



PUBLICACIÓN ADELANTADA

Estratificación del riesgo de transmisión de malaria en la región del Caribe Colombiano, 2008-2020

Luis Acuña-Cantillo¹, Mario J. Olivera², Luis Cortés-Alemán³, Pablo Chaparro-Narváez⁴, Julio Padilla-Rodríguez⁵

¹Biólogo, Grupo de Entomología – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C. – Colombia.

²Médico, Magister en Epidemiología Clínica y Economía de la Salud, Grupo de Parasitología – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C. – Colombia.

³Biólogo, Magister en Salud y Medicina Tropical. Laboratorio de Entomología Médica, Secretaría de Salud de Bolívar. Cartagena D.T. – Colombia.

⁴Médico, Magister en Salud Pública y Epidemiología, Doctor en Salud Pública. Observatorio Nacional de Salud – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C. – Colombia.

⁵Médico, Especialista en Salud Pública y Epidemiología. Red de Gestión de Conocimiento, Investigación e Innovación en Malaria, Bogotá D.C. – Colombia.

INFORMACIÓN ARTÍCULO	RESUMEN
<p>PALABRAS CLAVE <i>Colombia;</i> <i>Malaria;</i> <i>Plasmodium vivax;</i> <i>Región del Caribe;</i> <i>Riesgo;</i> <i>Transmisión de Enfermedad Infecciosa</i></p> <p>Recibido: noviembre 11 de 2023 Aceptado: julio 18 de 2024</p> <p>Disponible en línea: noviembre 14 de 2024</p>	<p>Introducción: la transmisión de la malaria en Colombia es heterogénea y de intensidad variable a escala regional. En la región del Caribe se registra transmisión de baja intensidad y alta receptividad.</p> <p>Objetivos: estratificar el riesgo de transmisión de malaria en la región del Caribe colombiano 2008-2020.</p> <p>Materiales y métodos: estudio descriptivo retrospectivo en 167 municipios, a partir de fuentes secundarias. Se adaptó la metodología de estratificación de Organización Panamericana de la Salud. Se utilizaron medidas de frecuencia absoluta y</p>

Correspondencia: Luis Acuña-Cantillo;
lacuna@ins.gov.co

Cómo citar: Acuña-Cantillo L, Olivera MJ, Cortés-Alemán L, Chaparro-Narváz P, Padilla-Rodríguez J. Estratificación del riesgo de transmisión de malaria en la región del Caribe Colombiano, 2008-2020. *Iatreia* [Internet]. 2024. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.308>



frecuencia relativa como porcentajes, proporción de especies parasitarias y la mediana del índice parasitario anual.

Resultados: el 77 % de los municipios (128) se clasificaron en estrato de riesgo 2, el 19 % en estrato de riesgo 3 (31) y el 5 % en estrato de riesgo 4 (8), estos últimos situados en los departamentos de Bolívar y La Guajira. En la región se notificaron 31.198 casos de malaria, el 84,1 % por *P. vivax*. El 75 % fueron aportados por los departamentos de Bolívar (Siete municipios) y La Guajira (un municipio).

Conclusiones: la distribución del riesgo de transmisión de malaria en esta región es heterogénea y focalizada. El territorio presenta condiciones favorables para la transmisión de la enfermedad. Estos hallazgos son insumos para la toma de decisiones.

Este manuscrito fue aprobado para publicación por parte de la Revista *Iatreia* teniendo en cuenta los conceptos dados por los pares evaluadores. **Esta es una edición preliminar, cuya versión final puede presentar cambios.**



AHEAD OF PRINT PUBLICATION

Stratification of Malaria Transmission Risk in the Colombian Caribbean Region, 2008-2020

Luis Acuña-Cantillo¹, Mario J. Olivera², Luis Cortés-Alemán³, Pablo Chaparro-Narváez⁴, Julio Padilla-Rodríguez⁵

¹Biologist, Entomology Group – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C – Colombia.

²MD, MSc in Clinical Epidemiology and Health Economics, Parasitology Group – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C – Colombia

³Biologist, Master in Health and Tropical Medicine. Medical Entomology Laboratory, Secretaría de Salud de Bolívar. Cartagena D.T – Colombia.

⁴M.D., Master in Public Health and Epidemiology, Ph. Observatorio Nacional de Salud – Instituto Nacional de Salud de Colombia. Bogotá D.C – Colombia.

⁵Physician, Specialist in Public Health and Epidemiology. Malaria Knowledge Management, Research and Innovation Network., Bogotá D.C – Colombia.

ARTICLE INFORMATION

KEYWORDS

Caribbean Region;
Colombia;
Disease Transmission, Infectious;
Malaria;
Plasmodium vivax;
Risk

Received: November 9, 2023

Accepted: July 18, 2024

Available online: November 14, 2024

ABSTRACT

Introduction: In Colombia, the malaria transmission is heterogeneous and variable intensity in regional scale. In the Caribbean region, low-intensity transmission and high receptivity are recorded.

Objectives: stratify the malaria risk transmission in the Colombian Caribbean region 2008-2020.

Methodology: A descriptive and retrospective study in 167 municipalities, based on secondary sources. The stratification methodology of the Pan American Health Organization was adapted. Measures of absolute frequency and relative

Correspondence: Luis Acuña-Cantillo;
lacuna@ins.gov.co

How to cite: Acuña-Cantillo L, Olivera MJ, Cortés-Alemán L, Chaparro-Narváez P, Padilla-Rodríguez J. Stratification of Malaria Transmission Risk in the Colombian Caribbean Region, 2008-202. Iatreia [Internet]. 2024.
<https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.308>



frequency were used as percentages, proportion of parasitic species and the annual parasitic index median.

Results: The 77% of the municipalities (128) were classified in risk stratum 2, 19% in risk stratum 3 (31) and 5% in risk stratum 4 (8), the latter located in the departments of Bolívar and La Guajira. In the region 31.198 malaria cases were notified, 84.1% due to *P. vivax*. 75% were reported by the departments of Bolivar (seven municipalities) and La Guajira (one municipality).

Conclusions: The distribution of malaria risk transmission in this region is heterogeneous and localized. The territory presents favorable conditions for the transmission of the disease. These findings are inputs for decision-making.

EDICIÓN PRELIMINAR

INTRODUCCION

La erradicación de la malaria es una meta global al año 2030, coordinada desde la Organización Mundial de la Salud, cuyo objetivo fundamental es reducir la incidencia de casos, las tasas de mortalidad, eliminar la transmisión y evitar el restablecimiento de la enfermedad en zonas libres de transmisión (1). En Colombia, la región Caribe es una de las áreas hipoendémicas y con transmisión focalizada y estacional, que podría facilitar su intervención (2); sin embargo, son pocos los ejercicios realizados para caracterizar el riesgo de transmisión (3). Un instrumento técnico que ha demostrado ser útil para la planeación de intervenciones de prevención, vigilancia y control acordes a contextos epidemiológicos específicos, es la estratificación según el riesgo y eliminación de focos de transmisión (4).

Esto último, implica clasificar áreas o localidades en función de factores demográficos, epidemiológicos, entomológicos, ambientales y sociales que determinan la receptividad y vulnerabilidad a la malaria. La primera se refiere al grado en que un ecosistema permite la transmisión de la enfermedad, mientras que la segunda se relaciona con la probabilidad de llegada de cepas de *Plasmodium*, ya sea por desplazamiento de personas o vectores (5). Esta estrategia es crucial para identificar las áreas con mayor riesgo de transmisión de la malaria, y permite dirigir los recursos e implementar las intervenciones de vigilancia, prevención y control específicas en los focos de transmisión identificados (4).

La endemo-epidemia de malaria en Colombia sigue representando un desafío significativo para la salud pública debido a su impacto social y económico. Históricamente distintas iniciativas para el control y erradicación de malaria han sido adoptadas e implementadas, con resultados variables e insostenibles en el tiempo (6). Recientemente se caracterizó el riesgo de transmisión malárica en diferentes regiones de Colombia acordes a la intensidad de la enfermedad, y las

condiciones de receptividad y vulnerabilidad. Las regiones del Pacífico, Urabá Bajo Cauca Sinú San Jorge y Amazonas registraron la mayor carga de malaria y los municipios con la mayor intensidad de transmisión; mientras que el resto de las regiones la carga más baja (3). En la región Caribe, en los departamentos de Bolívar y La Guajira, se encuentran los municipios que concentran más del 50 % de la carga de la enfermedad (2).

Teniendo en cuenta estas características epidemiológicas, estratificar el riesgo de transmisión en esta región, facilitaría la implementación de las intervenciones y a su vez, los esfuerzos de erradicación y eliminación. Por lo anterior el objetivo de este estudio fue estratificar el riesgo de transmisión de malaria en la región eco-epidemiológica del Caribe colombiano durante los años 2008-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Estudio descriptivo y retrospectivo.

Área de estudio, población y muestra

Se analizaron las bases de datos de casos de malaria reportados en 167 municipios de la región eco-epidemiológica del Caribe, la cual está situada al norte de Colombia y constituida por los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena, Sucre y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Posee una extensión de 107.027 km² y representa el 9,4 % del territorio colombiano. Se estima una población de 8.900.000 habitantes, de los cuales el 22% (1.963.548) se encuentran con riesgo potencial de adquirir la enfermedad. La muestra utilizada

fueron todos los casos anuales de malaria por departamento y municipio entre los años 2008 y 2020.

Obtención de los datos

La información de los casos de malaria se obtuvo de las notificaciones al Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) consignados en el Sistema Integrado de Información de la Protección Social – SISPRO (<https://www.sispro.gov.co/Pages/Home.aspx>). Los datos ambientales y geográficos como precipitación media anual (mm), humedad relativa media anual (%), temperatura media anual (°C), altura (msnm) y extensión (km²) fueron obtenidos de la información de acceso abierto del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>) y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC (<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-igac>). Los registros de los vectores fueron obtenidos de fuentes secundarias como referencias bibliográficas (7-11), los conjuntos de datos depositados en Global Biodiversity Information Facility – GBIF (12) y reportes de vigilancia entomológica de los laboratorios de salud pública departamentales. La información cartográfica y de población de riesgo se obtuvo del marco Geoestadístico nacional disponible en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE de Colombia (<http://www.dane.gov.co/>).

Análisis de los datos

Se incluyeron todos los casos por *Plasmodium vivax* y *P. falciparum*, teniendo como criterio la definición establecida en el protocolo de vigilancia en malaria del Instituto Nacional de Salud de Colombia (13). La población en riesgo se estableció por municipios, teniendo en cuenta que en Colombia la transmisión de malaria es principalmente rural, se incluyeron todos los habitantes

estimados en las proyecciones del Departamento Estadístico Nacional – DANE en las cabeceras urbanas y rurales.

La unidad de análisis para la estratificación del riesgo de malaria fue el municipio. Se clasificaron teniendo en cuenta el concepto de receptividad propuesto por OMS (4-5). Los estratos de riesgo se asignaron según los criterios:

- Estrato 1 (E1): municipios no receptivos, >1600 msnm, sin evidencia de transmisión de malaria.
- Estrato 2 (E2): municipios receptivos, sin casos autóctonos o importados de áreas o endémicas, < 1600 msnm, con presencia de vectores *Anopheles*.
- Estrato 3 (E3): municipios receptivos, sin casos autóctonos en los últimos cinco años, focos residuales con casos autóctonos, ≤ 100 casos por año en los últimos cinco años, casos importados de áreas endémicas, con presencia de vectores *Anopheles* < 1600 msnm.
- Estrato 4 (E4): municipios receptivos con casos autóctonos, focos activos y residuales. Con presencia de vectores *Anopheles* < 1600 msnm.

Para caracterizar la receptividad de los municipios del estrato de riesgo 4, se incluyeron los valores promedios de humedad relativa, temperatura y precipitación, los valores absolutos de altura y extensión geográfica, los ecotopos se asignaron de acuerdo con definiciones biogeográficas nacionales y latinoamericanas (14-17).

Todos los datos se almacenaron en una hoja de cálculo en Microsoft Excel 365® (Microsoft - Redmond, WA, USA). El programa QGIS 3.38.1 (<https://www.qgis.org>) fue utilizado para la elaboración de mapas. Se utilizaron medidas de frecuencia absoluta como casos acumulados en la región, departamento y municipio, extensiones territoriales, altura y población en riesgo. Para establecer el riesgo absoluto de transmisión en los municipios del estrato de riesgo 4, se construyeron medidas de frecuencia relativa como porcentajes, la proporción de *P. vivax* (Pv %),

y la mediana del índice parasitario anual (IPA): $[N^{\circ} \text{ casos (totales o por especie parasitaria} \times 1000) / (\text{Población en riesgo})]$. Se utilizó una regresión lineal simple para establecer la tendencia del comportamiento epidemiológico en estos municipios.

RESULTADOS

En la región eco-epidemiológica del Caribe colombiano, la carga acumulada de casos durante el periodo 2007-2020 fue de 31.198 casos de malaria. El promedio anual de casos por año fue de 2400 casos / año. El 84,1 % (26.237) de las infecciones fueron por *P. vivax*. El 78,3 % (24.433) de los casos se presentaron en grupos de edad < 40 años, y el 68 % (21.233) de los casos en hombres (Figura 1).

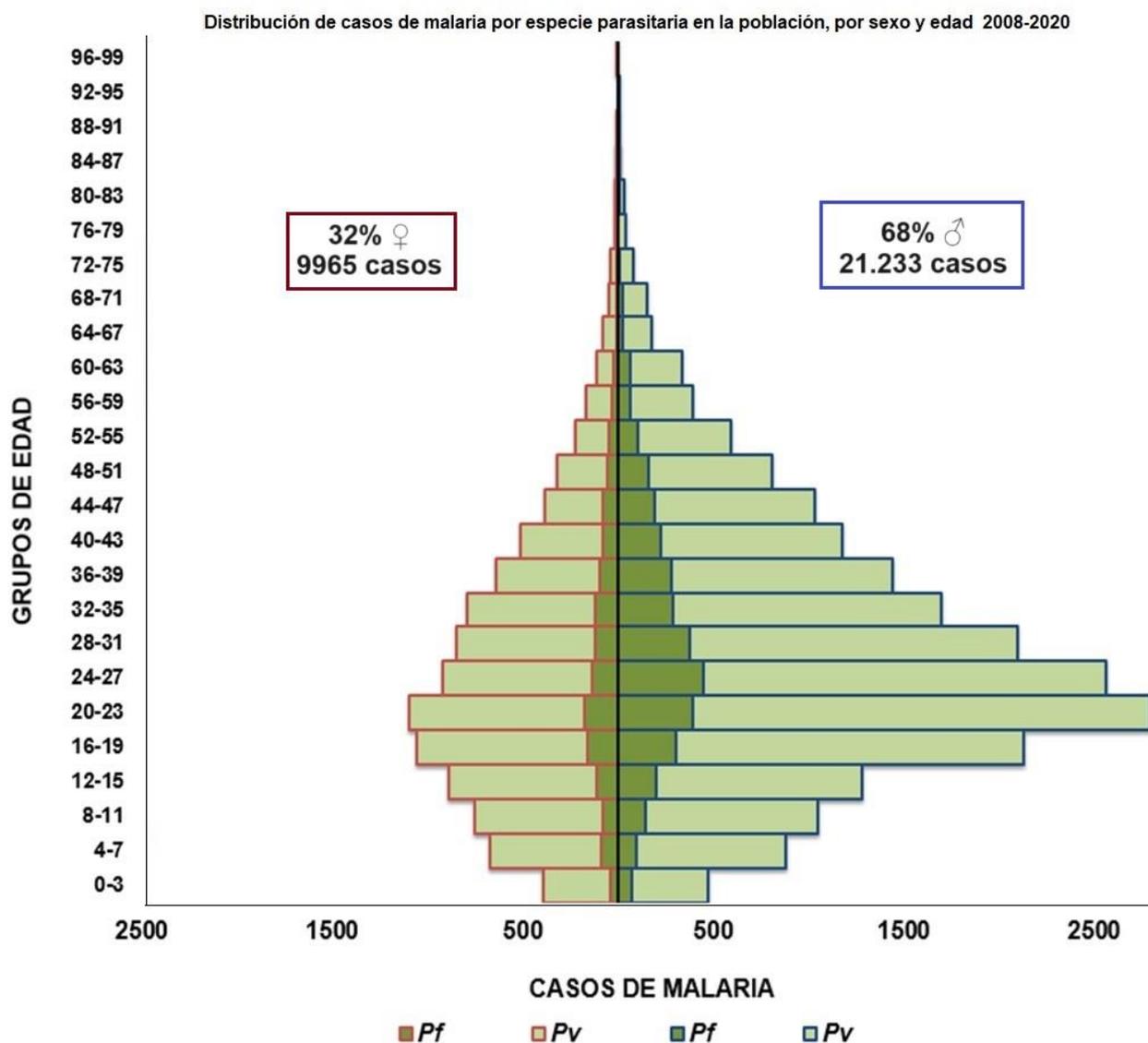


Figura 1. Distribución de casos de malaria por especie parasitaria en la población, por sexo y edad. Región del Caribe colombiano 2008-2020

Fuente: los autores. Elaborado en Microsoft Excel 365®

El 75 % (23.313) de los casos fueron aportados por los departamentos de Bolívar y La Guajira. Bolívar contribuyó con el 65 % (20.331) y La Guajira con el 10 % (2982). El rango de altitud del área receptiva en la región Caribe es de 0 a 1501 msnm, la mediana de la altura de todos los municipios (< 1600 msnm) fue de 34 msnm. El 96 % (161) de los municipios se encuentran

localizados entre los 0 - 620 msnm, con una mediana de 30 msnm. El 77 % (128) se clasificaron en E2, el 19 % (31) en E3 y el 5 % (8) en E4 (Tabla 1) (Figura 2).

Tabla 1. Distribución por estratos de riesgo de malaria en la región del Caribe colombiano 2008-2020

Departamentos	E4		E3		E2		Casos totales	Altura [min-máx] (msnm) *			
	Casos	Municipios	Área (km ²)	Casos	Municipios	Área (km ²)			Casos	Municipios	Área (km ²)
Bolívar	20.331	7	9022	2528	14	9870	297	26	7797	23.156	22,5 [1-620]
La Guajira	2982	1	2968	1977	3	5184	167	11	12295	5126	50 [1-50]
Sucre	-	-	-	857	6	3203	481	20	6569	1338	80 [1-270]
Magdalena	-	-	-	699	4	4793	165	26	20.088	864	20 [2-170]
Atlántico	-	-	-	208	1	160	145	22	3013	353	10 [1-516]
Cesar	-	-	-	222	3	6854	122	21	15.167	344	131 [42-1501]
Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina Providencia	-	-	-	-	-	-	17	2	44	17	19,5 [2-37]
Total	23.313	5 (8 %)	11.990	6491	31 (19 %)	30.064	1394	128 (77 %)	64.973	31.198	34† [1-1501]‡

* Valores medianos, mínimo y máximo de la altura; † Mediana de la altura en los 167 municipios; ‡ Rango de la altura en los 167 municipios

Fuente: elaboración propia

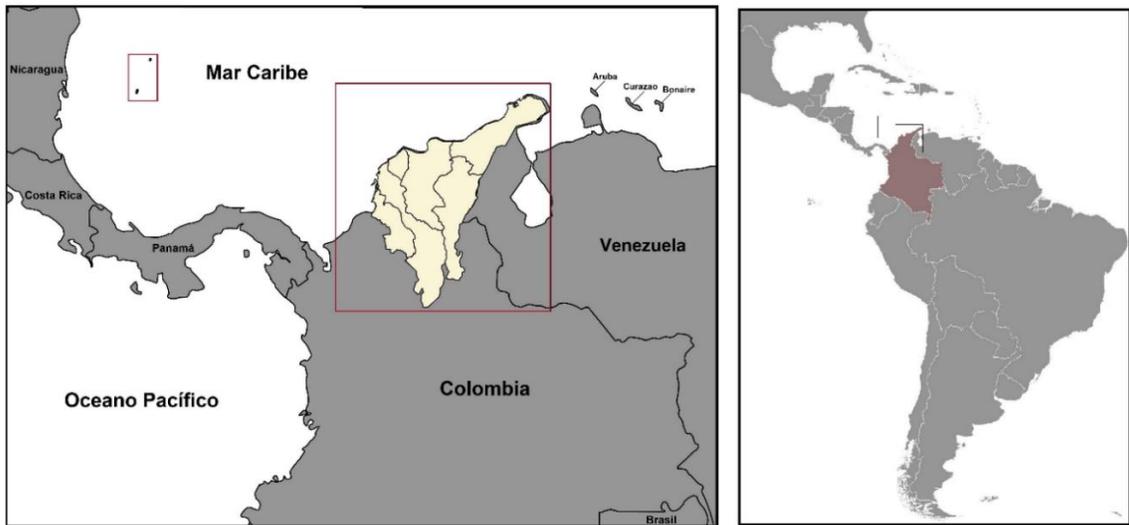
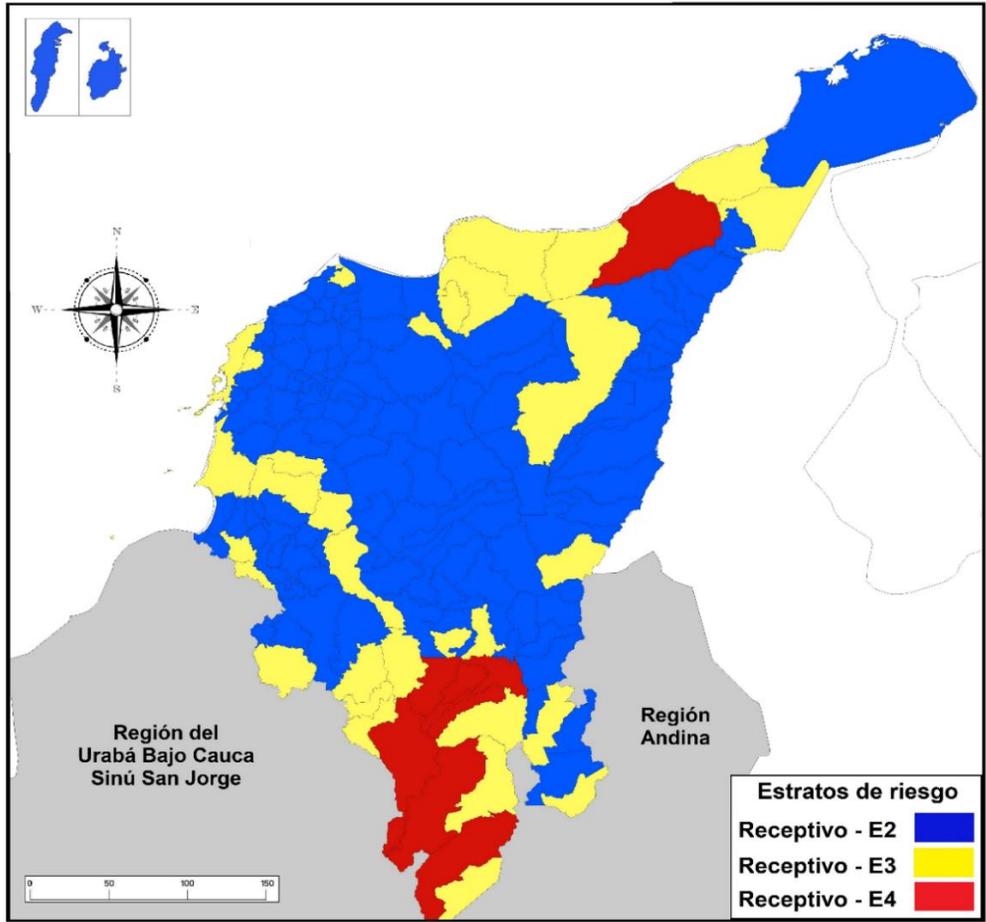


Figura 2. Distribución geográfica a escala municipal de los estratos de malaria en la región del Caribe colombiano 2008-2020

Fuente: elaboración propia. Elaborado en QGIS 3.38.1

En los municipios E4, la malaria presentó un comportamiento heterogéneo durante el periodo de estudio. Siete de estos municipios se encuentran situados entre las zonas de desarrollo económico y social declaradas para el departamento de Bolívar como la Mojana bolivarense (Montecristo y Tiquisio), Loba (Norosí y Rioviejo) y Magdalena medio bolivarense (Arenal, San Pablo y Santa Rosa del Sur) (18), mientras que Riohacha está situada en la región media en el departamento de La Guajira. Estos municipios constituyeron el 11 % (11.990 Km²) del territorio receptivo de esta región (Tabla 1).

Los municipios de Montecristo y Norosí presentaron los IPA medianos más altos con 51,9 y 56,6 por cada 1.000 habitantes respectivamente, mientras que el municipio de Riohacha presentó el IPA mediano más bajo, con 2,1 casos por cada 1.000 habitantes (Tabla 2).

Tabla 2. Características epidemiológicas de los municipios del estrato de riesgo 4 en la región del Caribe colombiano 2008-2020

Departamento	Municipio	Casos	Prevalencia <i>P. vivax</i> (Casos)	IPA mediana [min-máx]
Bolívar	Arenal	783	84 % (661)	4,0 [0 - 9,6]
	Montecristo	9782	80 % (7811)	51,9 [17,2-172,6]
	Norosí	3120	85 % (2637)	56,6 [0-179,7]
	Rioviejo	1372	70 % (959)	8,1 [0,6-52,6]
	San Pablo	550	81 % (446)	9,8 [0,4-26,4]
	Santa Rosa del Sur	1755	90 % (1575)	4,7 [0,2-15,8]
La Guajira	Tiquisio	2969	90 % (2674)	11,3 [0,5-36,4]
	Riohacha	2982	97 % (2896)	2,1 [0,1 - 39,9]
Total		23.313	85 % * (19.659)	-

* Promedio ponderado de la prevalencia de *P. vivax*
Fuente: elaboración propia

El comportamiento de malaria presentó distintas tendencias en los municipios E4, en Arenal, Norosí, Rioviejo y Tiquisio se evidenció una tendencia al incremento, a diferencia de

Montecristo, Santa Rosa del Sur y Riohacha los cuales presentaron tendencias al descenso, mientras que el municipio de San Pablo presentó una estabilidad en el número de casos (Figura 3).

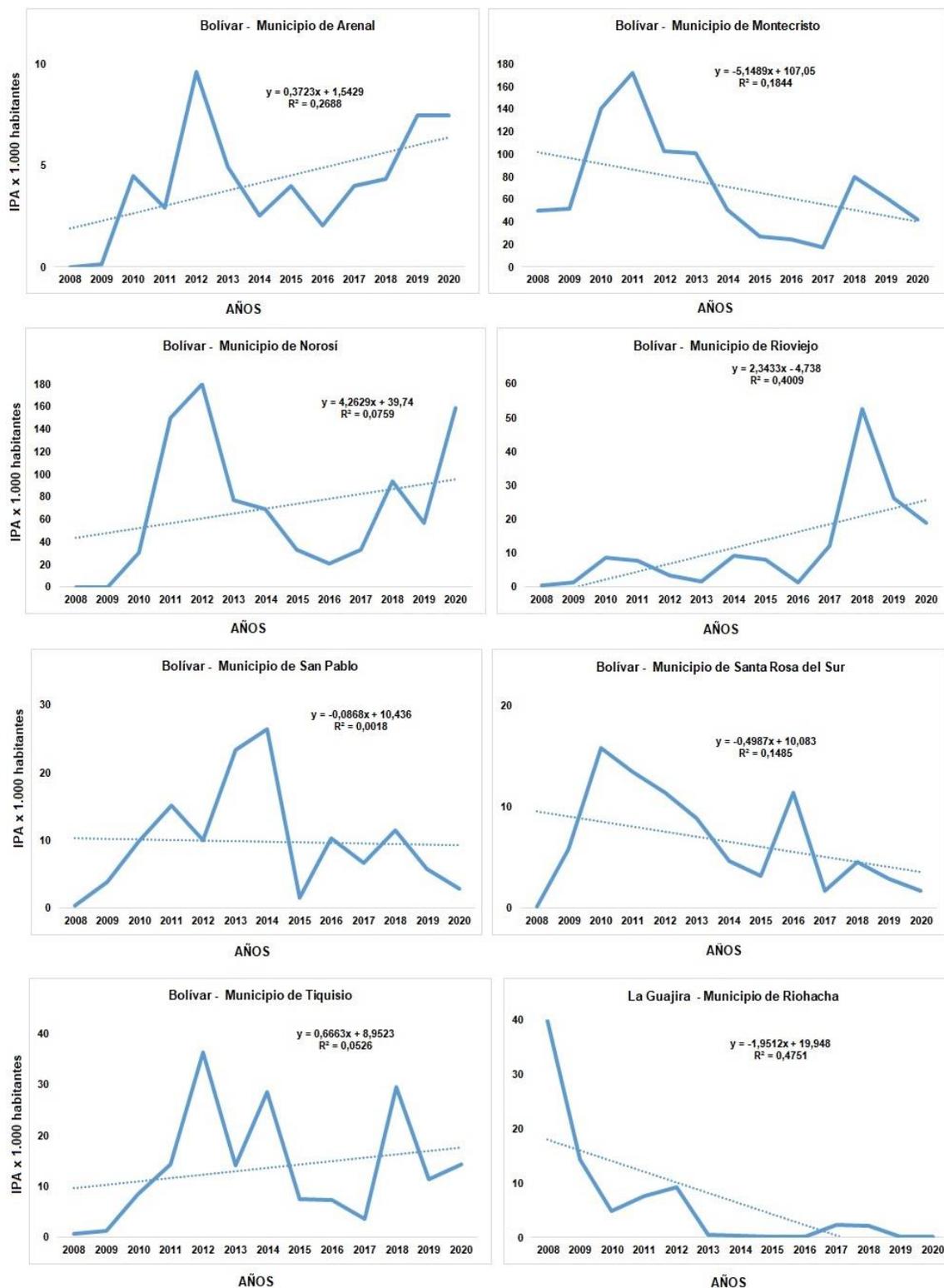


Figura 3. Comportamiento epidemiológico de malaria en los municipios del estrato de riesgo 4 en la región del Caribe colombiano 2008-2020

Fuente: elaboración propia. Elaborado en Microsoft Excel 365®

De las características de receptividad se puede inferir que estas son homogéneas en los municipios E4 del departamento de Bolívar, los cuales tienen alturas que no superan los 620 msnm, el ecotopo predominante es el Bosque húmedo tropical, los registros promedios de precipitación, temperatura y humedad relativa evidenciaron uniformidad. Las especies de vectores reportadas en todos los municipios fueron *Anopheles darlingi* y *An. nuneztovari*. La especie *An. albimanus* solo se reportó en los municipios de Montecristo, San Pablo, Santa Rosa del Sur y Tiquisio. En cuanto al municipio de Riohacha, sus características de receptividad fueron disímiles de los municipios E4 de Bolívar. Las formaciones costeras, manglares, cardonales y relictos de bosque seco tropical fueron los ecotopos identificados. Los valores promedios de temperatura y humedad relativa fueron altos, en contraste con los bajos valores de precipitación. Las especies registradas fueron *An. albimanus*, *An. aquasalis* y *An. pseudopunctipennis s.l.* (Tabla 3).

Tabla 3. Características de receptividad de los municipios del estrato de riesgo 4 en la región del Caribe colombiano 2008-2020

Departamento	Municipio	Vectores de malaria *	Altura (msnm)	Humedad Relativa (%) †	Temperatura (°C) †	Precipitación (mm) †	Ecotopo ‡
Bolívar	Arenal	<i>An. darlingi</i> , <i>An. nuneztovari</i>	41	77,8	19,5	1524,7	Bosque húmedo tropical
	Montecristo	<i>An. albimanus</i> , <i>An. darlingi</i> , <i>An. neomaculipalpus</i> , <i>An. nuneztovari</i>	78	85,7	19,5	1633	Bosque húmedo tropical
	Norosí	<i>An. darlingi</i> , <i>An. nuneztovari</i>	60	77,8	19,5	1524,7	Bosque húmedo tropical
	Rioviejo	<i>An. darlingi</i> , <i>An. nuneztovari</i>	34	77,8	19,5	1524,7	Bosque húmedo tropical
	San Pablo	<i>An. albimanus</i> , <i>An. darlingi</i> , <i>An. nuneztovari</i>	75	81,2	25	812,8	Bosque húmedo tropical
	Santa Rosa del Sur	<i>An. albimanus</i> , <i>An. darlingi</i> ,	620	85,7	19,5	1759,8	Bosque húmedo tropical

		<i>An. nuneztovari</i>					
	Tiquisio	<i>An. albimanus, An. darlingi, An. nuneztovari</i>	24	77,8	19,5	1524,7	Bosque húmedo tropical
La Guajira	Riohacha	<i>An. albimanus, An. aquasalis, An. pseudopunctipennis s.l</i>	1	84,5	38	754,4	Formaciones Costeras, Manglares, Cardonales, Xerofíticos y Subxerofíticos Relictos de Bosque seco tropical

* Especies registradas en los municipios entre 2008-2020 (7-12); † Datos de humedad relativa anual (%), temperatura promedio anual (°C) y precipitación promedio anual (mm), Fuente: IDEAM 2010-2020; ‡ Ecotopos descritos para Colombia (14-17)

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio permitieron establecer que el riesgo de transmisión de malaria en la región del Caribe colombiano es heterogéneo, con una intensidad de transmisión baja. Se observó un predominio de *P. vivax*, y la mayoría de los municipios se consideraron receptivos, sin casos autóctonos, pero con casos importados. Se identificaron dos focos de transmisión activa ubicados en los departamentos de Bolívar y La Guajira, los cuales concentran la mayor carga de la enfermedad en la región.

El patrón de estratificación del riesgo identificado en este estudio es similar al observado en regiones costeras del mar Caribe en Centroamérica y Venezuela. En Centroamérica la malaria está focalizada en la costa de la Mosquitia, entre Honduras y Nicaragua, en la provincia Limón de Costa Rica y la costa caribe de Panamá, parte de la frontera con Colombia. Los casos de malaria se concentran en municipios costeros, con predominio de *P. vivax*, presencia de ecotopos como las formaciones costeras, manglares, relictos de bosque seco y bosque húmedo tropical con registros de *An. albimanus* en todos los focos, además de las especies *An. nuneztovari* y *An. darlingi* en la provincia del Darién. Las poblaciones vulnerables a la enfermedad, en su mayoría son comunidades locales (19-28). Por otra parte, en el Caribe oriental, estado de Sucre de la República Bolivariana

de Venezuela, entre 1996-2008, se identificaron puntos calientes de malaria, concentrados en los municipios de Benítez y Cajigal, con altos índices parasitarios, predominio de *P. vivax*, comportamiento malárico heterogéneo y variable, y el vector incriminado *An. aquasalis* (29-31).

Los hallazgos de la investigación indican que el Caribe colombiano contribuye con el 5 % de la carga nacional de malaria, que es característico de una región con baja transmisión. Además, cerca del 60 % de la carga se notifica en los departamentos de Bolívar y La Guajira (2,6). En estos departamentos, las dinámicas de transmisión de los focos están determinadas por procesos económicos, sociales y culturales específicos. Por ejemplo, en el conglomerado epidemiológico del sur de Bolívar, la migración de población susceptible y portadora de parásitos debido a las economías ilícitas, como la minería ilegal, y el conflicto social armado. Esto ocurre en escenarios receptivos que están configurados por ecotopo como relictos de bosque húmedo presentes en las estribaciones de la Serranía de San Lucas. En estas las modificaciones del paisaje favorecen la transmisión activa de malaria debido a la proliferación de vectores como *An. nuneztovari* y *An. darlingi*. En la región no se han identificado vectores infectados por *P. vivax*, a pesar de que en áreas endémicas vecinas se ha encontrado (32,33).

Por otra parte, la transmisión epidémica estacional e intermitente de Riohacha, en La Guajira, ha estado influenciada por los cambios en el régimen de lluvias que inciden en la ecología de los vectores, y además la migración transnacional de la etnia Wayuu, con el estado transfronterizo del Zulia, por razones culturales. Adicionalmente, el precario estado de los servicios de salud a escala regional ha contribuido a la reemergencia de otros eventos transmitidos por vectores, como las epidemias de encefalitis equina venezolana, leishmaniasis y fiebre amarilla (34-35). Los vectores registrados en Riohacha son *An. albimanus* y *An. aquasalis*. El primero se ha encontrado en criaderos de rancherías de población Wayuu y el segundo ha sido implicado como

vector de malaria en zonas costeras del Caribe de Venezuela y el Océano Atlántico de Brasil (9,29-31,36).

En relación con el estrato de riesgo se planifican las intervenciones. De forma general para todos los estratos corresponde realizar: detección pasiva; diagnóstico oportuno de casos (en menos de 48h); control de calidad del diagnóstico (directo e indirecto acompañada de capacitación y supervisión); brindar tratamiento y realizar seguimiento e investigación de casos; efectuar investigación de focos y respuesta; hacer la notificación obligatoria de casos confirmados, registro de diagnósticos realizados y análisis semanal. Para los estratos 3 y 4, se adiciona el control vectorial en sitios centinela; la detección proactiva; y la vigilancia de riesgo de malaria (incluida para el estrato 2). Finalmente se agrega para el estrato 4, la ubicación de casos que incluye georreferenciación de las localidades y cartografía de las características importantes del foco (4).

Las limitaciones enfrentadas durante este estudio se relacionaron con la naturaleza retrospectiva del estudio y la obtención de la información, la cual estaba dispersa e incompleta en las diferentes fuentes consultadas. Estas fuentes de información secundarias pueden presentar subregistro y falta de calidad en su contenido. Adicionalmente, las escasas e inexistentes evidencias de ejercicios o publicaciones anteriores sobre la temática y el escaso interés del tema en los departamentos de la región pudieron haber generado sesgos en la información.

CONCLUSIÓN

En la región del Caribe colombiano la transmisión de la malaria es heterogénea, variable y de baja intensidad, donde la mayoría de los municipios son receptores de casos y presentan condiciones favorables de receptividad y vulnerabilidad. Se resaltan dos focos circunscritos de transmisión autóctona activa que generan la mayoría de los casos reportados en los cuales predomina *P. vivax*. Se sugiere que los resultados de esta investigación sean incluidos y considerados en los programas

departamentales de control y prevención de malaria; a su vez, se deben socializar entre las instituciones a escala nacional: secretarías de salud, entidades prestadoras de servicios, centros académicos de la región y en las comunidades vulnerables.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría de Salud del departamento de Bolívar, al Ministerio de Salud y Protección Social por facilitarnos el acceso a la información. Agradecemos especialmente a la Red de Gestión del Conocimiento e Innovación en Malaria.

FINANCIACIÓN

Recursos propios.

CONFLICTO DE INTERESES

No hay conflictos entre los autores.

ASPECTOS ÉTICOS

Teniendo en cuenta la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, Artículo 11, este estudio fue de libre riesgo y no requirió aprobación de comité ética, además se garantizó la confidencialidad, anonimato y custodia de los datos obtenidos (37).

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Estrategia Técnica Mundial contra la Malaria 2016-2030 [Internet]. Ginebra, Suiza: OMS; 2015. Disponible en:

<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241564991#:~:text=La%20Estrategia%20T%C3%A9cnica%20Mundial%20contra,la%20eliminaci%C3%B3n%20de%20la%20malaria>

2. Acuña-Cantillo L, Olivera MJ, Padilla-Rodríguez JC. Malaria in the eco-epidemiological region of the Colombian Caribbean, 1960-2019. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* [Internet]. 2022;39(4):463-468. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2022.394.11359>
3. Padilla-Rodríguez JC, Olivera MJ, Ahumada-Franco ML, Paredes-Medina AE. Malaria risk stratification in Colombia 2010 to 2019. *PLoS one* [Internet]. 2021;16(3):e0247811. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247811>
4. Organización Panamericana de la Salud. Manual para la estratificación según el riesgo de malaria y la eliminación de focos de transmisión. Washington D.C., EE. UU: OPS; 2020. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56731/9789275322000_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. World Health Organization. WHO malaria terminology, 2021 update [Internet]. Geneva, Switzerland: WHO; 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240038400>
6. Padilla-Rodríguez JC, Olivera MJ, Padilla-Herrera MC. Epidemiological evolution and historical anti-malarial control initiatives in Colombia, 1848-2019. *Infez Med* [Internet]. 2022;30(2):309-319. <https://doi.org/10.53854/liim-3002-19>
7. Cortes L. Aspectos ecológicos de Anopheles en Montecristo, Bolívar. *Bioméd* [Internet]. 2011;31(Spl 3):134-2135. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.474>
8. Herrera-Varela M, Orjuela L, Peñalver C, Conn J, Quiñones M. Anopheles species composition explains differences in Plasmodium transmission in La Guajira, northern

Colombia. Mem Inst Oswaldo Cruz [Internet]. 2014;109(7):952-956.

<https://doi.org/10.1590/0074-0276140126>

9. Díaz AS, Sotelo AI, González-Uribe C, Brochero H. Bionomía de Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus (Diptera: Culicidae) en dos rancherías del pueblo wayuu, Riohacha, La Guajira, Colombia. Bioméd [Internet]. 2017;37(S2):201-207.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3481>
10. Instituto Nacional de Salud de Colombia. Informe Vigilancia Entomológica de Malaria en Colombia [Internet]. INS; 2018. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-vigilancia-entomologica-Malaria-Colombia-2018.pdf>
11. Instituto Nacional de Salud de Colombia. Informe Vigilancia Entomológica de Malaria en Colombia [Internet]. INS; 2019. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-vigilancia-entomologica-de-Malaria-Colombia-2019.pdf>
12. Global Biodiversity Information Facility. GBIF Occurrence Download
<https://doi.org/10.15468/dl.br58jm>
13. Instituto Nacional de Salud de Colombia. Protocolo de Vigilancia de Malaria en Colombia. Grupo de Vigilancia y Control de enfermedades transmisibles endemoepidémicas y relacionadas con salud sexual. Dirección de vigilancia y análisis del riesgo en salud pública. Bogotá D.C. Colombia; 2022.
14. Hernández-Camacho J, Hurtado-Guerra A, Ortiz-Quijano R, Walschburger T. Unidades biogeográficas de Colombia. En: Halffter G. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Xalapa, México: Acta zool. Mex; 1992. p. 105-151. Disponible en:
<http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/www-vol-I.htm>

15. Rangel-Churio JO, ed. Colombia diversidad biótica XII: La región Caribe de Colombia [Internet]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias; 2012. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81474>
16. Rubio-Palis Y, Zimmerman RH. Ecoregional classification of malaria vectors in the neotropics. *J Med Entomol* [Internet]. 1997;34(5):499-510. <https://doi.org/10.1093/jmedent/34.5.499>
17. Schapira A, Boutsika K. Malaria ecotypes and stratification. *Adv Parasitol* [Internet]. 2012;78:97-167. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394303-3.00001-3>
18. Gobernación de Bolívar (2023). Zonas de desarrollo económico y social ZODES [Internet]. Disponible en: <https://www.bolivar.gov.co/web/seccion/bolivar/zodes/>
19. Nicolas JO, Escobar D, Banegas E, Valdez JR, Mejía-Torres RE, Singh P. Micro-Stratification for malaria transmission risk in a high burden area of Honduras. *Res Sq* [Internet]. 2021. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-418870/v1>
20. Escobar D, Archaga O, Reyes A, Palma A, Larson RT, Vásquez GM, et al. Follow-up to the geographical distribution of Anopheles species in malaria-endemic and non-endemic areas of Honduras. *Insects* [Internet]. 2022;13(6):548. <https://doi.org/10.3390/insects13060548>
21. Dejour D. Condiciones sanitarias y de vida en la mosquitia 1492-1850. *Wani*. 2014; 17: 3–13. Disponible en: <https://revistas.bicu.edu.ni/index.php/wani/article/view/344>
22. Rodríguez BM. Dinámica de la Malaria en el SILAIS Bilwi, Nicaragua 2013- 2020. *Rev Torr Univ* [Internet]. 2022;11(32). <https://doi.org/10.5377/rtu.v11i32.14977>
23. Argüello-Vargas S, Malavassi E, Herrero-Acosta MV. Análisis espacio-temporal de la malaria en Matina, Limón, Costa Rica. *Rev Geogr Am Cent* [Internet]. 2015;1(54):67-87. <https://doi.org/10.15359/rgac.1-54.3>

24. Rhodes CG, Loaiza JR, Romero LM, Gutiérrez-Alvarado JM, Delgado G, Rojas-Salas O, et al. Anopheles albimanus (Diptera: Culicidae) ensemble distribution modeling: Applications for malaria Elimination. *Insects* [Internet]. 2022;13(3):221. <https://doi.org/10.3390/insects13030221>
25. Calzada JE, Marquez R, Rigg C, Victoria C, De la Cruz M, Chaves LF, et al. Characterization of a recent malaria outbreak in the autonomous indigenous region of Guna Yala, Panama. *Malar J* [Internet]. 2015;14:459. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0987-6>
26. Lainhart W, Dutari LC, Rovira JR, Sucupira IMC, Póvoa MM, Conn JE, et al. Epidemic and non-epidemic hot spots of Malaria transmission occur in indigenous comarcas of Panama. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2016;10(5):e0004718. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004718>
27. Ávila MI, Vajda ÉA, Gutiérrez EJ, Gibson D, Mosquera-Rentería M, Presley N, et al. Anopheles drivers of persisting malaria transmission in Guna Yala, Panamá: an operational investigation. *Malar J* [Internet]. 2021;20(1):443. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03972-z>
28. Torres-Cosme R, Rigg C, Santamaría AM, Vásquez V, Victoria C, Ramírez JL, et al. Natural malaria infection in anophelines vectors and their incrimination in local malaria transmission in Darién, Panama. *PLoS one* [Internet]. 2021;16(5):e0250059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250059>
29. Grillet ME, Martínez JE, Barrera R. Focos calientes de transmisión de malaria: implicaciones para un control orientado y efectivo en Venezuela. *Bol Mal Salud Amb* [Internet]. 2009;49(2):193-208. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262588689_Focos_calientes_de_transmision_de_malaria_Implicaciones_para_un_control_orientado_y_efectivo_en_Venezuela

30. Osborn FR, Rubio-Palis Y, Herrera M, Figuera A, Moreno J. Caracterización ecoregional de los vectores de malaria en Venezuela. *Bol Mal Salud Amb* [Internet]. 2004;44(2):77-92. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313184182_Caracterizacion_ecoregional_de_los_vectores_de_malaria_en_Venezuela
31. Cáceres JL. Situación epidemiológica de la malaria en Venezuela: Año 2009. *Bol Mal Salud Amb* [Internet]. 2010;50(2):271-282. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000200011#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202009%20en,de%20casos%20de%20la%20enfermedad
32. Naranjo-Díaz N, Hernández-Valencia J, Gómez G, Correa M. Spatial and temporal diversity variation in the Anopheles communities in malaria-endemic regions of Colombia. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2023;108(4):744-754. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.22-0569>
33. Gutiérrez LA, González JJ, Gómez GF, Castro MI, Rosero DA, Luckhart S. et al. Species composition and natural infectivity of anthropophilic Anopheles (Diptera: Culicidae) in the states of Córdoba and Antioquia, Northwestern Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz* [Internet]. 2009;104(8):1117-1124. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000800008>
34. Rivas F, Díaz LA, Cárdenas VM, Daza E, Bruzón L, Alcalá A, et al. Epidemic Venezuelan equine encephalitis in La Guajira, Colombia, 1995. *J Infect Dis* [Internet]. 1997;175(4):828-32. <https://doi.org/10.1086/513978>
35. Cáceres DC, De la Hoz F, Nicholls S, De Antonio R, Velandia MP, Olano V, et al. Brote de malaria en La Guajira, 1 de diciembre de 1999 a 1 de febrero de 2000. *Bioméd* [Internet]. 2000;20(2):152-161. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84320210>
36. Souza-Gomes ECD, Lopes da Cruz D, Santos MAVM, Costa-Souza RM, Fontes de Oliveira CM, Junqueira-Ayres CF. et al. Outbreak of autochthonous cases of malaria in coastal regions

of Northeast Brazil: the diversity and spatial distribution of species of Anopheles. Parasit Vectors [Internet]. 2020;13(1):621. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04502-7>

- 37.** Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, Colombia 1993 [Internet]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-8430-de-1993>

EDICIÓN PRELIMINAR