m. con 18 °C. Mantilla et al. (2025) (56) registran a ambas especies en el departamento del Cauca a 2,100 m s. n. m., con 19 °C. Ruiz et al. (75) reportan a *Ae. aegypti* en Bello (Antioquia) a 2,302 m s. n. m. con 25 °C. Finalmente, en Bolivia, Castillo et al. (77) encontraron presencia del vector a 2,609 m s. n. m., y Escalier et al. (78) a 2,900 m s. n. m., lo que evidencia la progresiva expansión altitudinal de estos vectores.

3. El caso de Bogotá: plasticidad y adaptación

Pese a que Bogotá, por su altitud (2,640 m s. n. m.) y bajas temperaturas, se ha considerado tradicionalmente libre de *Aedes,* un estudio reciente evaluó la supervivencia de ejemplares recolectados en municipios endémicos para dengue (Villeta y Yopal) al ser expuestos a las condiciones climáticas de la capital, con registros térmicos de 15,3 °C (máxima) y 9,9 °C (mínima). Aunque con ciertas limitaciones, los mosquitos mantuvieron su fertilidad y lograron completar su ciclo biológico. Se evidenció una respuesta adaptativa positiva, lo que denota la plasticidad ecológica de los mosquitos (81). Britos et al. (68) añade que el comportamiento endofílico de *Ae. aegypti* (refugiarse dentro de viviendas) le permite usar la calefacción como protección frente a temperaturas exteriores no aptas para su supervivencia.

4. Modelamiento de nicho ecológico y proyecciones futuras

Diversos estudios hicieron uso de herramientas estadísticas y modelos, con el objetivo de estimar la expansión de los vectores. Lalangui et al. (82) y Portilla et al. (83) identificaron la temperatura como la variable más influyente mediante un modelo de distribución de especies (MaxEnt) bajo escenarios RCP 2.6, 4 5 y 8.5 (escenarios climáticos) para los años 2050 y 2070. En la misma línea, un estudio global recopiló datos de distribución e incidencia del dengue en países tropicales y subtropicales estimó que, hacia el año 2050, la propagación del mosquito aumentará en un 25 % (84), mientras que Zavaleta et al. (85) proyectan un incremento del 8 % al 13 % en el área climáticamente adecuada para *Aedes spp*. durante el periodo 2061–2080. Asimismo, investigaciones basadas en un modelo matemático de series temporales (tSIR) evidenciaron que la fuerza de infección presenta un pico a 24 °C y un valor mínimo a 29 °C (86).

En Ecuador, los investigadores usaron un modelo de distribución de especies basado en algoritmo genético (Desktop GARP 1.1.3), indicaron que para el año 2050, el cambio climático desplazaría los mosquitos hacia la Cordillera de los Andes (87). Este hallazgo plantea un interrogante: ¿este desplazamiento implica una competencia por el nicho ecológico, en la que poblaciones más resistentes provenientes de tierras bajas migran hacia mayores altitudes, o corresponde a un proceso de adaptación in situ de poblaciones ya presentes en microclimas urbanos?. La evidencia sugiere que *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* poseen una plasticidad ecológica que les permitiría responder a nuevas condiciones térmicas sin necesidad de migrar. Finalmente, otros estudios proyectan que para el año 2070, *Ae. albopictus* podría alcanzar los 3,200 m s. n. m. advirtiendo a su vez sobre un "efecto dual", en el cual, en el contexto del cambio climático, mientras el mosquito coloniza nuevas alturas, las zonas actualmente idóneas para su establecimiento podrían volverse demasiado cálidas, contribuyendo al desplazamiento del vector (Tabla 1) (88).

La mayor parte de la evidencia disponible sobre infestación y factores ambientales proviene del sudeste asiático, con condiciones distintas a las de Bogotá, no obstante, las “islas de calor” urbanas en localidades como Kennedy, Bosa y Ciudad Bolívar podrían generar microambientes favorables para estos vectores. A pesar de que en Bogotá aún no existen datos confirmados de la presencia del vector y considerando la falta de vigilancia entomológica en la ciudad, actualmente no es posible afirmar de manera concluyente que *Ae. aegypti* y/o *Ae. albopictus* se hayan establecido en la capital. No obstante, la evidencia recopilada en la presente revisión resalta el comportamiento antropofílico y endofílico, la plasticidad ecológica y la capacidad de estos mosquitos para adaptarse a nuevas condiciones climáticas y a zonas que anteriormente se consideraban no endémicas para su establecimiento. En conjunto, los resultados sustentan la hipótesis de que el riesgo de establecimiento de A*e. aegypti* y *Ae. albopictus* en Bogotá es plausible y debe ser considerado una prioridad en los programas de vigilancia y control vectorial.

Tabla 1. Tabla resumen de los artículos incluidos en la revisión.

AUTOR	AÑO	PAÍS	DISEÑO	MÉTODO DE DETECCIÓN	HALLAZGOS PRINCIPALES
Súarez et al.	1981	Colombia.	Descriptivo.	Entomológico.	*Aedes spp.* a 2,200 m s. n. m.
Fuentes et al.	2015.	Colombia	Análisis.	Coremática.	Gradiente térmico: mayor temperatura, mayor densidad vectorial.
Pech et al.	2016.	México.	Establecimiento.	Redes.	Nicho de *Ae. albopictus* similar al nativo.
Dave et al.	2016.	Latinoamérica.	Experimental.	Temp. y fotoperiodo.	Clima modula el ciclo de vida.
Ruiz et al.	2016.	Colombia.	Vigilancia.	Ovitrampas.	*Ae. aegypti* a 2,302 m s. n. m.
Castillo et al.	2018.	Bolivia.	Vigilancia.	Criaderos.	*Ae. aegypti* a 2,609 m s. n. m.
Harris et al.	2019.	Latino américa.	Predictivo.	Estadístico.	Zika ligado a temperaturas de 26 °C.
Lippi et al.	2019.	Ecuador.	Nicho.	Datos de vigilancia larval.	Cambio climático desplaza la distribución
Portilla et al.	2020.	Colombia.	Distribución.	Registros.	Altitud y temperatura influyen en la distribución.
Vargas et al.	2020.	Colombia.	Experimental.	Recolección manual de larvas y pupas.	Desarrollo ovárico en Bogotá.
Echeverry et al.	2021.	Colombia.	Distribución.	Recopilación de datos.	*Ae. albopictus* colonizará los 3,200 m s. n. m.
Marin et al.	2021.	Ecuador.	Estadístico.	Larvitrampas.	Relación entre la temperatura y la densidad larvaria.
Sánchez et al.	2022.	Colombia.	Revisión.	Bases de datos.	Aumento de 5,5 °C en 2100.
Britos et al.	2022.	Paraguay.	Experimental.	Ovitrampas.	*Ae. albopictus* aumentará su distribución un 50%.
Sánchez et al.	2022.	Colombia	Experimental.	Modelo.	Baja mortalidad entre 20°C - 27° C.
Pejendino et al.	2022.	Colombia.	Descriptivo.	Recolección manual de larvas y pupas.	Alta capacidad adaptativa.
Sánchez et al.	2022.	Cuba.	Descriptivo.	Datos de dengue.	Temperatura acelera el metabolismo.
Canizales et al.	2023.	Colombia.	Descriptivo.	Aspiradores.	Cambio climático favorece la distribución.
Laporta et al.	2023.	A nivel global.	Experimental.	Vector Map.	Rango óptimo entre 18 °C y 37 °C para *Ae. aegypti*.
Bellone et al.	2023.	A nivel global.	Experimental.	Multi-ómica.	Adaptación a 20 °C y 28 °C.
Ortega et al.	2024.	Colombia.	Experimental.	Bayesiano.	Temperatura aumenta el riesgo de dengue.
Osmond et al.	2024.	El Caribe.	Revisión.	Análisis climático.	Temperatura asociada al dengue.
Douglas et al.	2024.	El Caribe.	Revisión.	Sistemática.	Temperatura asociada al dengue en un 40,7 %.
Granados et al.	2025.	Colombia.	Ecológico.	Recolección manual de larvas y pupas.	Temperaturas entre 26 °C y 30 °C incrementan la densidad larvaria.
Marinho et al.	2025.	Brasil.	Experimental	Ovitrampas.	Temperaturas entre 22 °C y 33 °C favorecen la longevidad.
Abbasi.	2025.	A nivel global.	Modelo.	Software.	El aumento de la temperatura se correlaciona con la expansión del hábitat del mosquito.
Mantilla et al.	2025.	Colombia.	Experimental	Aspiradores.	Presencia a 2,100 m s. n. m.
Lalangui et al.	2025.	Ecuador.	Distribución.	Recolección de datos y uso de software.	La temperatura fue uno de los factores más asociados a la infección por arbovirus.
Mora et al.	2025.	Ecuador.	Experimental	Vigilancia.	Nuevos registros altitudinales.
Herrera el at.	2025.	Suramérica.	Revisión.	Climático.	Temperaturas de 28–37 °C aceleran la replicación viral.
Zavaleta et al.	2025.	Colombia.	Narrativa.	Climático.	Aumento de la temperatura favorece la reproducción.
Escalier et al.	2025.	Bolivia.	Descriptivo	Ovitrampas y larvitrampas.	*Ae. aegypti* a 2,900 m s. n. m.

Conclusión

La evidencia indica que la expansión altitudinal de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en Colombia y Latinoamérica es un proceso en curso, fundamentado en una interacción entre factores ambientales y mecanismos fisiológicos de los mosquitos, la literatura sugiere que estas especies están colonizando nichos ecológicos previamente considerados poco idóneos para su establecimiento y supervivencia. En Bogotá, aunque la altitud y la temperatura han sido barreras naturales, existe un riesgo potencial de colonización. Desde la salud pública, esto representa una alerta que requiere fortalecer la vigilancia entomológica, integrar variables climáticas, promover estrategias educativas y preparar la red hospitalaria ante posibles brotes. Se recomienda abordar este riesgo como una hipótesis de vigilancia, integrando monitoreo entomológico además de impulsar estudios con ovitrampas en zonas vulnerables y de alta movilidad. Para la academia, se recomienda iniciar estudios de vigilancia con ovitrampas en localidades como Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar, así como en puntos de alto flujo de personas, entre ellos el Terminal de Transportes del Sur y Corabastos.

Limitaciones

Esta revisión se basa exclusivamente en fuentes secundarias publicadas, por lo que los resultados dependen de la disponibilidad y calidad metodológica de los estudios incluidos.

Agradecimientos

La autora principal agradece de manera especial a los docentes Mauricio Humberto Rodríguez y Carlos Humberto Murcia, coautores de este artículo, por su orientación, asesoría académica, paciencia y constante apoyo durante el proceso de elaboración del manuscrito. Asimismo, se agradece a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por el respaldo brindado.

Declaración de uso de herramientas de inteligencia artificial

Durante la elaboración del manuscrito se utilizó Deep Seek R1 (China) como herramienta de apoyo para mejorar la redacción, coherencia y síntesis del manuscrito entre febrero y marzo de 2026. Todas las sugerencias fueron revisadas y validadas por los autores, quienes verificaron la ausencia de errores o referencias no confiables. La herramienta no generó ideas originales ni utilizó datos personales. Los autores asumen la responsabilidad del contenido y confirman que el uso de IA se realizó conforme a los principios éticos del ICMJE y COPE.

Declaración de conflictos de interés y financiación

Los autores declaran no tener afiliación ni participación en ninguna organización o entidad con intereses financieros.

Referencias

1. Alarcón P, Paulino R, Fernández L, Duarte R, Guerrero K, Gonzalez M. Arboviral diseases spread by mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the Dominican Republic: A review. The Biologist (Lima). 2017;15(1):193-219. https://doi.org/10.24039/rtb2017151155.
2. Micieli M, Maciá A, Spinelli GR (coords). Entomología médica y veterinaria: Biología y sistemática de artrópodos de interés médico y veterinario en Argentina. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, EDULP; 2023. Cap 8: 82-94. Disponible en: https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/2300.
3. Rodríguez M, Rueda J, Vásquez Y, Fimia R, Borge M, Guerrero K, Alarcón P. Diversidad de mosquitos (Diptera: Culicidae) de Jarabacoa, República Dominicana. Graellsia. 2019;75(1):e084. https://doi.org/10.3989/graellsia.2019.v75.21.
4. Gómez M, Martínez D, Muñoz M, Ramírez J. *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* microbiome/virome: new strategies for controlling arboviral transmission? Parasites & Vectors. 2022;15:287. https://doi.org/10.1186/s13071-022-05401-9.
5. Jansen C, Beebe N. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. Microbes Infect. 2010;12(4):272-9. https://doi.org/10.1016/j.micinf.2009.12.011.
6. De la Tejera N, Cortés C, Pavón I, Viñet L, De la Tejera A. Fiebre amarilla: estrategias para enfrentarla. Panorama Cuba Salud. 2018;13(Esp):501-4. Disponible en: https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/1056.
7. Zerpa A, Sánchez E, Uzcátegui P, Uzcátegui E. Dengue, Zika y Chikungunya: conocimientos e información. Rev Enf Hist Investig. 2022;9(1):6-16. https://doi.org/10.53766/EHI/2022.09.01.01.
8. Suárez O, Bergold G. Investigations of an outbreak of Venezuelan equine encephalitis in towns of eastern Venezuela. Am J Trop Med Hyg. 1968;17(6):875-80. https://doi.org/10.4269/ajtmh.1968.17.875.
9. Organización Mundial de la Salud. Vector-borne diseases. Ginebra: OMS; 2024. Disponible en: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases.
10. Organización Panamericana de la Salud. ARBO boletines. Washington, D.C: OPS. Disponible en: https://www.paho.org/es/arbo-portal/arbo-boletines.
11. Organización Panamericana de la Salud. Dengue: datos y análisis. Washington, D.C: OPS; 2025. Disponible en: https://www.paho.org/es/arbo-portal/dengue-datos-analisis.
12. World Health Organization. Yellow fever - Region of the Americas. Geneva: WHO; 2025 May 16. Disponible en: https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2025-DON570.
13. Organización Panamericana de la Salud. Zika: análisis en las subregiones. Washington, D.C.: OPS; 2026. Disponible en: https://www.paho.org/es/arbo-portal/zika-datos-analisis/zika-analisis-subregiones.
14. Organización Panamericana de la Salud. Chikunguña: análisis en las subregiones. Washington, D.C.: OPS; 2026. Disponible en: https://www.paho.org/es/arbo-portal/chikunguna-datos-analisis/chikunguna-analisis-subregiones.
15. Organización Panamericana de la Salud. Actualización epidemiológica semanal para dengue, chikunguña y zika. Washington, D.C: OPS; 2023. Disponible en: https://www.paho.org.
16. Arbovirus vectors of epidemiological concern in the Americas: a scoping review of entomological studies on Zika, dengue and chikungunya virus vectors. PLoS One. 2020;15(2):e0220753. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220753.
17. Sharma K, Mahabir R, Curtin K, Sutherland J, Agard J, Chadee D, et al. Exploratory space-time analysis of dengue incidence in Trinidad: a retrospective study using travel hubs as dispersal points, 1998-2004. Parasit Vectors. 2014 Jul 22;7:341.https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-341.
18. IPCC. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press; 2007. Capítulo 13, Latin America. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf.
19. Veblen T, Young K, Orme A, editores. The physical geography of South America. Oxford: Oxford University Press; 2007. https://www.academia.edu/38939168/The_Physical_Geography_of_South_America.
20. Doeurk B, Leng S, Long Z, Maquart P, Boyer S. Impact of temperature on survival, development and longevity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Phnom Penh, Cambodia. Parasites & Vectors. 2025;18:362. https://doi.org/10.1186/s13071-025-06892-y.
21. Rozo P, Mengual X. Updated list of the mosquitoes of Colombia (Diptera: Culicidae). Biodivers Data J. 2015;3(3):e4567. https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e4567.
22. Navarro J, Ponce P, Cevallos V. Dos nuevos registros de vectores potenciales de Fiebre Amarilla selvática y Mayaro para el Ecuador. Bol Mal Salud Amb;53(1):77-81. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext & pid=S 1690-46482013000100011.
23. Olano V, Tinker M. Fauna de mosquitos asociada con *Aedes aegypti* en Guaduas, Colombia, S.A. Biomédica. 1993;13(2):125–128. https://doi.org/10.7705/biomedica.v13i2.2048.
24. Olano V. *Aedes aegypti* en el área rural: implicaciones en salud pública. Biomédica. 2016;36(2):177-180. https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.3374.
25. Padilla JC, Rojas DP, Salgado-Gómez R. Dengue en Colombia: epidemiología de la reemergencia a la hiperendemia. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2012. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INV/Dengue%20en%20Colombia.pdf.
26. Olano V. Presencia de *Aedes albopictus* en Leticia, Amazonas, Colombia. Biomédica. 1998;18:192-198. https://doi.org/10.7705/biomedica.v18i3.990.

27. Suárez M. *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en Buenaventura, Colombia. Inf Quinc Epidemiol Nac. 2001;6(15):221-224. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2006%202001%20num%2015.pdf.

28. Cuéllar E, Velásquez L, González R, Morales A. Detección de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Biomédica. 2007;27(2):273-9. https://doi.org/10.7705/biomedica.v27i2.224.

29. Sánchez Y. Distribución histórica, actual y potencial bajo escenarios de cambio climático de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en Colombia [tesis de maestría]. Bogotá: Universidad de los Andes; 2022. Disponible en: https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/61ab12ce-43ec-49cd-97e0-38318ad8fcd6/content.

30. Márquez Y, Monroy K, Martínez E, Peña V, Monroy A. 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.

31. Kamgang B, Nchoutpouen E, Simard F, Paupy C. Notes on the blood-feeding behavior of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Cameroon. Parasit Vectors. 2012 Mar 20;5:57. doi: https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-57.

32. Georgia Department of Public Health. Vector surveillance facts & FAQs. Atlanta: GDPH; 2025 . Disponible en: https://dph.georgia.gov/environmental-health/insects-and-diseases/vector-surveillance-facts-faqs.

33. Shetty V, Meyers J, Zhang Y, Merlin C, Slotman M. Impact of disabled circadian clock on yellow fever mosquito *Aedes aegypti* fitness and behaviors. Sci Rep 12, 6899 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-10825-5.

34. Carvajal J, Honorio A, Díaz P, Ruiz R, Asprilla J, Ardila S, Parra G. Detección de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en el municipio de Istmina, Chocó, Colombia. Biomédica. 2016;36(3):438-446. http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.2805.

35. Diniz D, Romão T, Helvécio E, Carvalho D, Nascimento M, Peixoto C, Melo O, Varjal M, Junqueira C. A comparative analysis of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* subjected to diapause-inducing conditions reveals conserved and divergent aspects associated with diapause, as well as novel genes associated with its onset. Curr Res Insect Sci. 2022;2:100047. https://doi.org/10.1016/j.cris.2022.100047.

36. Germano O, de Souza F, do Amaral R, Honório N, Camara L, da Costa V. Embryonic dormancy in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): a survival and dispersal mechanism. J Vector Borne Dis. 2025;62(3):253-60. https://doi.org/10.4103/jvbd.jvbd_115_24.

37. Chacón J, Peralta V. Los genes y proteínas Hsp frente al estrés térmico en insectos. REMCB. 2022;43(1):25-35. https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.890.

38. Singh P, Pasi S, Pande V. et al. Heat Shock Proteins expression in malaria and dengue vector. Int J Biometeorol 69 , 225–232 (2025). https://doi.org/10.1007/s00484-024-02806-2.

39. Banfi D, Bianchi T, Mastore M, Brivio F. The role of heat shock proteins in insect stress response, immunity, and climate adaptation. Insects. 2025 Jul 21;16(7):741. https://doi.org/10.3390/insects16070741.

40. Kramer I, Kreß A, Klingelhöfer D, Scherer C, Phuyal P, Kuch U, Ahrens B, Groneberg D, Dhimal M, Müller R. Does winter cold really limit the dengue vector *Aedes aegypti* in Europe?. Parasites Vectors 13, 178 (2020). https://doi.org/10.1186/s13071-020-04054-w.

41. Mack L, Attardo G. Heat shock proteins, thermotolerance, and insecticide resistance in mosquitoes. Front Insect Sci. 2024 Jan 25;4:1309941. https://doi.org/10.3389/finsc.2024.1309941.

42. Villamizar A, Pérez S, Figueroa M, Márquez A. *Aedes aegypti* mosquito detection at bus stations, Bogotá, Colombia, 2023–2024. Emerg Infect Dis. 2025 Jun;31(6):1256-1257. https://doi.org/10.3201/eid3106.241052.

43. Tatem A, Hay S, Rogers D. Global traffic and disease vector dispersal. Proc Natl Acad Sci USA. 2006 Apr 18;103(16):6242-7. https://doi.org/10.1073/pnas.0508391103.

44. Dye K, Prisco R, Nolan M. (Re) Emerging arboviruses of public health significance in the Brazilian Amazon. Microorganisms. 2025 Mar 12;13(3):650. https://doi.org/10.3390/microorganisms13030650.

45. Honório N, Castro M, Barros F, Magalhães M, Sabroza P. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. Cad Saúde Pública. 2009 Jun;25(6):1203-14. https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000600003.

46. Codeço C, Lima A, Araújo S, Lima J, Maciel R, Honório N, et al. Surveillance of *Aedes aegypti*: Comparison of House Index with Four Alternative Traps. PLoS Negl Trop Dis. 2015 Feb;9(2):e0003475. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003475.

47. Consoli R, Lourenço R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1994. Disponible en: https://cculi.fiocruz.br/docs/015.pdf.

48. CDC 2025: Centers for Disease Control and Prevention. Life Cycle of *Aedes aegypti*. Atlanta: CDC; 2025. Disponible en: https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html.

49. Taiwan CDC 2019: Taiwan Centers for Disease Control. Guidelines for Dengue Control. Taipei. Disponible en: https://www.cdc.gov.tw/En.

50. Rubio Y, Pérez L, Infante M, Comach G, Urdaneta L. Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. Bol Mal Salud Amb. 2015;51(2):183-90. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004.

51. Hérnandez M, Piña M, Soto A, Rangel M, Liria J. Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en el estado Carabobo, Venezuela. Bol Mal Salud Amb. 2015;55(1):89-94. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382015000100008.

52. Leporace M, Lizuain A, Santini M, Schweigmann N. Presencia y abundancia relativa de *Aedes albopictus* y *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) según dimensiones de recipiente de cría en dos municipios de la provincia de Misiones, Argentina. In: X Jornada Regional sobre Mosquitos; 2016 Mar; Mar del Plata, Argentina. 2016. Disponible en: https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/11670551.

53. Vezzani D, Carbajo A. *Aedes aegypti, Aedes albopictus,* and dengue in Argentina: current knowledge and future directions. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2008 Feb;103(1):66-74. https://doi.org/10.1590/S0074-02762008005000003.

54. Basso C, Caffera R, García E, Lairihoy R, González C, Norbis W, et al. Mosquito-producing containers and spatial distribution of *Aedes aegypti* in Salto, Uruguay. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2012 Nov-Dec;54(6):321-8. https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.12-.

55. Eisen L, Monaghan A, Lozano S, Steinhoff F, Hayden M, Bieringer P. The Impact of Temperature on the Bionomics of *Aedes* (Stegomyia) *aegypti*, With Special Reference to the Cool Geographic Range Margins. J Med Entomol. 2014 May;51(3):496-516. https://doi.org/10.1603/ME13214.

56. Mantilla J, Montilla K, Sarmiento D, Chapal E, Velandia M, Calvo E, Morales C, Castellanos J. Environmental and anthropic factors influencing *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), with emphasis on natural infection and dissemination: implications for an emerging vector in Colombia. PLoS Negl Trop Dis. 2025 Apr 8;19(4):e0012605. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012605.

57. Martin J, Lippi C, Stewart A, Ayala E, Mordecai E, Sippy R, Heras F, Blackburn J, Ryan S. Household and climate factors influence *Aedes aegypti* presence in the arid city of Huaquillas, Ecuador. PLoS Negl Trop Dis. 2021 Nov 16;15(11):e0009931. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009931.

58. Chadee D, Martinez R. *Aedes aegypti* (L.) in Latin American and Caribbean region: with growing evidence for vector adaptation to climate change? Acta Trop. 2016 Apr;156:137-43. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.12.022.

59. Marinho R, Beserra E, Bezerra A, Porto V, Olinda R, Santos C. Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraiba, Brazil. J Vector Ecol. 2016 Jun;41(1):1-10. doi: https://doi.org/10.1111/jvec.12187.

60. Canizales C, Carranza J, Vallejo G, Urrea D. Distribución de *Aedes albopictus* en Ibagué: potencial riesgo de brotes de arbovirosis. Biomédica. 2023 Dic 1;43(4):506-19. https://doi.org/10.7705/biomedica.7010.

61. Paddy R, Hill J, Keeling A, Viana M. Modelling the temperature dependent extrinsic incubation period of West Nile Virus using Bayesian time delay models. J Infect. 2024 Dec;89(6):106296. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.106296.

62. Sánchez E, Pascual M, Expósito M, González R. Variabilidad climática y su influencia en la aparición del dengue en provincia Guantánamo. Rev Inf Cient. 2022;101(6):e3777. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/5517/551774102010/.

63. Sánchez A, Posada M. Impacto del cambio climático en los vectores *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* y su importancia en su distribución geográfica en Colombia. Biociencias. 2022;6(1):51-70. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=28456.

64. Herrera G, Mogrovejo D, Ruilova D, Jiménez M, Carrión P. Efecto de los factores climáticos en la propagación del dengue, zika y chikunguña, transmitidas por el mosquito *Aedes spp.* en Sudamérica: una revisión sistemática. Ciencia Latina Rev Cient Multidiscip. 2025;9(1):4973-5024. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16197.

65. Ortega D, Arango D, Hernández F, Moraga P. Effects of climate variability on the spatio-temporal distribution of Dengue in Valle del Cauca, Colombia, from 2001 to 2019. PLoS One. 2024 Oct 8;19(10):e0311607. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311607.

66. Pech A, Moo D, Puerto M, Casas M, Danis R, Ponce G, Tun-Ku E, Pinto J, Villegas A, Ibáñez C, Montesino R, Ramsey J. Population genetics and ecological niche of invasive *Aedes albopictus* in Mexico. Acta Trop. 2016 May;157:30-41. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.01.021.

67. Laporta G, Potter A, Oliveira J, Bourke B, Pecor D, Linton Y. Global distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a climate change scenario of regional rivalry. Insects. 2023 Jan 3;14(1):49. doi: https://doi.org/10.3390/insects14010049.

68. Britos M, Gayozo E, Rojas de Arias A. Phenotypic variations of *Aedes aegypti* populations and egg abundance according to environmental parameters in two dengue-endemic ecoregions in Paraguay. Am J Trop Med Hyg. 2022 Aug 17;107(3):629-37. https://doi.org/10.4269/ajtmh.21-1184.

69. Bellone R, Lechat P, Mousson L, Gilbart V, Piorkowski G, Bohers C, Merits A, Kornobis E, Reveillaud J, Paupy C, Vazeille M, Martinet J, Madec Y, de Lamballerie X, Dauga C, Failloux A. Climate change and vector-borne diseases: a multi-omics approach of temperature-induced changes in the mosquito. J Travel Med. 2023 Jun 23;30(4):taad062. https://doi.org/10.1093/jtm/taad062.

70. Li Y, Wang S, Zhang K, Yin Y, Zhang X, Zhang Q, Kong X, Tang L, Zhang R, Zhang Z. *Serratia marcescens* in the intestine of housefly larvae inhibits host growth by interfering with gut microbiota. Parasites & Vectors 16 , 196 (2023). https://doi.org/10.1186/s13071-023-05781-6.

71. Gao H, Cui C, Wang L, Jacobs M, Wang S. Mosquito microbiota and implications for disease control. Trends Parasitol. 2020 Feb;36(2):98-111. https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.12.001.

72. Liu H, Yin J, Huang X, Zang C, Zhang Y, Cao J, Gong M. Mosquito Gut Microbiota: A Review. Pathogens. 2024; 13(8):691. https://doi.org/10.3390/pathogens13080691.

73. Harris M, Caldwell J, Mordecai E. Climate drives spatial variation in Zika epidemics in Latin America. Proc Biol Sci. 2019 Sep 11;286(1909):20191578. https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1578.

74. Pejendino Y, Hernández A. Reporte vectorial: presencia del género *Aedes spp.* en el municipio de Sandoná – Nariño, año 2021 [trabajo de grado]. Medellín: Universidad de Antioquia; 2022. Disponible en: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/a1f276d4-371e-4049-96f6-bd2459606e51.

75. Ruiz F, González A, Vélez A, Gómez G, Zuleta L, Uribe S, Vélez I. 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):303-8. https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.3301.

76. Mora P, Quinatoa P, Morales D. Actualización de la distribución espacio temporal de *Aedes albopictus* en Ecuador. Biomédica. 2025 Ago 11;45(3):446-57. https://doi.org/10.7705/biomedica.7719.

77. Castillo R, Vallejo E, Camacho A, Quiñones A, Canelas I. Adaptación del mosquito *Aedes aegypti* a 2 550 m s.n.m. Cochabamba, Bolivia. Febrero 2016. Gac Med Bol. 2018;41(1):24-30. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/4456/445674683006/html/.

78. Escalier C, Rosas N, Delgadillo M, Solís M. Presencia de *Aedes aegypti* en una zona alta en Bolivia. Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba. 2025 Dec 22;82(4):772-88. https://doi.org/10.31053/1853.0605.v82.n4.48776.

79. Fuentes M, Higuera D, García T, Alcalá L, García D, Munévar D, Brochero H, González C, Quintero J. Territorial analysis of *Aedes aegypti* distribution in two Colombian cities: a chorematic and ecosystem approach. Cad Saúde Pública. 2015 Mar;31(3):517-28. https://doi.org/10.1590/0102-311X00057214.

80. Suárez M, Nelson M. Registro de altitud del *Aedes aegypti* en Colombia. Biomédica. 1981;1(4):281–283. Disponible en: https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1809.

81. Vargas M, Suárez J. Análisis de las variaciones en aspectos reproductivos en dos poblaciones de *Aedes aegypti* Linneaus, 1762, sometidas a condiciones climáticas no controladas de Bogotá [trabajo de grado]. Bogotá: Universidad de La Salle; 2020. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/items/c9596633-bfab-4055-b429-c3c13a5118b6/full.

82. Lalangui K, Suárez M, Camacho M, López L, Espinoza M, Suárez J, Espinel M, Ponce P, Cevallos V, Quentin E. Spatial modeling of dengue transmission risk in a coastal city of Ecuador. Int J Environ Res Public Health. 2025;22(10):1521. https://doi.org/10.3390/ijerph22101521.

83. Portilla C, Selvaraj J. Geographic shifts in the bioclimatic suitability for *Aedes aegypti* under climate change scenarios in Colombia. Heliyon. 2020 Jan;6(1):e03101. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03101.

84. Abbasi E. The impact of climate change on travel-related vector-borne diseases: a case study on dengue virus transmission. Travel Med Infect Dis. 2025 May-Jun;65:102789. https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2025.102841.

85. Zavaleta E, Rojas C, Molina P, García J, Barrantes M, Zúñiga L, Arguedas S, Villalobos R. Impact of climate change on the global dynamics of vector-borne infectious diseases: a narrative review. Cureus. 2025 Jan 25;17(1):e77972. https://doi.org/10.7759/cureus.77972.

86. Osmond D, Payne K, Sabino G, Chami P, Lorde T. The Impact of Climate on Human Dengue Infections in the Caribbean. Pathogens. 2024; 13(9):756. https://doi.org/10.3390/pathogens13090756.

87. Lippi C, Stewart A, Bajaña M, Dueñas J, Espinoza N, Blackburn J, Ryan S. Geographic shifts in *Aedes aegypti* habitat suitability in Ecuador using larval surveillance data and ecological niche modeling: implications of climate change for public health vector control. PLoS Negl Trop Dis. 2019 Apr 17;13(4):e0007322. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007322.

88. Echeverry E, López C, Carvajal J, Aguirre O. Potential geographic distribution of the tiger mosquito *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) in current and future conditions for Colombia. PLoS Negl Trop Dis. 2021 May 11;15(5):e0008212. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008212.