Factores sociodemográficos y clínicos asociados con la malaria en el departamento de Guainía, Colombia, 2024

Angélica María Tortello M [a], Lina Daniela León Hernández [b], Claudia Marcela Ramírez Espinosa [c]

a. Enfermera. Especialista en Salud Familiar. Magíster en Epidemiología. Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-6897-113X

b. Enfermera. Especialista en Auditoría en Salud. Magíster en Epidemiología.Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4653-6644

c. Instrumentadora quirúrgica. Especialista en Auditoría en Salud. Magíster en Epidemiología. Fundación Universitaria del Área Andina, Bogotá, Colombia. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2734-4981

DOI: 10.22517/25395203.26468

Resumen

Introducción: En 2024, Colombia notificó un aumento del 81 % en los casos de malaria. El departamento de Guainía, fronterizo y con una alta proporción de población indígena, presenta una de las incidencias más elevadas del país.

Objetivo: Describir el perfil sociodemográfico y clínico de los casos confirmados de malaria en Guainía durante 2024 e identificar los factores asociados con la hospitalización, utilizada como indicador indirecto de gravedad clínica.

Métodos: Estudio observacional, analítico y transversal retrospectivo que incluyó la totalidad de los casos confirmados por laboratorio publicados por el Instituto Nacional de Salud en los microdatos del Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), correspondientes a los cinco eventos de malaria registrados en Guainía durante 2024 (N = 4.452). Se realizaron análisis descriptivos y bivariados (prueba de chi-cuadrado de Pearson o prueba exacta de Fisher y cálculo del odds ratio [OR] crudo), así como una regresión logística multivariable, con la hospitalización como variable dependiente, restringida a los casos no complicados.

Resultados: La mediana de edad fue de 23 años; el 54,2 % de los casos correspondió a hombres, el 72,2 % a población indígena y el 90,5 % a residentes en la cabecera municipal. *Plasmodium vivax* fue la especie predominante (98,5 %). Se hospitalizó al 1,8 % de los pacientes (n = 78), incluidos los 20 casos de malaria complicada y el caso notificado como mortalidad por malaria. Se registró una defunción. En el modelo ajustado, se asociaron con mayores odds de hospitalización la gestación (OR ajustado [ORa] = 78,95; IC 95 %: 27,13–229,74), la pertenencia a fuerzas institucionales (ORa = 3,72; IC 95 %: 1,17–11,84) y la residencia fuera de la cabecera municipal (ORa = 3,04; IC 95 %: 1,57–5,89). Por el contrario, la pertenencia étnica indígena (ORa = 0,18; IC 95 %: 0,10–0,32) y la condición de migrante (ORa = 0,36; IC 95 %: 0,14–0,89) se asociaron con menores odds de hospitalización. La consulta después de los 5 días del inicio de los síntomas se asoció con la hospitalización en el análisis bivariado (OR crudo = 3,95; IC 95 %: 2,47–6,30), pero no en el modelo ajustado.

Conclusiones: En Guainía, durante 2024, la hospitalización entre los casos de malaria fue poco frecuente y se asoció con la gestación, la pertenencia a fuerzas institucionales y la residencia fuera de la cabecera municipal. La menor frecuencia de hospitalización observada en la población indígena y migrante requiere estudios que evalúen el acceso a los servicios de salud y los criterios de hospitalización.

Palabras clave: malaria; *Plasmodium vivax*; hospitalización; factores socioeconómicos; vigilancia en salud pública; población indígena.

Introducción

La malaria es una enfermedad infecciosa causada por protozoos del género *Plasmodium* y transmitida por mosquitos del género *Anopheles*. A pesar de los avances en el diagnóstico, el tratamiento y la vacunación, continúa causando más de 600.000 muertes anuales en el mundo, principalmente en regiones tropicales y subtropicales de bajos ingresos (1).

En Colombia, la malaria presenta fluctuaciones cíclicas asociadas con factores climáticos, sociales y territoriales (2). Según el Informe Mundial sobre la Malaria de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el país concentra el 21 % de la carga regional de esta enfermedad en las Américas (3). En 2024, se notificaron 135.298 casos al Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), lo que representó un aumento del 81 % respecto al año anterior (4). Esta situación evidencia el distanciamiento de las metas de reducción progresiva establecidas en la Estrategia Técnica Mundial contra la Malaria 2016-2030 (5).

El departamento de Guainía, ubicado en el extremo oriental de Colombia y fronterizo con Venezuela y Brasil, se encuentra entre los territorios más afectados por esta enfermedad. Según el Análisis de Situación de Salud del Ministerio de Salud y Protección Social, Guainía, junto con Chocó y Vaupés, presenta algunas de las tasas de incidencia más elevadas del país (6).

El objetivo de este estudio fue describir el perfil sociodemográfico y clínico de los casos confirmados de malaria en Guainía durante 2024 e identificar los factores sociodemográficos y clínicos asociados con la hospitalización, utilizada como indicador indirecto de gravedad clínica. Dado que todos los registros corresponden a casos confirmados, el estudio no evalúa factores de riesgo para adquirir la infección, sino factores asociados con la hospitalización entre las personas que la presentaron. Este artículo se deriva de la tesis de maestría de las autoras (7).

Materiales y métodos

Diseño:

Estudio observacional, analítico y transversal retrospectivo, basado en fuentes secundarias de vigilancia epidemiológica (8).

Población y fuente de datos:

Se utilizaron los microdatos de notificación individual publicados por el Instituto Nacional de Salud (INS) en el portal del Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) correspondientes a 2024 (9). Dado que el INS publica un archivo por cada código de evento, se integraron los cinco archivos correspondientes a malaria: malaria por P. vivax (evento 490), malaria por P. falciparum (470), malaria asociada o mixta (460), malaria complicada (495) y mortalidad por malaria (540). Se seleccionaron los registros cuyo departamento de ocurrencia era Guainía. La población final estuvo constituida por 4.452 casos, todos con estado final «confirmado por laboratorio» y sin registros con ajuste de descarte (ajuste 6 o D), por lo que no fue necesario aplicar exclusiones adicionales. El 97,3 % de los casos ocurrió en Puerto Inírida. Debido a que se incluyó la totalidad de los casos registrados, no se realizó muestreo. Esta población difiere ligeramente de la cifra preliminar de 4.454 registros consignada en la tesis de origen (7), debido a que las cifras del presente artículo se verificaron directamente con los microdatos oficiales publicados.

Variables:

La variable dependiente fue la hospitalización (sí/no), obtenida del campo específico de la ficha de notificación y utilizada como indicador indirecto de gravedad clínica. Las variables independientes sociodemográficas fueron: edad, agrupada en momentos del curso de vida mutuamente excluyentes según la edad cumplida al momento de la notificación, de acuerdo con la Resolución 3280 de 2018 (10): primera infancia (0–5 años), infancia (6–11 años), adolescencia (12–17 años), juventud (18–28 años), adultez (29–59 años) y vejez (≥ 60 años); sexo; pertenencia étnica (indígena o no indígena); área de residencia (cabecera municipal, centro poblado o rural disperso); régimen de afiliación; nacionalidad; condición migratoria; pertenencia a fuerzas institucionales (Ejército, Armada, Fuerza Aérea o Policía, frente a población civil), y ocupación. Las variables clínicas fueron: especie parasitaria, clasificación clínica, oportunidad de consulta, definida según el número de días transcurridos entre el inicio de los síntomas y la consulta (oportuna, 0–2 días; tardía, 3–5 días; muy tardía, > 5 días), gestación y condición final (vivo o fallecido).

Codificación de especie, complicación y defunción:

En el SIVIGILA, cada registro se notifica mediante un único código de evento. Los casos no complicados se notifican según la especie parasitaria (***P. vivax***, ***P. falciparum*** o infección mixta), mientras que los casos de malaria complicada y las defunciones se notifican mediante códigos específicos (495 y 540, respectivamente). Los microdatos publicados para estos dos últimos eventos no discriminan la especie parasitaria. Por esta razón, en el presente estudio, la especie parasitaria, la clasificación clínica, la hospitalización y la condición final se presentan como variables independientes (Tabla 3). La especie se registra como «no discriminada en la fuente» para los 21 casos notificados mediante los códigos de malaria complicada o mortalidad. La clasificación clínica permite distinguir estos casos de los no complicados, mientras que la hospitalización y la condición final se obtuvieron de sus respectivos campos específicos, independientemente del código de evento. La defunción se notificó mediante el código de mortalidad por malaria y se clasificó dentro de los casos complicados.

Datos faltantes:

Las variables sexo, edad, pertenencia étnica, área de residencia, régimen de afiliación, condición migratoria, pertenencia a fuerzas institucionales, gestación, fechas de inicio de los síntomas y de consulta, hospitalización y

condición final presentaron información completa en los 4.452 registros. La variable nacionalidad no está incluida en los archivos publicados correspondientes a los eventos 470, 460, 495 y 540; por tanto, 66 registros (1,5 %) se clasificaron como «sin dato en la fuente». Esta categoría se presenta en la Tabla 1 y los registros correspondientes se excluyeron del análisis bivariado de nacionalidad. Para el modelo multivariable se utilizó la condición migratoria, disponible en todos los registros. En cuanto a la ocupación, los registros sin información se agruparon con las ocupaciones no remuneradas (labores del hogar, estudiantes y similares). Respecto al estrato socioeconómico, 33 registros (0,7 %) no contenían información. No se imputaron valores. Las categorías de baja frecuencia se agruparon para su presentación en la Tabla 1, de manera que las variables presentadas sumaran el total de casos.

Análisis estadístico:

Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas, mientras que las cuantitativas se resumieron mediante la media, la mediana, la moda, la desviación estándar (DE) y el rango. En el análisis bivariado se evaluó la asociación entre cada variable y la hospitalización mediante la prueba de chi-cuadrado (χ^2) de Pearson o la prueba exacta de Fisher, cuando alguna frecuencia esperada en las tablas 2 × 2 era inferior a 5. Para las variables dicotómicas se calcularon los odds ratio (OR) crudos y sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %), mediante el método de Wald.

Dado que todos los casos de malaria complicada o mortalidad fueron hospitalizados, no fue posible estimar un OR para esta variable debido a la separación completa. Por esta razón, el modelo de regresión logística binaria multivariable se ajustó exclusivamente con los 4.431 casos no complicados, entre los cuales se registraron 57 hospitalizaciones, y se estableció la hospitalización como variable dependiente. El modelo inicial incluyó las siguientes variables: consulta después de 5 días, especie P. falciparum o mixta, sexo, edad (< 18 y ≥ 60 años frente a 18–59 años), pertenencia étnica, residencia fuera de la cabecera municipal, ausencia de afiliación, condición migratoria, pertenencia a fuerzas institucionales y gestación. La selección de variables se realizó mediante un procedimiento de eliminación hacia atrás, con un criterio de permanencia de $p < 0,05$.

Se evaluó la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza (VIF), la calibración del modelo mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow y su capacidad explicativa mediante el coeficiente R^2 de Nagelkerke. Se calcularon los OR ajustados (ORa) con sus respectivos IC 95 %. Se estableció un nivel de

significación estadística de 0,05. Los análisis se realizaron con Python 3.12, mediante las bibliotecas pandas, SciPy y statsmodels.

Consideraciones éticas:

De acuerdo con el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 (11), el estudio se clasificó como investigación sin riesgo, dado que se basó exclusivamente en registros secundarios y no implicó intervención ni contacto con las personas. Asimismo, se siguieron los principios de la Declaración de Helsinki (12). Los datos analizados corresponden a los microdatos de acceso público publicados por el INS en el portal del SIVIGILA (9). Estos archivos están anonimizados y no contienen nombres, números de documento, direcciones ni números telefónicos. Las investigadoras no tuvieron acceso a información que permitiera identificar a las personas; la base de trabajo se almacenó en equipos de acceso restringido y los resultados se presentan únicamente de forma agregada, de conformidad con la Ley 1581 de 2012, sobre protección de datos personales (13).

Resultados

Se analizaron 4.452 casos confirmados de malaria: 4.386 notificados como malaria por ***P. vivax***, 38 por ***P. falciparum***, 7 como malaria mixta, 20 como malaria complicada y 1 como mortalidad por malaria. Los resultados se presentan en tres partes: perfil sociodemográfico, caracterización clínica y factores asociados a la hospitalización.

Por momento del curso de vida predominó la adultez (29–59 años; 33,1 %; n = 1.473), seguida de la juventud (18–28 años; 26,9 %; n = 1.199), la adolescencia (17,8 %; n = 792), la infancia (11,7 %; n = 522) y la primera infancia (5,9 %; n = 261); el 4,6 % (n = 205) tenía 60 años o más. La mediana de edad fue 23 años, la media 26,3 años (DE = 16,32) y la moda 14 años (Tablas 1 y 2).

El 54,2 % de los casos correspondió a hombres (razón hombre:mujer de 1,19). El 72,2 % se autorreconoció como indígena; los pueblos Sikuani (20,0 %), Puinave (18,2 %), Piapoco (15,9 %) y Curripaco (11,2 %) concentraron el 65,3 % del total de casos.

El 90,5 % residía en la cabecera municipal, el 8,1 % en área rural dispersa y el 1,4 % en centros poblados; el 97,6 % pertenecía al estrato socioeconómico 1. El 78,3 % estaba afiliado al régimen subsidiado y el 12,6 % no tenía afiliación. El 18,8 % era de nacionalidad venezolana y en el 1,5 % la nacionalidad no estaba disponible en la fuente (Tabla 1).

Tabla 1. Perfil sociodemográfico de los pacientes con malaria en Guainía, 2024

Variable	Categoría	N	%
Curso de vida	Primera infancia (0–5 años)	261	5,9
	Infancia (6–11 años)	522	11,7
	Adolescencia (12–17 años)	792	17,8
	Juventud (18–28 años)	1.199	26,9
	Adultez (29–59 años)	1.473	33,1
	Vejez (≥ 60 años)	205	4,6
Sexo	Masculino	2.415	54,2
	Femenino	2.037	45,8
Pertenencia étnica	Indígena	3.215	72,2
	No indígena (otros, afrodescendiente, raizal, palenquero)	1.237	27,8
Área de residencia	Cabecera municipal	4.031	90,5
	Centro poblado	62	1,4
	Rural disperso	359	8,1
Régimen de afiliación	Subsidiado	3.487	78,3
	No afiliado	561	12,6
	Contributivo	294	6,6
	Otros (excepción, especial, indeterminado)	110	2,5
Nacionalidad	Colombiana	3.544	79,6
	Venezolana	838	18,8
	Otras (brasileña, peruana)	4	0,1
	Sin dato en la fuente*	66	1,5
Ocupación agrupada	Sin ocupación remunerada o sin información	2.890	64,9
	Agricultura, pesca, minería y afines	375	8,4
	Otras ocupaciones	1.187	26,7
Total		**4.452**	**100,0**

Nota: elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). n = número de casos; % = porcentaje sobre el total (N = 4.452). Los momentos del curso de vida son categorías mutuamente excluyentes asignadas según la edad cumplida al momento de la notificación (Resolución 3280 de 2018). *La nacionalidad no se incluye en los archivos publicados de los eventos 470, 460, 495 y 540.

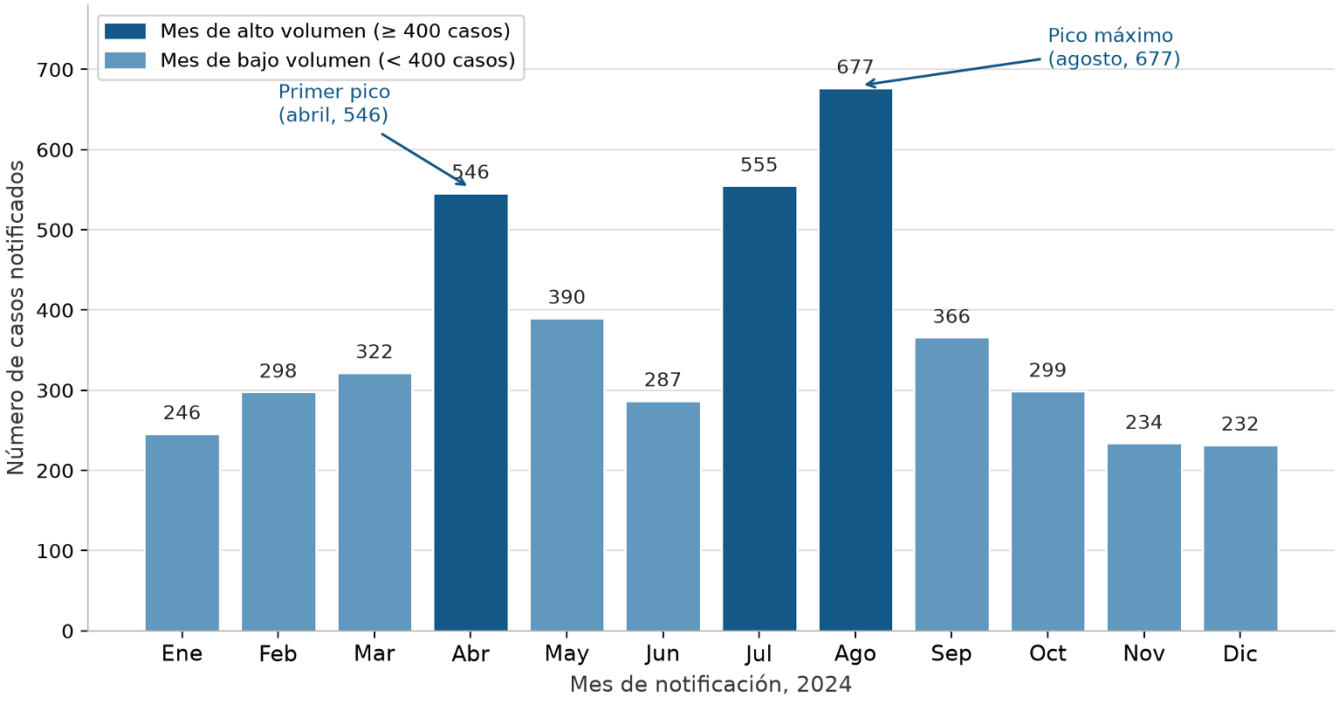
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables continuas – Guainía, 2024

Variable	Media	Mediana	Moda	DE	Mín.	Máx.
Edad (años)	26,32	23,00	14	16,32	0	90
Días síntomas-consulta	3,80	3,00	3	4,34	0	160
Mes de notificación	6,43	7,00	8	3,04	1	12
Semana epidemiológica	25,88	27,00	34	13,32	1	52
Trimestre de gestación (n = 20)	2,25	2,50	3	0,85	1	3

Nota: elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). N = 4.452. DE = desviación estándar. La edad se expresa en años cumplidos; el archivo de ***P. vivax*** no incluye la unidad de medida de la edad, por lo que se asumió en años.

La distribución mensual de los casos fue bimodal. El primer pico se registró en abril (12,3 %; n = 546) y mayo (8,8 %; n = 390), y el máximo en agosto (15,2 %; n = 677), seguido de julio (12,5 %; n = 555). Los meses con menor número de casos fueron enero (5,5 %) y diciembre (5,2 %) (Figura 1).

Figura 1. Distribución mensual de casos de malaria notificados en el departamento del Guainía, 2024 (N = 4.452). Las barras oscuras corresponden a meses de alto volumen (≥ 400 casos). Elaboración propia a partir de registros SIVIGILA 2024.



En cuanto a grupos poblacionales especiales, el 17,8 % de los casos correspondió a población migrante (n = 794), el 0,7 % a población en situación de desplazamiento (n = 33), el 0,7 % a integrantes de fuerzas institucionales (n = 30) y el 0,4 % a gestantes (n = 20), de las cuales el 50,0 % cursaba el tercer trimestre. En la caracterización clínica (Tabla 3), la especie fue ***P. vivax*** en 4.386 casos (98,5 %), ***P. falciparum*** en 38 (0,9 %) e infección mixta en 7 (0,2 %); en los 21 casos notificados como malaria complicada o mortalidad (0,5 %) la especie no está discriminada en la fuente. Se hospitalizó a 78 pacientes (1,8 %): 57 de los 4.431 casos no complicados (1,3 %) y la totalidad de los 21 casos complicados. Se registró una defunción, en una mujer adulta no gestante (letalidad de 0,02 %). La proporción de hombres fue mayor en los casos por ***P. falciparum*** (60,5 %), las infecciones mixtas (85,7 %) y la malaria complicada (70,0 %) que en los casos por ***P. vivax*** (54,1 %).

Tabla 3.Especie parasitaria, clasificación clínica, hospitalización, condición final y oportunidad de consulta de los casos de malaria, Guainía, 2024

Variable	Categoría	n	%
Especie parasitaria	*P. vivax*	4.386	98,5
	P. falciparum	38	0,9
	Infección mixta	7	0,2
	No discriminada en la fuente (código de complicada o mortalidad)	21	0,5
Clasificación clínica (código de evento)	Malaria no complicada (490, 470, 460)	4.431	99,5
	Malaria complicada (495)	20	0,4
	Mortalidad por malaria (540)	1	0,02
Hospitalización	Sí	78	1,8
	No	4.374	98,2
Condición final	Vivo	4.451	99,98
	Fallecido	1	0,02
Oportunidad de consulta	Oportuna (0–2 días)	1.294	29,1
	Tardía (3–5 días)	2.559	57,5
	Muy tardía (> 5 días)	599	13,5
Total		4.452	100,0

Nota: elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). Cada bloque suma el total de casos (N = 4.452). Cada registro se notifica con un único código de evento; la especie no está discriminada en los re-

gistros notificados con código de malaria complicada o de mortalidad. La hospitalización y la condición final se tomaron de sus campos específicos de la ficha, independientemente del código de evento: se hospitalizaron 57 de los 4.431 casos no complicados (55 por ***P. vivax***, 1 por ***P. falciparum*** y 1 mixto) y los 21 casos complicados, incluida la defunción.

Solo el 29,1 % de los pacientes consultó de forma oportuna (0–2 días desde el inicio de los síntomas); el 57,5 % lo hizo entre el día 3 y el 5, y el 13,5 % después de 5 días (mediana de 3 días; media de 3,80; DE = 4,34; máximo de 160 días). El 84,8 % de los casos se captó por notificación rutinaria y el 14,5 % (n = 647) por búsqueda activa comunitaria; ninguno de estos últimos fue hospitalizado y el 87,8 % de ellos correspondió a población indígena.

Tabla 4. Análisis bivariado: factores sociodemográficos y hospitalización, Guainía, 2024

Variable y categoría	Hospitalizados/total (%)	χ^2 (gl)	Valor p	OR crudo (IC 95 %)
Sexo: masculino	41/2.415 (1,7)	0,090 (1)	0,764	0,93 (0,60–1,46)
Sexo: femenino	37/2.037 (1,8)			1 (ref.)
Curso de vida: primera infancia (0–5)	5/261 (1,9)	11,337 (5)	0,045	—
Curso de vida: infancia (6–11)	3/522 (0,6)			—
Curso de vida: adolescencia (12–17)	7/792 (0,9)			—
Curso de vida: juventud (18–28)	28/1.199 (2,3)			—
Curso de vida: adultez (29–59)	30/1.473 (2,0)			—
Curso de vida: vejez (≥ 60)	5/205 (2,4)			—
Edad < 18 años (ref. ≥ 18)	15/1.575 (1,0) vs. 63/2.877 (2,2)	9,054 (1)	0,003	0,43 (0,24–0,76)
Pertenencia étnica: indígena	29/3.215 (0,9)	48,567 (1)	< 0,001	0,22 (0,14–0,35)
Pertenencia étnica: no indígena	49/1.237 (4,0)			1 (ref.)
Área: cabecera municipal	59/4.031 (1,5)	24,145 (2)	< 0,001	1 (ref.)
Área: centro poblado	1/62 (1,6)			
Área: rural disperse	18/359 (5,0)			
Área: fuera de la cabecera (centro poblado o rural disperso)	19/421 (4,5)	20,592 (1)	< 0,001	3,18 (1,88–5,39)
Régimen: subsidiado	50/3.487 (1,4)	24,597 (3)	< 0,001	1 (ref.)
Régimen: no afiliado	11/561 (2,0)			1,37 (0,71–2,66)
Régimen: contributivo	9/294 (3,1)			2,17 (1,06–4,46)
Régimen: excepción, especial o indeterminado	8/110 (7,3)			5,39 (2,49–11,67)
Nacionalidad: venezolana (ref. colombiana u otra)*	9/838 (1,1) vs. 46/3.548 (1,3)	0,271 (1)	0,603	0,83 (0,40–1,70)
Condición migratoria: migrante (ref. no migrante)	11/794 (1,4) vs. 67/3.658 (1,8)	0,755 (1)	0,385	0,75 (0,40–1,43)
Fuerza institucional: sí (ref. población civil)	4/30 (13,3) vs. 74/4.422 (1,7)	Fisher	0,002	9,04 (3,08–26,55)

Nota: elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). N = 4.452; 78 hospitalizados (1,8 %). Variable dependiente: hospitalización (sí/no). Prueba χ^2 de Pearson; en las tablas 2 × 2 se usó la prueba exacta de Fisher cuando alguna frecuencia esperada fue menor de 5. OR crudo con IC 95 % por el método de Wald; ref. = categoría de referencia; gl = grados de libertad. *Se excluyen los 66 registros sin dato de nacionalidad en la fuente.

En el análisis bivariado de las variables sociodemográficas (Tabla 4), la hospitalización fue menos frecuente en la población indígena (0,9 % frente a 4,0 %; χ^2 = 48,567; p < 0,001; OR crudo = 0,22; IC 95 %: 0,14–0,35) y

en los menores de 18 años (1,0 % frente a 2,2 %; OR crudo = 0,43; IC 95 %: 0,24–0,76), y más frecuente en quienes residían fuera de la cabecera municipal (4,5 % frente a 1,5 %; OR crudo = 3,18; IC 95 %: 1,88–5,39) y en los integrantes de fuerzas institucionales (13,3 % frente a 1,7 %; Fisher, p = 0,002; OR crudo = 9,04; IC 95 %: 3,08–26,55). El régimen de afiliación se asoció con la hospitalización (p < 0,001), a expensas de los regímenes de excepción y especial, que agrupan a 29 de los 30 integrantes de fuerzas institucionales. El sexo, la nacionalidad y la condición migratoria no se asociaron con la hospitalización.

Tabla 5. Análisis bivariado: factores clínicos y hospitalización, Guainía, 2024

Variable y categoría	Hospitalizados/total (%)	χ^2 (gl)	Valor p	OR crudo (IC 95 %)
Oportunidad: oportuna (0–2 días)	13/1.294 (1,0)	39,184 (2)	< 0,001	—
Oportunidad: tardía (3–5 días)	36/2.559 (1,4)			—
Oportunidad: muy tardía (> 5 días)	29/599 (4,8)			—
Consulta > 5 días (ref. ≤ 5 días)	29/599 (4,8) vs. 49/3.853 (1,3)	38,376 (1)	< 0,001	3,95 (2,47–6,30)
Especie: *P. falciparum* o mixta (ref. *P. vivax*)*	2/45 (4,4) vs. 55/4.386 (1,3)	Fisher	0,113	3,66 (0,87–15,50)
Clasificación clínica: complicada o mortalidad (ref. no complicada)	21/21 (100,0) vs. 57/4.431 (1,3)	Fisher	< 0,001	No estimable†
Gestación: gestante ref. no gestante)	8/20 (40,0) vs. 70/4.432 (1,6)	Fisher	< 0,001	41,54 (16,47–104,79)

Nota: elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). Variable dependiente: hospitalización (sí/no). Prueba χ^2 de Pearson; en las tablas 2 × 2 se usó la prueba exacta de Fisher cuando alguna frecuencia esperada fue menor de 5. OR crudo con IC 95 % por el método de Wald; ref. = categoría de referencia; gl = grados de libertad. *Comparación restringida a los 4.431 casos no complicados, únicos con especie discriminada. †Todos los casos complicados fueron hospitalizados (separación completa).

En las variables clínicas (Tabla 5), la consulta después de 5 días se asoció con la hospitalización (4,8 % frente a 1,3 %; χ^2 = 38,376; p < 0,001; OR crudo = 3,95; IC 95 %: 2,47–6,30). La gestación se asoció fuertemente con la hospitalización (8 de 20 gestantes; 40,0 % frente a 1,6 %; Fisher, p < 0,001). Todos los casos complicados fueron hospitalizados, por lo que no es

posible estimar un OR para esta variable. Entre los casos no complicados, la infección por ***P. falciparum*** o mixta no mostró diferencias estadísticamente significativas frente a ***P. vivax*** (4,4 % frente a 1,3 %; Fisher, p = 0,113), aunque el número de casos fue muy reducido.

En el modelo multivariado de los casos no complicados (Tabla 6) permanecieron asociados de forma independiente con mayor probabilidad de hospitalización la gestación (ORa = 78,95; IC 95 %: 27,13–229,74), la pertenencia a fuerzas institucionales (ORa = 3,72; IC 95 %: 1,17–11,84) y la residencia fuera de la cabecera municipal (ORa = 3,04; IC 95 %: 1,57–5,89), y con menor probabilidad la pertenencia étnica indígena (ORa = 0,18; IC 95 %: 0,10–0,32) y la condición de migrante (ORa = 0,36; IC 95 %: 0,14–0,89). La consulta después de 5 días (ORa en el modelo inicial = 1,59; IC 95 %: 0,82–3,08; p = 0,167), la especie, el sexo, la edad y la afiliación no permanecieron en el modelo final. El modelo mostró una calibración adecuada (Hosmer-Lemeshow, p = 0,789), un R^2 de Nagelkerke de 0,176 y ausencia de multicolinealidad (VIF máximo = 1,81).

Tabla 6.Modelo de regresión logística multivariada: factores asociados a la hospitalización en casos no complicados de malaria, Guainía, 2024

Variable (categoría de referencia)	ORa modelo inicial (IC 95 %)	Valor p	ORa modelo final (IC 95 %)	Valor p
Gestación: gestante (no gestante)	65,88 (21,39–202,87)	< 0,001	78,95 (27,13–229,74)	< 0,001
Fuerza institucional: sí (población civil)	4,50 (1,35–15,01)	0,014	3,72 (1,17–11,84)	0,026
Área: fuera de la cabecera (cabecera municipal)	2,67 (1,33–5,36)	0,006	3,04 (1,57–5,89)	0,001
Pertenencia étnica: indígena (no indígena)	0,19 (0,10–0,35)	< 0,001	0,18 (0,10–0,32)	< 0,001
Condición migratoria: migrante (no migrante)	0,23 (0,07–0,73)	0,013	0,36 (0,14–0,89)	0,027
Consulta > 5 días (≤ 5 días)	1,59 (0,82–3,08)	0,167	Eliminada	—
Especie: P. falciparum o mixta (P. vivax)	1,72 (0,34–8,78)	0,512	Eliminada	—
Sexo: masculino (femenino)	0,65 (0,36–1,18)	0,158	Eliminada	—
Edad: < 18 años (18–59 años)	0,69 (0,34–1,40)	0,306	Eliminada	—
Edad: ≥ 60 años (18–59 años)	1,89 (0,71–5,00)	0,202	Eliminada	—
Afiliación: no afiliado (afiliado)	1,99 (0,71–5,56)	0,190	Eliminada	—

Nota. Elaboración propia a partir de los microdatos SIVIGILA 2024 (INS). Variable dependiente: hospitalización (sí = 1). Población del modelo: 4.431 casos no complicados, con 57 hospitalizaciones; se excluyeron los 21 casos complicados o de mortalidad porque todos fueron hospitalizados. Regresión logística binaria con selección hacia atrás (criterio de permanencia p

< 0,05). Modelo final: Hosmer-Lemeshow χ^2 = 1,052, gl = 3, p = 0,789; R^2 de Nagelkerke = 0,176; VIF máximo = 1,81. ORa = odds ratio ajustado; IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %.

Discusión

Este estudio describe los 4.452 casos confirmados de malaria en Guainía durante 2024. En los datos analizados, la hospitalización fue poco frecuente (1,8 %) y, entre los casos no complicados, se asoció de manera independiente con la gestación, la pertenencia a fuerzas institucionales y la residencia fuera de la cabecera municipal. Por el contrario, la población indígena y migrante presentó menores probabilidades de hospitalización. Este hallazgo se enmarca en un contexto de aumento de la transmisión en el país: en 2024 se notificó un 81 % más de casos que en 2023 (4,14), y en la semana epidemiológica 15 de 2025 ya se acumulaban 24.270 casos (15).

La mediana de edad de 23 años, la moda de 14 años y la elevada proporción de mujeres (45,8 %) muestran que la enfermedad también afectó a niños, adolescentes y mujeres, y no exclusivamente a hombres en edad laboral. Este patrón es compatible con la transmisión en entornos domésticos o peridomiciliarios; sin embargo, el diseño del estudio no permite establecer el lugar donde ocurrió la infección. En Colombia, otros estudios han descrito la transmisión intradomiciliaria de la malaria en comunidades indígenas y afrocolombianas (16). Asimismo, una revisión señala que la pobreza y el género se entrecruzan con las condiciones de vivienda y los medios de vida como determinantes sociales de la malaria (17).

La elevada proporción de casos en población indígena (72,2 %) probablemente refleja la composición poblacional y las condiciones de exposición del territorio. En este estudio, los pacientes indígenas presentaron menores probabilidades de hospitalización, tanto en el análisis crudo como en el ajustado (ORa = 0,18). Un hallazgo que podría contribuir a explicar esta diferencia es que el 87,8 % de los casos captados mediante búsqueda activa comunitaria, ninguno de los cuales requirió hospitalización, correspondió a población indígena. Sin embargo, la diferencia también se mantuvo entre los casos captados mediante notificación rutinaria (1,1 % frente a 4,2 %). Los datos no permiten determinar si la menor frecuencia de hospitalización refleja una menor gravedad de los casos, una detección más temprana mediante estrategias comunitarias o, por el contrario, barreras de acceso a los servicios hospitalarios. Las barreras lingüísticas, la distancia a los servicios de salud y el uso de medicina tradicional no están registrados en el SIVIGI-

LA, por lo que deben explorarse mediante otros diseños de investigación.

La residencia fuera de la cabecera municipal (centro poblado o rural disperso) se asoció con mayores probabilidades de hospitalización (ORa = 3,04), aunque solo el 9,5 % de los casos correspondió a residentes en estas áreas. En otros contextos, la residencia rural se ha asociado con una mayor morbilidad por malaria en escolares de East Hararghe (Etiopía) (18), mientras que en Indonesia se han descrito determinantes sociales de esta enfermedad relacionados con el acceso a los servicios de salud (19). La distancia, el tiempo de desplazamiento y la disponibilidad de transporte no se evaluaron en este estudio; por tanto, atribuir esta asociación a barreras geográficas constituye una hipótesis que requiere confirmación y no un resultado derivado de los datos analizados. Tampoco puede descartarse que la hospitalización de pacientes procedentes de zonas apartadas responda a criterios de manejo clínico, como la dificultad para garantizar el seguimiento ambulatorio.

El 18,8 % de los casos correspondió a personas de nacionalidad venezolana y el 17,8 % a población migrante, lo que evidencia la dimensión transfronteriza del evento. En este estudio, la condición migratoria se asoció con menores probabilidades de hospitalización después del ajuste (ORa = 0,36), aunque no mostró asociación en el análisis crudo. La magnitud de esta asociación debe interpretarse con cautela, dado el reducido número de hospitalizaciones en este grupo (n = 11). Otras fuentes han descrito un aumento de casos en el departamento en un contexto de creciente movilidad poblacional (20). La Estrategia Técnica Mundial contra la Malaria destaca que la eliminación de la enfermedad en zonas fronterizas requiere acciones coordinadas entre países (5). En consonancia con este propósito, en 2025 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF) firmaron un acuerdo para fortalecer la respuesta contra la malaria en las regiones fronterizas de la Amazonía (21).

La distribución mensual de los casos fue bimodal, con picos en abril-mayo y julio-agosto. Este comportamiento es compatible con la correlación positiva entre las precipitaciones y los casos de malaria descrita en una revisión sistemática sobre Colombia y América Latina (22), así como con el aumento del riesgo de infección observado aproximadamente dos meses después de períodos de mayor precipitación y temperatura en un municipio amazónico colombiano (23). Además, la OMS advierte que el cambio

climático incrementa la variabilidad de las precipitaciones en las regiones tropicales (24). En este estudio no se analizaron variables climáticas, por lo que esta relación no puede confirmarse a partir de los datos disponibles.

El predominio de ***P. vivax*** (98,5 %) coincide con lo informado para Guainía y para Colombia (25,26). En este estudio, los casos de infección por ***P. falciparum*** y las infecciones mixtas fueron poco frecuentes (45 casos) y no mostraron una asociación estadísticamente significativa con la hospitalización, aunque el reducido número de casos limita la capacidad para detectar diferencias. Otros estudios han descrito perfiles clínicos diferenciados entre ambas especies en Colombia (27). En una comunidad indígena de la Amazonía peruana se documentaron la transmisión persistente y la presencia de marcadores de resistencia en ***P. falciparum*** (28). Asimismo, se ha descrito la conectividad genética de P. vivax entre Colombia y otros países de las Américas (29).

La consulta después de los 5 días del inicio de los síntomas se asoció con la hospitalización en el análisis bivariado: las odds de hospitalización fueron aproximadamente cuatro veces mayores que entre quienes consultaron dentro de los primeros 5 días (OR crudo = 3,95). Este resultado no significa que la mayoría de quienes consultan tardíamente termine hospitalizada, ya que el OR compara odds y no proporciones. En esta población, la probabilidad observada de hospitalización fue del 4,8 % entre quienes consultaron después de 5 días, frente al 1,3 % entre quienes consultaron en los primeros 5 días; es decir, aproximadamente uno de cada 21 pacientes con consulta tardía fue hospitalizado. Además, después del ajuste por las demás variables, la asociación perdió significación estadística (ORa = 1,59; IC 95 %: 0,82–3,08), por lo que los datos no permiten afirmar que la demora en la consulta constituya un factor asociado de manera independiente con la hospitalización. Solo el 29,1 % de los pacientes consultó durante los dos primeros días desde el inicio de los síntomas. En otros contextos, una revisión sistemática realizada en el Cuerno de África identificó el costo del transporte, la distancia al establecimiento de salud y el temor a los efectos adversos como factores asociados con la demora en la búsqueda de tratamiento (30). Estas variables no se registran en el SIVIGILA y, por tanto, no pudieron evaluarse en Guainía. Por su parte, Knudson-Ospina et al. destacan la importancia de la participación comunitaria en la implementación local de las medidas de eliminación de la malaria en Colombia (31).

La gestación presentó la asociación más fuerte con la hospitalización: 8

de las 20 gestantes fueron hospitalizadas. Sin embargo, el intervalo de confianza fue amplio debido al reducido número de casos. Los datos no permiten distinguir si esta asociación responde a una mayor gravedad clínica o a criterios institucionales de hospitalización. De manera similar, la asociación con la pertenencia a fuerzas institucionales (ORa = 3,72) podría reflejar la exposición durante operaciones en zonas selváticas o la aplicación de protocolos institucionales de hospitalización. No obstante, el número de casos en este grupo fue reducido (n = 30) y la ficha de notificación no permite diferenciar entre estas posibles explicaciones.

El 98,2 % de los casos recibió manejo ambulatorio y solo se registró una defunción, correspondiente a una mujer adulta no gestante. La ficha de notificación no incluye información sobre la adherencia al tratamiento ni las recaídas, aspectos relevantes en las infecciones por P. ***vivax***.

Limitaciones:

El uso de fuentes secundarias limita el análisis a las variables disponibles en la ficha de notificación. No se contó con información sobre la distancia o el tiempo de desplazamiento hasta los servicios de salud, las condiciones laborales, el estado nutricional, la presencia de anemia, el uso de toldillos ni la utilización de medicina tradicional. Es probable que exista subregistro de casos en zonas rurales dispersas, especialmente de aquellos que no llegaron a los servicios de salud. La hospitalización constituye un indicador indirecto de gravedad que también puede depender de criterios institucionales. La especie parasitaria no está discriminada en los 21 casos notificados mediante los códigos de malaria complicada o mortalidad, y la nacionalidad no está disponible en los archivos publicados correspondientes a los eventos distintos del 490 (P. vivax). El archivo de P. vivax no especifica la unidad de medida de la edad, por lo que esta se asumió en años.

El modelo se basó en 57 hospitalizaciones, lo que dio lugar a intervalos de confianza amplios, especialmente para las variables gestación y pertenencia a fuerzas institucionales, así como a una relación de eventos por variable inferior a 10 en el modelo inicial. Tras integrar los archivos correspondientes a los cinco eventos, se identificaron 150 registros que compartían la fecha de notificación, la edad, el sexo, la fecha de inicio de los síntomas y la institución notificadora. Debido a que los microdatos no contienen identificadores personales, no fue posible determinar si estos registros correspondían a una misma persona, por lo que se conservaron en el análisis. Finalmente, el diseño transversal no permite establecer relaciones causales.

Fortalezas:

El estudio incluyó la totalidad de los casos confirmados de malaria con ocurrencia en Guainía durante 2024, según los microdatos oficiales publicados por el Instituto Nacional de Salud (INS). Este abordaje evitó el error de muestreo en la población de registros analizada y favorece la reproducibilidad de los resultados. Además, el uso de los registros del Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) permitió realizar un análisis estandarizado de las características sociodemográficas y clínicas de los casos. Finalmente, el estudio aporta información epidemiológica sobre un territorio fronterizo con características geográficas y socioculturales particulares, y contribuye a documentar la distribución de la malaria y los factores asociados con la hospitalización en esta población.

Conclusiones

En Guainía, durante 2024, los casos confirmados de malaria se concentraron en población indígena y joven, principalmente residente en la cabecera municipal de Puerto Inírida. Se observó un predominio casi exclusivo de ***Plasmodium vivax*** y una baja frecuencia de hospitalización y defunciones.

Entre los casos no complicados, la gestación, la pertenencia a fuerzas institucionales y la residencia fuera de la cabecera municipal se asociaron con mayores odds de hospitalización, mientras que la pertenencia étnica indígena y la condición de migrante se asociaron con menores odds. La consulta después de cinco días desde el inicio de los síntomas se asoció con la hospitalización únicamente en el análisis bivariado.

Estos resultados respaldan la priorización del seguimiento de las gestantes con malaria y del diagnóstico temprano en las zonas ubicadas fuera de la cabecera municipal. Se requieren estudios que midan directamente la distancia y los tiempos de desplazamiento hasta los servicios de salud, las condiciones laborales, el uso de medicina tradicional y los criterios de hospitalización para determinar si las barreras de acceso explican las diferencias observadas, en particular entre la población indígena y migrante.

Financiación: Autofinanciada.

Conflictos de intereses: Ninguno.

Correspondencia electrónica: angelica.tortello@gmail.com

Referencias

1. Li Q, Liu T, Lv K, Liao F, Wang J, Tu Y, et al. Malaria: past, present, and future. Signal Transduct Target Ther. 2025;10(1):188. doi:10.1038/s41392-025-02246-3.
2. Padilla Rodríguez JC, Olivera MJ, Padilla Herrera MC, Pachón Abril E. Malaria epidemics in Colombia, 1970-2019. Rev Soc Bras Med Trop. 2022;55:e0559-2021. doi:10.1590/0037-8682-0559-2021.
3. World Health Organization. World malaria report 2024: addressing inequity in the global malaria response. Geneva: World Health Organization; 2024. ISBN: 978-92-4-010444-0.
4. Consultor Salud. Brote de malaria en Colombia: aumentaron un 81 % los casos [Internet]. Bogotá: Consultor Salud; 2024 [citado 2026 feb 20]. Disponible en: https://consultorsalud.com/brote-malaria-colombia-81-casos-ins/.
5. Organización Mundial de la Salud. Estrategia técnica mundial contra la malaria 2016-2030: actualización 2021 [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021 [citado 2025 jul 5]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789240031357.
6. Ministerio de Salud y Protección Social. Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia 2024 [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2024. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-colombia-2024.pdf.
7. Tortello AM, León LD. Análisis de los factores sociodemográficos y clínicos relacionados con la ocurrencia de malaria en el departamento del Guainía, 2024 [tesis de maestría]. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina; 2026.
8. Hernández-Sampieri R, Mendoza CP. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México: McGraw Hill; 2023.
9. Instituto Nacional de Salud. Portal SIVIGILA: microdatos de los eventos de interés en salud pública, 2024. Eventos 460, 470, 490, 495 y 540 [Internet]. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 2025 [citado 2026 nov 6]. Disponible en: https://portalsivigila.ins.gov.co/Paginas/Buscador.aspx.
10. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 3280 de 2018, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnicos y operativos de la Ruta Integral de Atención para la Promoción y Mantenimiento de la Salud y la Ruta Integral de Atención en Salud para la Población Materno Perinatal y se establecen las directrices para su operación [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2018 [citado 2026 nov 6]. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3280-de-2018.pdf.
11. Ministerio de Salud de Colombia. Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud [Internet]. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993 [citado 2025 oct 24]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/Transparencia/Docs/resolucipn-8430-de-1993.pdf.
12. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM: principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos [Internet]. Ferney-Voltaire: Asociación Médica Mundial; 2024 [citado 2025 oct 24]. Disponible en: https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/.
13. Congreso de la República de Colombia. Ley Estatutaria 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Diario Oficial n.º 48.587; 2012 oct 18.
14. Herriman R. Malaria cases up 81% in Colombia in 2024 [Internet]. Outbreak News Today; 2024 [citado 2026 feb 20]. Disponible en: https://outbreaknewstoday.substack.com/p/malaria-cases-up-81-in-colombia-in.
15. Instituto Nacional de Salud. Malaria: periodo epidemiológico VI de 2025 [Internet]. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 2025 jun 14 [citado 2026 feb 20]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MALARIA%20PE%20VI%202025.pdf.
16. Feged-Rivadeneira A, Ángel A, González-Casabianca F, Rivera C. Malaria intensity in Colombia by regions and populations. PLoS One. 2018;13(9):e0203673. doi:10.1371/journal.pone.0203673.
17. Atusingwize E, Deane K, Musoke D. Social determinants of malaria in low- and middle-income countries: a mixed-methods systematic review. Malar J. 2025;24(1):165. doi:10.1186/s12936-025-05407-5.
18. Abdishu M, Gobena T, Damena M, Abdi H, Birhanu A. Determinants of malaria morbidity among school-aged children living in East Hararghe Zone, Oromia, Ethiopia: a community-based case-control study. Pediatr Health Med Ther. 2022;13:183-93. doi:10.2147/PHMT.S347621.

19. Hasyim H, Dale P, Groneberg DA, Kuch U, Müller R. Social determinants of malaria in an endemic area of Indonesia. Malar J. 2019;18(1):134. doi:10.1186/s12936-019-2760-8.

20. Fundación iO. Situación de la malaria en Colombia [Internet]. Fundación iO; 2023 dic 22 [citado 2026 feb 20]. Disponible en: https://fundacionio.com/situacion-de-la-malaria-en-colombia-5/.

21. Organización Panamericana de la Salud. OPS y CAF firman acuerdo para fortalecer la respuesta a la malaria en regiones fronterizas de la Amazonía [Internet]. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2025 abr 22 [citado 2026 feb 21]. Disponible en: https://www.paho.org/es/noticias/22-4-2025-ops-caf-firman-acuerdo-para-fortalecer-respuesta-malaria-regiones-fronterizas.

22. Colonia CB, Vásquez-Rodríguez AB, Alexander N, de la Hoz Restrepo F. Malaria, relationship with climatic variables and deforestation in Colombia, Latin America and the Caribbean from 2000 to 2020: a systematic review. Malar J. 2024;23(1):347. doi:10.1186/s12936-024-05140-5.

23. Gonzalez-Daza W, Vivero-Gómez RJ, Altamiranda-Saavedra M, Muylaert RL, Landeiro VL. Time lag effect on malaria transmission dynamics in an Amazonian Colombian municipality and importance for early warning systems. Sci Rep. 2023;13(1):18636. doi:10.1038/s41598-023-44821-0.

24. Organización Mundial de la Salud. Cambio climático y salud [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021 [citado 2026 feb 16]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health.

25. Instituto Nacional de Salud. Informe de evento malaria, primer semestre 2023 [Internet]. Bogotá: Instituto Nacional de Salud; 2023 [citado 2026 feb 16]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MALARIA%20INFORME%20PRIMER%20SEMESTRE%202023.pdf.

26. Olivera MJ, Padilla Rodríguez JC, Chaparro Narváez PE, León Quevedo W. Epidemiology of Plasmodium vivax malaria infection in Colombia. The Microbe. 2024;5:100209. doi:10.1016/j.microb.2024.100209.

27. Arévalo-Herrera M, López-Pérez M, Medina L, Moreno A, Gutiérrez JB, Herrera S. Clinical profile of Plasmodium falciparum and Plasmodium vivax infections in low and unstable malaria transmission settings of Colombia. Malar J. 2015;14:154. doi:10.1186/s12936-015-0678-3.

28. Cabrera-Sosa L, Nolasco O, Kattenberg JH, Fernandez-Miñope C, Valdivia HO, Barazorda K, et al. Genomic surveillance of malaria parasites in an indigenous community in the Peruvian Amazon. Sci Rep. 2024;14:16291. doi:10.1038/s41598-024-66925-x.

29. Sutanto E, Pava Z, Echeverry DF, Lopera-Mesa TM, Montenegro LM, Yasnot-Acosta MF, et al. Genomics of Plasmodium vivax in Colombia reveals evidence of local bottle-necking and inter-country connectivity in the Americas. Sci Rep. 2023;13:19779. doi:10.1038/s41598-023-46076-1.

30. Agimas MC, Aweke MN, Mengistu B, Baffa LD, Fentie EA, Shewarega ES, et al. Prevalence and associated factors of delay in seeking malaria treatment among under five children in the Horn of Africa: a systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2025;20(9):e0333593. doi:10.1371/journal.pone.0333593.

31. Knudson-Ospina A, Simanca E, Barreto-Zorza Y, Ospina O, Parada M, Perilla D, et al. Meeting the challenges and strategies regarding malaria elimination: qualitative evaluation of perceptions from a local population in Colombia. Front Malar. 2024;2:1241933. doi:10.3389/fmala.2024.1241933.