


La Región “Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño”: “guarida” del paludismo colombiano

The Region “Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú and San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño”: “shelter” of Colombian malaria

Jaime Carmona-Fonseca¹

Forma de citar: Carmona-Fonseca J. La Región “Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge-Bajo Cauca antioqueño”: “guarida” del paludismo colombiano. Rev Univ Ind Santander Salud. 2017; 49(4): 577-589.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v49n4-2017007> 

RESUMEN

En la zona formada por el Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño (en adelante, la Región) se reportan el 60% del paludismo en Colombia. La Región no es tratada de manera específica en informes oficiales y ni siquiera los investigadores de malaria la tratan en forma precisa. Esta revisión tiene como objetivo describir en forma argumentada qué es La Región. Este es un estudio teórico descriptivo en el que se propone que la Región debe conformarse por 25 municipios, los 21 que usualmente se incluyen en el Bajo Cauca más cuatro de Antioquia (Valdivia, Anorí, Remedios y Segovia), porque tienen las mismas condiciones eco-epidemiológicas y nivel similar de endemia. La Región “nueva” la integran 11 municipios en Urabá Antioqueño, cuatro en sur de Córdoba, y 10 en Bajo Cauca Antioqueño. La Región “nueva” tiene 34.848 km² y 1.339.297 habitantes (2015). Asimismo, cuenta con grandes planicies y al menos cuatro niveles de intensidad pluviométrica. La transmisión es estable, sin marcadas fluctuaciones en casos anuales de malaria. Desde 1950-1959, la Región tiene alta incidencia palúdica (índice parasitario anual >25 por 1.000 expuestos) y predominio de *P. vivax* (60-70% del total). Las especies anofelinas halladas en la Región son 19. Se concluye que hay argumentos ecológicos y epidemiológicos abundantes y sólidos para proponer que la Región se integre por los 25 municipios referidos y que las autoridades sanitarias colombianas entreguen información periódica sobre ella.

Palabras clave: paludismo, malaria, *Plasmodium*, epidemiología, Colombia.

ABSTRACT

In the zone formed by Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú and San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño (hereinafter, the Region), 60% of the Colombian cases of malaria are described. The Region is not specifically addressed in official reports and even malaria researchers do not refer to it precisely. The objective of this review is to argumentatively describe what is the Region. This is a theoretical descriptive study, which proposes that

1. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia

Correspondencia: Jaime Carmona Fonseca. Dirección: Carrera 51 D #62-29, oficina 336. Medellín, Colombia. Teléfono: +57 219 60 25. Fax: 219 60 51. Correspondencia: jaimecarmonaf@hotmail.com

the Region should be conformed by 25 municipalities, 21 that are usually included in Bajo Cauca and four additional municipalities of Antioquia (Valdivia, Anorí, Remedios and Segovia), as they have the same ecological and epidemiological conditions and similar levels of malaria endemia. The “new” Region is integrated by 11 municipalities in the Urabá Antioqueño, 4 in the south of Cordoba, and 10 in the Bajo Cauca Antioqueño. The “new” Region has 34,848 km² and 1,339,297 inhabitants (2015). Furthermore, the Region has large plains and at least four levels of rainfall intensity. Transmission is stable, with no marked fluctuations in the number of malaria cases during the year. Since 1950-1959, the Region has exhibited a high malaria incidence (annual parasitic index >25 per 1,000 exposed) and predominance of *P. vivax* (60-70% of the total). There 19 species of Anopheles in the Region. It is concluded that there are abundant and solid ecological and epidemiological arguments to propose that the Region would include the 25 municipalities mentioned before, and that the Colombian health authorities should provide periodic information about it.

Keywords: Malaria, Plasmodium, epidemiology, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios decenios, la región formada por las zonas de Urabá Antioqueño-Cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge en Córdoba-Bajo Cauca Antioqueño (en adelante, La Región) (**Figura 1**) genera 60% de casos anuales de malaria en Colombia. No obstante, La Región no es tratada de manera específica en los informes gubernamentales y oficiales y ni siquiera los investigadores de malaria la tratan en forma precisa. Por ello, este escrito tiene como objetivo principal describir en forma argumentada qué es La Región referida. Para lograr la meta, se buscó en diversas fuentes (bases bibliográficas electrónicas, Google, Google Scholar, bibliotecas, archivos de entidades) la información requerida. Se trata de un estudio teórico, descriptivo, que usa información secundaria.

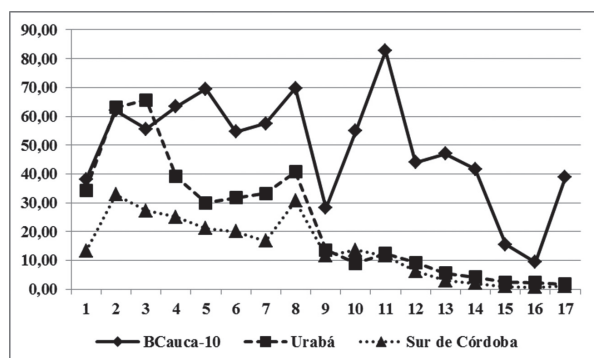


FIGURA 1. La Región Urabá Antioqueño-Altos Sinú y San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño.

Fuente: elaboración nuestra con datos de DSSA, Secretaria Departamental de Salud de Córdoba y BES para Córdoba; Dane para población.

Aunque todo un territorio sea apropiado para que la malaria se transmita (hay *Plasmodium*, hay humanos y hay vectores anofelinos susceptibles a la infección), esta no ocurre en la misma cantidad en todo el, sino

que se concentra en ciertos lugares de mucha menor extensión; esos son los “puntos calientes” (*hotspots*), que traducimos como “guarida”. La heterogeneidad de la transmisión malárica está comprobada a escala global, regional y en escala fina en, por ejemplo, Mali, Ghana, Etiopía, Kenia y Tanzania¹⁻⁹. No conocemos estudios de puntos calientes/guaridas en Colombia pero sí sabemos de datos que indican, con claridad, que esto sucede también en el país. Lo primero que señalamos es que 85% del territorio colombiano es apto para la transmisión¹⁰, por reunir los requisitos de temperatura, humedad, criaderos de anofeles, presencia de vectores eficaces, presencia de especies de *Plasmodium* y presencia de humanos susceptibles. No obstante, la transmisión del paludismo no es ni ha sido nunca homogénea en todo el territorio. Siempre han existido y aún hay zonas con muy alta, moderada y baja endemia. En segundo lugar, sabemos que, inclusive en una misma región (como la Costa Pacífica), en un mismo departamento (como Antioquia), en un mismo municipio (Turbo, por ejemplo), hay lugares donde el problema es mucho más intenso que en el resto. Esta situación se ha mantenido por decenios en Colombia, en cada región, departamento, municipio y veredas, pero debe quedar claro, que no se trata de que el nivel de transmisión y de incidencia sea el mismo en esos lugares calientes; ellos varían, sin embargo, siempre han sido y son esos lugares los que han concentrado y concentran la malaria colombiana.

¿Qué implica la presencia de guaridas en la malaria en todo país y región endémicos? La transmisión de la malaria es heterogénea desde el punto de vista del espacio y esto reduce la eficacia de las estrategias de control, pero, como contrapartida benéfica, el enfoque de las estrategias de control en los puntos calientes de la transmisión puede ser muy eficaz¹¹.

La existencia de tales guaridas no debe ser examinada únicamente como resultado de condiciones naturales “puras” (orografía, hidrografía, sistema clima, fauna, flora y similares), pues la presencia de la salud-enfermedad es mucho más que eso y es, sobre todo, resultado de complejos e históricos procesos de determinación social. Por razones de extensión, este escrito se centra, no obstante, en examinar las condiciones naturales, a sabiendas de que lo clave queda por fuera. Se anota, solamente, que Urabá y Bajo Cauca en Antioquia, así como el sur de Córdoba, comparten en esencia los procesos económicos, ideopolíticos y socio-culturales que determinan la salud-enfermedad.

La revisión tiene como objetivo describir en forma argumentada qué es La Región y lo hace mediante un estudio teórico descriptivo, con información proveniente de diversas fuentes.

Urabá Antioqueño-Altos Sinú y San Jorge-Bajo Cauca Antioqueño: guarida mayor

Esta región no es una de las cinco que se conocen como regiones naturales colombianas (Costa Pacífica, Costa Atlántica, Andina, Orinoquía, Amazonia); tampoco es una región o zona político-administrativa expresamente definida y delimitada; no pertenece a un solo departamento, sino que al menos pertenece a dos (si se decide que el Urabá Chocoano no la integre).

En Colombia hay tres grandes zonas importantes de producción y dispersión de la infección por *Plasmodium*: La Región; la Costa Pacífica y la zona de transición de la Orinoquía-Amazonia. Allí, la transmisión se concentra en el área rural de alrededor de 100 municipios, que generan 95% de la carga palúdica¹¹⁻¹⁴. Pero ¿qué es rural? En Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) dice que “área rural o resto municipal”, a diferencia de “área urbana”, es la que “se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas, y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas”¹⁵. “Centro poblado” es un “concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. La revisión retrospectiva del sistema de información epidemiológica (Sivigila), entre 2008 y 2012, permitió identificar 17 municipios con “informes consistentes y persistentes de malaria urbana y

periurbana”, así: 13 en la Región del Pacífico, otros cuatro dispersos, y Puerto Nariño, Amazonas¹⁶. Según los autores, a pesar de que se trata de informes persistentes y consistentes, “los análisis no permiten asegurar el origen presumible de casos ocurridos en la zona urbana debido a la falta de consenso sobre la definición de los límites de urbano, periurbano y rural y la falta de verificación apropiada de la fuente geográfica de la infección”¹⁶. Técnicamente puede ser correcta tal apreciación (los límites no están ni estarán definidos, porque son cambiantes), pero no me quedan dudas sobre la existencia de malaria urbana-periurbana en esos y otros municipios del país, con base en el citado estudio y en otros informes¹⁷⁻²⁰.

Las mayores endemias palúdicas de Antioquia están en Urabá y Bajo Cauca, que generan 90% en este departamento, mientras los municipios de Valencia, Tierralta, Puerto Libertador y Montelíbano (sur de Córdoba) ocasionan 90% en ese departamento.

1- Extensión de La Región. La Región es formada por áreas de los departamentos de Antioquia (Urabá y Bajo Cauca) y Córdoba (cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge, al sur de Córdoba). Los municipios integrantes de La Región son 25: 4 en el sur de Córdoba y 21 en Antioquia. Además de los municipios de Antioquia que administrativamente (no en sentido epidemiológico) integran la región del Bajo Cauca, nosotros agregamos a La Región otros cuatro: Valdivia, Anorí, Remedios y Segovia; ellos son considerados por Antioquia como parte de sus regiones Norte (a Valdivia) y Nordeste (los otros tres). Con base en criterios epidemiológicos, esos cuatro municipios pueden considerarse en el Bajo Cauca Antioqueño, pues sus territorios se funden con los del Bajo Cauca; esos cuatro municipios tienen alta endemia de paludismo y Remedios y Segovia fueron incluidos por el Proyecto Malaria Colombia PMC como parte de los 19 municipios antioqueños para intervenir. Anorí no se incluyó en tal proyecto, pero tiene IPA mucho mayor que el de los dos incluidos. **Tabla 1.** Los 21 municipios que integran La Región son: *Urabá*: 11 municipios, desde Vigía del Fuerte al suroeste hasta Arboletes al noroeste, incluyendo a Murindó, Mutatá, Chigorodó, Carepa, Apartadó, Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y San Pedro de Urabá. *Bajo Cauca*: seis municipios: Tarazá, Cáceres, Caucasia, Nechí, El Bagre y Zaragoza. *Nordeste*: tres municipios: Remedios, Segovia y Anorí. *Norte*: un municipio: Valdivia.

TABLA 1. Malaria: casos e IPA por mil expuestos en cuatro municipios de Antioquia con mayoría de territorio en el Bajo Cauca pero tratados político-administrativamente como de otras subregiones; 2000-2010.

	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA
Valdivia	270	22,120	698	57,734	457	38,201	782	66,120	386	33,054	189	10,931
Anorí	406	26,968	733	48,221	509	33,173	759	49,015	1.558	99,738	1.044	69,526
Remedios	108	6,016	905	50,806	695	39,359	710	40,595	751	43,403	886	38,913
Segovia	981	25,461	932	23,553	741	18,239	1016	24,360	682	15,934	791	22,554
	2006		2007		2008		2009		2010		Promedios	
	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA	casos	IPA
Valdivia	360	20,333	546	30,078	273	14,672	146	7,654	309	15,800	401	28,790
Anorí	979	64,450	1.296	84,118	299	19,161	429	27,131	1.012	63,151	820	44,923
Remedios	793	33,953	918	38,304	298	12,122	398	15,785	937	36,232	673	28,720
Segovia	768	21,561	1071	29,641	407	11,105	890	23,954	3157	83,858	1.040	23,061

Fuente: elaboración propia con datos de Sivigila DSSA.

Así, el “Nuevo” Bajo Cauca resulta integrado epidemiológicamente por estos 10 municipios: Valencia, Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador,

en Córdoba, integran también La Región, junto con los 21 de Antioquia, para un gran total de 25 municipios. El área de La Región es de 34.848 km². **Tabla 2.**

TABLA 2. Conformación territorial y área de La Región.

Bajo Cauca (n=6)	Área km ² ^a
Tarazá	1.560
Cáceres	1.996
Caucasia	1.411
Zaragoza	1.064
El Bagre	1.563
Nechí	914
subtotal	8.508
Valdivia ^a	545
Anorí	1.447
Remedios	1.985
Segovia	1.231
subtotal	4.663
“nuevo” Bajo Cauca con 10 municipios	13.716
	(39,4%)
Urabá (n=11)	
Vigía del Fuerte	1.780
Murindó	1.349
Turbo	2.759
Mutatá	1.106
Chigorodó	608
Carepa	308
Apartadó	607
Necoclí	1.361
San Juan de Urabá	476
Arboletes	718
San Pedro de Urabá	239
subtotal	11.311
	(32,5%)
Sur de Córdoba (n=4)	
Valencia	914
Tierralta	5.025
Montelíbano	1.820
Puerto Libertador	2.062
subtotal	9.821
	(28,2%)
Total	34.848
	(100,0%)

^a Valdivia es de la región Norte de Antioquia pero casi todo su territorio está en zona del Bajo Cauca.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Antioquia;
http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Cordoba
http://www.valencia-cordoba.gov.co/informacion_general.shtml#geografia
http://www.puertolibertador-cordoba.gov.co/informacion_general.shtml#geografia

2- La población expuesta a paludismo. La población de La Región en 2015, fueron 1.339.297 personas, todos expuestos a malaria, excepto los 6.000-7.000 que residen en zona urbana de Anorí (temperatura anual promedio de 21°C, 1.535 masnm). **Tabla 3**²¹. En 2005, 16 de los 25 municipios (64%) de La Región tenían entre 53 y 78% de su población en zona rural, definida así por el Dane y de 1.544.352 habitantes, 1.068.536 (69%) eran rurales²².

TABLA 3. Población de La Región en 2015.

“Nuevo” Bajo Cauca Antioqueño		Urabá Antioqueño	
Cáceres	37.806	Apartadó	178.257
Caucasia	112.168	Arboletes	40.147
El Bagre	49.583	Carepa	55.788
Nechí	26.591	Chigorodó	76.202
Tarazá	42.641	Murindó	4.593
Zaragoza	30.738	Mutatá	20.612
Valdivia	22.179	Necoclí	62.365
Anorí	17.086	S Juan Urabá	25.168
Remedios	29.199	S Pedro Urabá	31.280
Segovia	40.174	Turbo	159.268
subtotal	408.165	Vigía Fuerte	5.586
	30,5%	subtotal	659.266
			49,2%
		Sur de Córdoba	
Valencia	42.971	Montelíbano	81.341
Tierralta	99.911	P Libertador	47.643
		subtotal	271.866
			20,3%
Gran total de La Región: 1.339.297 (100,0%)			

Fuente: construcción nuestra con datos de Colombia-Dane proyecciones 1985-2005 (21).

En el centro de La Región está el Nudo de Paramillo, en territorios de Peque e Ituango en Antioquia y de

Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador en Córdoba. En el Nudo, la Cordillera Occidental colombiana se divide en tres serranías: Abibe (rama oeste, dirigida al noroeste; marca límites Antioquia-Córdoba), San Jerónimo (rama central, dirigida al norte; casi toda en territorio cordobés) y Ayapel (rama este, dirigida al noreste; marca límites Antioquia-Córdoba). El río Sinú recorre entre las serranías de Abibe y San Jerónimo y desemboca al mar Caribe; el río San Jorge recorre entre San Jerónimo y Ayapel; desemboca al río Cauca. Córdoba tiene un área de 24.290 km² (2,13% del total colombiano de 1.138.355). Antioquia tiene 65.810 kms² (5,78% de Colombia). La Región tiene clima cálido y húmedo; alrededor de 98% del piso térmico es cálido.

3- Geografía y clima. Excepto las zonas montañosas en el Nudo de Paramillo y las serranías, La Región tiene grandes planicies en Urabá y el Bajo Cauca, mientras que en el sur de Córdoba predominan las montañas de poca altura; esta parte montañosa representa 40% del territorio cordobés. Tiene abundancia de aguas en arroyos, quebradas y ríos. En la parte más occidental del Urabá Antioqueño y en la parte norteña del sur de Córdoba abundan las lagunas y ciénagas naturales²³. En el centro de las llanuras del Caribe, la Depresión Momposina se extiende desde la Ciénaga de Ayapel hasta el pie de la Sierra Nevada de Santa Marta y desde las primeras alturas de Zaragoza (Antioquia) y Simití (Bolívar) hasta el pie de las altiplanicies de las sabanas del Caribe; tiene 600.00 hectáreas y es la mayor depresión cenagosa del país²⁴. En el Bajo Cauca, incluidos los municipios que sumamos procedentes del Nordeste, hay abundancia de pozos y lagos artificiales asociados con minería artesanal y más recientemente con minería en gran escala basada en retroexcavadoras, producto de la actividad de narcotraficantes y otros actores ilegales.

La provincia húmeda a super-húmeda abarca 79,5% del territorio colombiano. Los pisos térmicos cálido y medio comprenden 91% del territorio del país: 82% a cargo del piso cálido y 9% por parte del medio. El estrato provincia húmeda súper-húmeda con pisos cálido-medio representa 80.891.924 hectáreas, que corresponden a 71% del total del país¹⁰ Allí está el territorio más favorable para el paludismo, según

humedad y temperatura. Si sólo se atiende a la humedad, ese terreno favorable es 79,5% del total; si considera únicamente el piso térmico, ese territorio es 91%, pero si se consideran simultáneamente las dos variables, como debe ser, el área es 71% del total. La Región hace parte de la provincia húmeda a super-húmeda y está en el piso térmico cálido.

En La Región hay al menos cuatro niveles de intensidad pluviométrica: 1) en la parte sur del golfo de Urabá se presentan 2.500-3000 mm³/año; 2) al oriente del Golfo, hacia Turbo y Apartadó, caen 2.000-2.500 mm³/año; 3) en una faja desde el norte de Turbo, en Necoclí, San Juan y San Pedro de Urabá, Arboletes, pasando por Valencia, Tierralta, Puerto Libertador y Montelíbano, hasta llegar al Bajo Cauca Antioqueño y seguir al oriente hacia las sabanas del sur de Bolívar y más allá, las lluvias son de 1.500-2.000 mm³/año; 4) más al norte, en zonas de los valles medios del Sinú y del San Jorge, la precipitación se reduce a 1.000-1.5000 mm³/año. En La Región hay, claramente, una reducción de las lluvias en dirección sur-norte, pero siempre existen al menos 1.000 mm³/año, lo que garantiza ambiente propicio para los anofelinos. Un fenómeno hidroclimático de importancia en las sabanas de Córdoba es el de las inundaciones provocadas por los ríos Sinú y San Jorge²⁵, del cual no conozco estudios que exploren su relación con el paludismo, pero es esperable que la tenga.

4- El paludismo en La Región: incidencia y anofelinos. La transmisión es estable, sin marcadas fluctuaciones en el número de casos de malaria durante el año. Desde el decenio 1950-1959, La Región ha tenido alta incidencia palúdica (IPA > 25 por 1.000 expuestos) y predominio de *P. vivax* (60-70% del total)^{12,14,26}.

La incidencia de paludismo en 2000-2016 en cada zona de La Región aparece en la **Tabla 4** (Córdoba) y en la **Tabla 5** (Urabá y Bajo Cauca). En Córdoba es clara la tendencia decreciente de la incidencia; la tendencia incluye el efecto del PMC en los años 2010 a 2012, pero es claro que la reducción venía desde mucho antes. En Bajo Cauca hay relativa estabilidad de la incidencia; en Urabá hay tendencia a la disminución, pero con estabilidad en los últimos cinco años; en estas dos zonas no se ve un efecto claro del PMC.

TABLA 4. Paludismo en Córdoba^a, 2000-2016

Año	Casos por especie plasmodial				Población expuesta	Índice parasitario por 1.000 expuestos			
	Falci	Vivax	Mixta	Total	Córdoba	IFA ^b	IVA	IPX	IPA
1 2000	4.428	13.301	197	17.926	1.361.658	3,3	9,8	0,1	13,2
2 2001	11.193	33.624	498	45.316	1.383.011	8,1	24,3	0,4	32,8
3 2002	9.424	28.309	420	38.152	1.404.175	6,7	20,2	0,3	27,2
4 2003	8.848	26.580	394	35.822	1.425.297	6,2	18,6	0,3	25,1
5 2004	7.543	22.658	336	30.537	1.446.552	5,2	15,7	0,2	21,1
6 2005	7.262	21.816	323	29.402	1.467.906	4,9	14,9	0,2	20,0
7 2006	6.152	18.480	274	24.906	1.489.745	4,1	12,4	0,2	16,7
8 2007	11.411	34.278	508	46.197	1.512.031	7,5	22,7	0,3	30,6
9 2008	4.387	13.178	195	17.760	1.535.414	2,9	8,6	0,1	11,6
10 2009	5.254	15.782	234	21.270	1.558.833	3,4	10,1	0,2	13,6
11 2010	4.504	13.529	201	18.233	1.582.784	2,8	8,5	0,1	11,5
12 2011	2.461	7.394	110	9.965	1.607.519	1,5	4,6	0,1	6,2
13 2012	1.208	3.628	54	4.890	1.632.637	0,7	2,2	0,0	3,0
14 2013	808	2429	36	3.273	1.657.127	0,49	1,47	0,02	2,0
15 2014	84	1.373	7	1.464	1.681.983	0,05	0,82	0,00	0,9
16 2015	129	1.129	9	1.267	1.707.213	0,08	0,66	0,01	0,7
17 2016	308	1.422	21	1.751	1.732.821	0,18	0,82	0,01	1,0
Total	85.404	258.910	3.817	348.131	26.186.707				
Promedio	5.024	15.230	225	20.478	1.540.395	3,42	10,37	0,15	13,95
% medio especie	25	74	1	100					

^a En Córdoba, 90% de los casos se originan en los 4 municipios del sur, que integran La Región.

^b IFA, IVA, IPX, IPA: índices parasitarios anuales para *P. falciparum*, *P. vivax*, malaria mixta y global (todas las especies), respectivamente. Fuente: elaboración nuestra a partir de los datos de casos palúdicos obtenidos en Secretaría Departamental de Salud de Córdoba y en Boletín Epidemiológico Semanal (BES) 52 de 2010 y 50 de 2011; la población se obtuvo en Colombia-Dane proyecciones 1985-2025.

TABLA 5. Tasa (IPA ajustado por 1.000 expuestos) de paludismo en Antioquia y municipios de Urabá y Bajo Cauca (6 municipios), 2000-2016

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Antioquia	5,55	9,28	9,45	7,45	7,08	6,77	7,12	8,73	3,47	5,35	7,52	4,05	4,02	3,77	1,45	1,05	1,08
B. Cauca	55,89	78,82	79,03	81,77	90,81	73,82	79,91	93,96	42,1	91,19	115,75	52,5	61,21	60,24	19,01	10,91	13,79
Cáceres	159,42	120,31	138,96	157,54	260,96	163,55	111,08	121,96	96,86	255,92	200,25	53,9	76,67	148,31	38,72	17,09	
Caucasia	17,14	13,23	10,69	13,36	12,6	9,53	8,23	11,47	6,28	7,31	7,69	2,5	3,61	5,45	1,80	0,68	
El Bagre	36,32	72,93	90,76	105,08	104,34	130,38	145,79	190,45	69,78	187,5	297,82	158	167,7	102,96	42,60	27,85	
Nechí	9,58	4,79	20,52	27,44	43,23	27,24	20,65	42,4	19,21	59,43	47,66	29,2	52,87	40,06	8,10	4,70	
Tarazá	119,23	208,98	147,55	102,6	103,95	103,51	149,56	96,2	25,04	27,51	69,56	24,6	64,24	86,06	16,87	7,11	
Zaragoza	51,98	97,42	107,58	119,41	107,91	89,06	129,58	212,29	94,88	137,23	204,47	106	74,12	62,96	31,22	23,98	
Urabá	34,25	63,07	65,65	39,05	30,01	31,72	33,18	40,69	13,56	8,96	12,42	9,2	5,53	4,21	2,39	2,35	1,77
Apartadó	14,29	35,46	36,1	16,49	9,54	9,57	11,88	13,52	4,28	1,95	3,89	1,7	53,4	2,08	0,58	1,57	
Arboletes	6,57	4,63	11,61	9,74	7,9	5,86	6,17	4,43	3,26	3,44	5,28	4,4	1,21	1,05	0,43	0,47	
Carepa	30,44	97	91,43	64,39	26,82	46,17	22,74	24,74	5,23	4,01	6,61	1,8	1,24	1,04	1,01	1,25	
Chigorodó	3,94	15,64	14,02	10,94	6,95	8,45	6,64	12,91	2,07	1,79	3,96	1,4	1,08	3,13	0,61	1,40	
Murindó	13,02	37,87	142,46	132,69	89,35	29,71	5,77	13,38	5,79	4,19	11,36	6,4	2,55	14,77	8,01	21,34	
Mutatá	36,31	84,01	132,71	132,25	62,35	73,9	56,52	151,19	35,58	18,48	41,77	16,5	14,52	24,65	10,56	11,26	
Necoclí	45,99	79,87	115,65	92,47	94,62	85,89	58,46	46,43	21,96	26,07	14,78	30,2	21,12	8,31	2,78	1,09	
S Juan U	3,75	4,5	4,1	10,44	9,25	13,54	12,44	8,52	4,61	2,75	3,53	3,5	3,36	5,03	1,50	0,64	
S Pedro U	131,61	164,97	101,49	49,87	52,82	85,08	116,25	124,05	56,12	30,59	34,63	13,5	17,85	13,19	9,73	2,85	
Turbo	49,88	82,44	72,78	33,5	29,51	28,58	45,25	61,51	19,09	10,68	18,41	13,2	6,43	2,40	2,71	1,21	
Vigía Fuerte	3,49	66,06	22,57	68,49	61,52	103,34	177,45	207,52	52,76	33,32	92,95	81,2	4,87	6,12	25,68	68,03	

Fuente: construcción nuestra con datos de la DSSA.

En Colombia hay diez especies de *Anopheles* como vectoras reconocidas de malaria²⁷; los tres vectores primarios son *An. (Nyssorhynchus) albimanus* Wiedemann, *An. (Nys.) darlingi* Root y *An. (Nys.) nuneztovari* s.l Gabaldón; los siete vectores secundarios son *An. calderoni* Wilkerson²⁸, *An. (K.) neivai*, *An. oswaldoi* (Peryassu)^{29,30}, *An. (Kertészia) pholidotus* (no *An. (Kertészia) lepidotus* Zavortink), *An. (An.) pseudopunctipennis* Theobald, *An. (Anopheles) puntimacula* Dyar & Knab, y *An. rangeli* Gabaldon, Cova, et al.^{29,30}. A esta lista, otros autores agregan *An. neomaculipalpus* Curry³¹. Estos son algunos datos sobre distribución y antropofilia o zoofilia de esas especies¹³, la mayoría presentes en La Región:

1. *An. albimanus*: Costa Pacífica, Costa Atlántica — incluida La Región— y en San Andrés, Providencia y Santa Catalina; por debajo de 500 masnm. En 2007, fue reportada por primera vez en el interior del país, en la vereda Bocas, municipio Aguadas, Caldas. Se alimenta del hombre y sobre todo de animales
2. *An. darlingi*: Amazonia, Orinoquía, Llanos Orientales, Magdalena Medio, La Región; en general por debajo de 500 masnm, en regiones de alta pluviosidad. Altamente antropofílico. En La Región, en Puerto Libertador, se ha encontrado *An. darlingi* infectado en forma natural con *P. vivax* VK247³².
3. *An. nuñeztovari*: en La Región, en Sarare (confluyen los departamentos de Norte de Santander, Boyacá y Arauca), Catatumbo (Norte de Santander), Magdalena Medio (extenso valle interandino en la parte central de Colombia, formado por el río Magdalena entre los rápidos circundantes con la ciudad tolimese de Honda y la entrada del río a las llanuras costeras del Mar Caribe); hasta 900 masnm, en selvas y bosques con alta pluviosidad. En Montelíbano y Tierralta hay *An. nuñeztovari* infectado en forma natural con *P. vivax* VK247³².
4. *An. punctimacula*: hasta máximo 1.600 masnm, a lo largo y ancho del país, incluida La Región, pero no en Putumayo, Caquetá, Guaviare, Guainía, Vichada, Casanare, Boyacá y San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
5. *An. pseudopunctipennis*: en casi todos los departamentos, incluida La Región, entre 150 y 2.000 masnm, pero no en Putumayo, Amazonas, Guaviare, Vaupés, Guainía, Vichada, Atlántico, Sucre y San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
6. *An. neivai*: se ha registrado en La Región, Bolívar, toda la Costa Pacífica, Casanare, Cundinamarca y Caquetá. Altamente antropofílica.
7. *An. pholidotus*: en Caquetá, Tolima, Cundinamarca y Magdalena. En Tolima fue incriminado como posible vector de malaria. Se alimenta sobre el humano. El nombre de *An. lepidotus*, históricamente dado a un posible vector primario de malaria en Cunday, municipio de Villarrica, Tolima, es incorrecto y debe ser cambiado a *An. pholidotus*³³⁻³⁵. Es decir, en Colombia no se ha demostrado la presencia de *An. lepidotus*: “Dada la ausencia de *An. lepidotus*, incluso en los últimos años, consideramos que las especies de mosquitos que fueron previamente incriminadas como el vector de la malaria durante el brote (de Cunday, Villarrica, Tolima) fueron, en efecto, *An. pholidotus*...”³⁴.
8. *An. neomaculipalpus*: desde México hasta Argentina; en Colombia se vio infectado en forma natural con *P. falciparum*³⁶. De las especies estudiadas por estos autores, *An. albimanus*, *An. darlingi*, *An. alloph* y *An. neomaculipalpus* mostraron infección por *P. falciparum* y solo las dos primeras habían sido incriminadas antes como vectoras; además, *An. albimanus* fue el único positivo para *P. vivax*. Se tiene informe de dos especímenes positivos, en forma natural, para *P. falciparum* in Turbo, Urabá³².
9. *An. calderoni*: está probada su presencia en el país³⁷⁻³⁹, incluyendo localidades costeras y de alturas hasta de 1.113 metros de elevación, como Tumaco, Nariño (Costa Pacífica), El Otoño, Candelaria, y Guadalajara y la Laguna de Sonso, Buga, ambas en el Valle del Cauca³⁹⁻⁴². Fue detectado en Nariño con infección natural por *P. falciparum*, pero su importancia epidemiológica aún debe ser confirmada⁴².
10. *An. rangeli*: hallado en siete localidades de los municipios de Puerto Asís y Puerto Leguízamo en Putumayo, junto con *An. oswaldoi*; ambos se hallaron naturalmente infectados con *P. vivax*; las dos especies son incriminadas como vectores en este departamento²⁹. Hay otros informes sobre la presencia de esta especie en Putumayo^{43,44}. También se ha encontrado en Cimitarra, Santander³⁰. En 1983, en Córdoba, corregimiento de Buenaventura (Valle), se reconocieron nueve especies y de ellas cuatro (*A. oswaldoi*, *A. rangeli*, *A. evansi*, *A. strodei*) constituyeron nuevos registros para el Valle del Cauca. Está en La Región⁴⁵.
11. *An. oswaldoi*: hallado infectado en forma natural con *P. vivax* en Puerto Asís y Puerto Leguízamo en Putumayo, junto con *An. rangeli*²⁹; existen otros informes sobre su presencia en Puerto Asís y en Puerto Leguízamo, departamento de Putumayo^{43,44};

también se halla en Córdoba, corregimiento de Buenaventura (Valle)⁴⁵. Ha sido encontrado en Puerto Libertador y Montelibano, Córdoba³².

Todos esos vectores exhiben tendencia a picar más en el exterior y a reposar también allí. Hay que tener presente que ahora las más importantes medidas de control palúdico están dirigidas a los mosquitos dentro de las viviendas²⁷.

En Antioquia y Córdoba las 19 especies encontradas a 2007 son⁴⁶:

- a) En Antioquia y en Córdoba: 16 especies: *An. albimanus* Wiedemann, *An. apicimacula* Dyar & Knab, *An. argyritarsis* Robineau-Desvoidy, *An. braziliensis* (Chagas), *An. costai* Fonseca & Ramos, *An. darlingi* Root, *An. eiseni* Coquillett, *An. marajoara* Galvão & Damasceno, *An. neomaculipalpus* Curry, *An. nuneztovari* Gabaldon, *An. oswaldoi* (Peryassu), *An. pseudopunctipennis* Theobald, *An. punctimacula* Dyar & Knab, *An. rangeli* Gabaldon, Cova Garcia & Lopez, *An. strodei* Root y *An. triannulatus* Neiva & Pinto.
- b) En Antioquia solamente: dos especies: *An. malefactor* Dyar & Knab y *An. neivai* Howard Dyar & Knab.
- c) En Córdoba solamente: una especie: *An. aquasalis* Curry.

Varias de las especies listadas, incluyendo *An. albimanus*, *An. darlingi* y *An. nuneztovari* s.l., son vectores primarios de paludismo en otras regiones de Colombia; *An. rangeli*, *An. oswaldoi* s.l., *An. neivai* y *An. marajoara* son de importancia regional/local, dicen González, et al. y citan varios autores^{29,32,36,47}.

Las principales especies vectoras en la zona noroccidental del país son *An. darlingi* y *An. Albimanus*⁴⁷. *An. nuneztovari* es un importante vector palúdico disperso a ambos lados de las cordilleras andinas⁴⁸. En 2016 se anotó que en Colombia hay 40 a 47 especies de *Anopheles* informadas y ocho especies de complejos (C) se identificaron en 2005-2015. En las áreas más endémicas del país, 13 especies de *Anopheles* y cuatro nuevos linajes se hallaron en 2016. En el noroeste colombiano, *An. nuneztovari* C, *An. albimanus* y *An. darlingi* están presentes en municipios con IPA mayor de >35 casos/1000 habitantes⁴⁹.

Diez especies de *Anopheles* se capturaron asentadas en humano y en sitios de cría revisados en 27 lugares de los cuatro municipios del sur de Córdoba; las más

frecuentes, según la captura sobre humanos fueron, en orden decreciente, fueron *An. nuneztovari*, *An. albimanus*, *An. darlingi* y *An. Triannulatus*⁴⁹.

La infección natural de *Anopheles* con *Plasmodium* spp. fue detectada en cuatro de 12.027 mosquitos (0,03 %) en las 70 localidades colombianas de la región del Pacífico y de los cuatro municipios de alta endemia en el sur de Córdoba. De los cuatro mosquitos positivos, dos fueron *An. nuneztovari* C de Córdoba infectado con *P. falciparum*⁴⁹.

En Nuevo Tay, en Tierralta (sur de Córdoba) se han registrado *An. darlingi*, *An. albimanus*, *An. nuneztovari* s.l., y *An. triannulatus* s.l.⁵⁰. Se ha demostrado alto flujo de genes entre las poblaciones de *An. punctimacula* s.l. de los municipios de Nechí (Bajo Cauca) y Montería (centro de Córdoba)⁵¹.

5- Ausencia de resistencias a medicamentos y a insecticidas en La Región

La resistencia plasmodial a los medicamentos (RPM) y la resistencia vectorial a los insecticidas (RVI) se han señalado en Colombia para “explicar” la persistencia y la esencia de la tendencia casi siempre creciente de la morbilidad malarica en el país. Contra la primera falacia, desde 1986 se ha denunciado la inexistencia de la RPM como factor que afecte de manera importante la epidemiología de la malaria por *P. falciparum* en Colombia^{52,58}. El tratamiento oficial para malaria-*P. vivax* siempre ha sido cloroquina más primaquina para la enfermedad no complicada. Todos los datos indican que, ahora mismo, ese tratamiento es completamente eficaz para curar el ataque agudo^{54,59,62}. Así, pues, la RPM nunca ha sido ni es importante en el mantenimiento e incremento del paludismo entre nosotros ni, en forma específica, en La Región, donde se han realizado la mayoría de estudios de eficacia antimalárica en Colombia siguiendo los protocolos de OMS.

Lo mismo puede decirse, en forma categórica, sobre el embuste de la RVI. Se ha informado en muy escasos y aislados tiempos y puntos, focalizada (probablemente debida al uso en la agricultura)⁶³⁻⁶⁷ y de muy baja magnitud frente a los insecticidas de uso común en la lucha antimalárica^{65,67}; no obstante su escasez, esos datos siempre deben usarse para crear, desarrollar y operar sistemas de alerta temprana para evaluar el comportamiento de las casi cincuenta especies anofelinas en Colombia, de las cuales siete son consideradas vectores de *Plasmodium*,^{65,66} como debe hacerse también con la vigilancia de la resistencia a los medicamentos.



FIGURA 2. Delimitada por la línea punteada está La Región, en el noroeste de Colombia. La integran 25 municipios: 11 del Urabá Antioqueño, 4 del sur de Córdoba y 10 del Bajo Cauca Antioqueño. Se trata de una región plana excepto por las altas montañas del Nudo de Paramillo, al norte de Antioquia y al sur de Córdoba, donde nacen los ríos Sinú y San Jorge. Son 34.848 km².

Fuente: elaboración propia basada en mapa del Instituto Nacional de Vías-Inviás de Colombia.

DISCUSIÓN

Un asunto de máximo interés es preguntar por qué los países y los organismos sanitarios nacionales e internacionales no presentan la información sobre malaria en función de criterios epidemiológicos sino de criterios político-administrativos. Todos afirman, con base en los hechos, que el paludismo se presenta en focos (guaridas, *hotspots*, *cluster* o agrupamientos espacio-temporales, etc.), pero la información regular que ofrecen sobre ellos es nula. Véanse, por ejemplo,

los informes epidemiológicos semanales de Colombia (en el Boletín Epidemiológico Semanal) y se constatará lo dicho: todo se presenta en función de departamentos, muy rara vez de algunos pocos municipios y nunca por focos o zonas de intensa actividad, como La Región. Una de las muchas maneras de empezar a corregir esta falla es definir con claridad y precisión las regiones endémicas, como puede ser el caso de La Región. Pienso que esta debe conformarse por 25 municipios, agregando a los 21 que usualmente se incluyen en el Bajo Cauca, otros cuatro municipios de Antioquia

(Valdivia, Anorí, Remedios, Segovia), porque tienen las mismas condiciones ecoepidemiológicas y similar nivel de endemia palúdica. El Instituto Nacional de Salud y su Boletín Epidemiológico Semanal debieran ofrecer información regular y específica para La Región, así como para otras.

Con base en los datos aquí presentados y otros revisados, puede demostrarse que la cantidad de casos de paludismo en La Región en los últimos veinte años es la más alta del país y que el riesgo palúdico, expresado con el índice parasitario anual, ocupa siempre uno de los dos primeros lugares, alternando con la Costa Pacífica, entendida como la integrada por los municipios asentados en la llanura del Pacífico. Su IPA en 2000-2016 ha sido, en promedio, 35 casos por mil expuestos (mediana 33 casos por mil).

Se concluye que existen argumentos ecológicos y epidemiológicos abundantes y sólidos para proponer que La Región se integre por los 25 municipios referidos y que las autoridades sanitarias colombianas, tanto nacionales como departamentales, entreguen información periódica sobre ella, para uso de investigadores, profesionales, estudiantes y otros interesados nacionales e internacionales.

AGRADECIMIENTOS

Colciencias 111556933361, Contrato 444-2013; Codi-Estrategia de Sostenibilidad-Universidad de Antioquia 2014-2015 código 1852; Codi-Convocatoria Programática-Universidad de Antioquia 2014-1008; Universidad de Antioquia.

REFERENCIAS

1. Bejon P, Williams TN, Nyundo C, Hay SI, Benz D, Gething PW, et al. A micro-epidemiological analysis of febrile malaria in Coastal Kenya showing hotspots within hotspots. *Elife*. 2014; 3: e02130. DOI: <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.02130.001>.
2. Bejon P, Williams TN, Liljander A, Noor AM, Wambua J, Ogada E, et al. Stable and unstable malaria hotspots in longitudinal cohort studies in Kenya. *PLoS Med*. 2010; 7: e1000304. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000304.
3. Mackinnon MJ, Gunawardena DM, Rajakaruna J, Weerasingha S, Mendis KN, Carter R. Quantifying genetic and nongenetic contributions to malarial infection in a Sri Lankan population. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.* 2000; 97(23): 12661-12666. DOI: 10.1073/pnas.220267997.
4. Gamage-Mendis AC, Carter R, Mendis C, De Zoysa AP, Herath PR, Mendis KN. Clustering of malaria infections within an endemic population: risk of malaria associated with the type of housing construction. *Am J Trop Med Hyg.* 1991; 45(1): 77-85.
5. Ghebreyesus TA, Haile M, Witten KH, Getachew A, Yohannes M, Lindsay SW, et al. Household risk factors for malaria among children in the Ethiopian highlands. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2000; 94(1): 17-21.
6. Gaudart J, Poudiougou B, Dicko A, Ranque S, Toure O, Sagara I, et al. Space-time clustering of childhood malaria at the household level: a dynamic cohort in a Mali village. *BMC Public Health.* 2006; 6: 286. DOI: 10.1186/1471-2458-6-286.
7. Kreuels B, Kobbe R, Adjei S, Kreuzberg C, von Reden C, Bäter K, et al. Spatial variation of malaria incidence in young children from a geographically homogeneous area with high endemicity. *J Infect Dis.* 2008; 197(1): 85-93. DOI: 10.1086/524066.
8. Smith DL, Dushoff J, Snow RW, Hay SI. The entomological inoculation rate and *Plasmodium falciparum* infection in African children. *Nature.* 2005; 438(7067): 492-495. DOI: 10.1038/nature04024.
9. Belizario VY, Saul A, Bustos MD, Lansang MA, Pasay CJ, Gatton M, et al. Field epidemiological studies on malaria in a low endemic area in the Philippines. *Acta Trop.* 1997; 63(4): 241-256.
10. Colombia, Ministerio de Salud Pública, Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SEM). Plan de erradicación de la malaria. Bogotá, 1957. Volumen 1. Bogotá: SEM; 1957.
11. Carmona-Fonseca J. La malaria en Colombia, Antioquia y las zonas de Urabá y Bajo Cauca: panorama para interpretar la falla terapéutica antimalárica. Parte 2. *Iatreia.* 2004; 17(1): 34-53.
12. Carmona-Fonseca J. La malaria en Colombia, Antioquia y las zonas de Urabá y Bajo Cauca: panorama para interpretar la respuesta terapéutica antimalárica. Parte 1. *Iatreia.* 2003; 16(4): 299-318.
13. Colombia, Ministerio de la Protección Social. Guía de Vigilancia Entomológica y Control de Malaria. Bogotá: Minprotección; 2011.
14. Padilla JC, Uribe G, Araújo RM, Narváez PC, Herrera-Valencia S. Epidemiology and control of malaria in Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2011; 106 Suppl 1: 114-122.
15. Colombia, Departamento Administrativo Nacional

- de Estadística (Dane). Conceptos básicos.
16. Padilla JC, Chaparro PE, Molina K, Arevalo-Herrera M, Herrera S. Is there malaria transmission in urban settings in Colombia? *Malar J.* 2015; 14: 453. DOI: 10.1186/s12936-015-0956-0.
 17. Ochoa J, Osorio L. Epidemiología de malaria urbana en Quibdó, Chocó. *Biomedica.* 2006; 26(2): 278-285.
 18. Carrasquilla G. An ecosystem approach to malaria control in an urban setting. *Cad Saude Publica.* 2001; 17 Suppl: 171-179.
 19. Mendez F, Carrasquilla G, Muñoz A. Risk factors associated with malaria infection in an urban setting. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2000; 94(4): 367-371.
 20. Méndez F, Carrasquilla G. Epidemiología de la malaria en el área urbana de Buenaventura: Análisis de la ocurrencia en el período 1987-1993. *Colomb Med.* 1995; 26(3): 77-84.
 21. Colombia, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional, departamental y municipal por sexo y edades simples de 0 a 26 años. Bogotá: Dane; 2005.
 22. Colombia, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). Resultados Censo General 2005. Población censada después de compensada por omisiones de cobertura geográfica (1,22%) y contingencia de transferencia (0,26%). Distribución por municipios y departamentos. 2005.
 23. Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Ecosistemas de Colombia (mapa) (sitio en internet).
 24. Striffler L. El Río San Jorge. 4 ed. Montería: Corporación Autónoma Regional del Sinú y del San Jorge; Fundación Universitaria Luis Amigó; 2008.
 25. Sepúlveda-Vargas RD. Las Inundaciones en Córdoba: Un análisis desde la teoría del lenguaje de Wittgenstein. Seminario internacional “Justicia ambiental y conflictos por el agua”. AGUA 2013. El riesgo en la gestión del agua. Cali, octubre 15 al 18 de 2013.
 26. Carmona-Fonseca J. La malaria en Colombia, Antioquia y las zonas de Urabá y Bajo Cauca: panorama para interpretar la respuesta terapéutica antimalárica. Parte 2. *Iatreia.* 2004; 17(1): 34-53.
 27. Conde M, Pareja PX, Orjuela LI, Ahumada ML, Durán S, Jara JA, et al. Larval habitat characteristics of the main malaria vectors in the most endemic regions of Colombia: potential implications for larval control. *Malar J.* 2015; 14: 476. DOI: 10.1186/s12936-015-1002-y.
 28. Orjuela LI, Ahumada ML, Avila I, Herrera S, Beier JC, Quiñones ML. Human biting activity, spatial-temporal distribution and malaria vector role of *Anopheles calderoni* in the southwest of Colombia. *Malar J.* 2015; 14: 256. DOI: 10.1186/s12936-015-0764-6.
 29. Quiñones ML, Ruiz F, Calle DA, Harbach RE, Erazo HF, Linton YM. Incrimination of *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *rangeli* and *An. (Nys.) oswaldoi* as natural vectors of *Plasmodium vivax* in Southern Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2006; 101(6): 617-623.
 30. Brochero H, Pareja PX, Ortiz G, Olano VA. [Breeding places and biting activity of *Anopheles* species in the municipality of Cimitarra, Santander, Colombia]. *Biomedica.* 2006; 26(2): 269-277.
 31. Montoya-Lerma J, Solarte YA, Giraldo-Calderón GI, Quiñones ML, Ruiz-López F, Wilkerson RC, et al. Malaria vector species in Colombia: a review. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2011; 106 Suppl 1: 223-238.
 32. 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.* 2009; 104(8): 1117-1124.
 33. Escobar J, Gonzáles R, Quiñones ML, Wilkerson RC, Harrison B, editors. Presence of *Anopheles* (*Kerteszia*) *pholidotus* in a malaria focus in Colombia. Mosquito vector biology and control in Latin America – a 20th symposium; 2010.
 34. Escovar JE, González R, Quiñones ML, Wilkerson RC, Ruiz F, Harrison BA. Morphology of the larvae, male genitalia and DNA sequences of *Anopheles* (*Kerteszia*) *pholidotus* (Diptera: Culicidae) from Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2014; 109(4): 473-479.
 35. Harrison BA, Ruiz-Lopez F, Falero GC, Savage HM, Pecor JE, Wilkerson RC. *Anopheles* (*Kerteszia*) *lepidotus* (Diptera: Culicidae), not the malaria vector we thought it was: Revised male and female morphology; larva, pupa, and male genitalia characters; and molecular verification. *Zootaxa.* 2012; 3218: 1-17.
 36. Herrera S, Suárez MF, Sánchez GI. Uso de la técnica inmuno-radiométrica (IRMA) en *Anopheles* de Colombia para la identificación de esporozoitos de *Plasmodium*. *Colomb Med.* 1987; 18(1): 2-6.
 37. González R, Carrejo N, Wilkerson RC, Alarcon J, Alarcon-Ormasa J, Ruiz F, et al. Confirmation of *Anopheles* (*Anopheles*) *calderoni* Wilkerson, 1991 (Diptera: Culicidae) in Colombia and Ecuador through molecular and morphological correlation

- with topotypic material. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2010; 105(8): 1001-1009.
38. González R, Ruiz F, Carrejo N, Wilkerson R, Linton IM. Primer registro de *Anopheles calderoni* Wilkerson, 1991 (Diptera: Culicidae) en Colombia, verificado mediante análisis morfológico de progenies y secuencias de COI (barcoding). Biomédica. 2009; 29 (Suppl): 299-300.
39. Murcia-Ramírez CH. Determinación de mosquitos *Anopheles* spp (Diptera: Culicidae) presentes en cuatro localidades del departamento de Nariño y su infección natural con *Plasmodium*. Tesis. Universidad del Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima; 2013.
40. Lucumí-Aragón D, González R, Salas-Quinchuca C. Actividad de picadura de *Anopheles calderoni* (Diptera: Culicidae) en dos localidades del Valle del Cauca, Colombia. Rev Colomb Entomología. 2011; 37(2): 256-261.
41. Naranjo-Díaz N, Altamiranda M, Luckhart S, Conn JE, Correa MM. Malaria vectors in ecologically heterogeneous localities of the Colombian Pacific region. PLoS One. 2014; 9(8): e103769. DOI: 10.1371/journal.pone.0103769.
42. Rodríguez-Zabala J, González R, Correa MM, Gómez GF. Análisis morfométrico de dos poblaciones de *Anopheles* (*Anopheles*) *calderoni* (Diptera: Culicidae) del suroccidente colombiano. Revista Mexicana de Biodiversidad. 2016; 87(3): 966-971.
43. Orjuela LI, Herrera M, Erazo H, Quiñones ML. Especies de *Anopheles* presentes en el departamento del Putumayo y su infección natural con *Plasmodium* Biomedica. 2013; 33(1): 42-52.
44. Calle DA, Quiñones ML, Erazo HF, Jaramillo O N. Morphometric discrimination of females of five species of *Anopheles* of the subgenus *Nyssorhynchus* from Southern and Northwest Colombia. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2002; 97(8): 1191-1195.
45. Fajardo P, Barreto P, Suárez MF. Anofelinos de Córdoba (Buenaventura, Colombia). Colombia Medica. 1983; 14(2): 99-103.
46. González R, Carrejo N. Introducción al estudio taxonómico de *Anopheles* de Colombia: claves y notas de distribución. Cali: Universidad del Valle, 2007.
47. Olano V, Brochero H, Sáenz R, Quiñones M, Molina J. Mapas preliminares de la distribución de *Anopheles* vectores de malaria en Colombia. Biomedica. 2001; 21(4):402-483.
48. Naranjo-Díaz N, Sallum MA, Correa MM. Population dynamics of *Anopheles nuneztovari* in Colombia. Infect Genet Evol. 2016; 45: 56-65. DOI: 10.1016/j.meegid.2016.08.019.
49. Ahumada ML, Orjuela LI, Pareja PX, Conde M, Cabarcas DM, Cubillos EF, et al. Spatial distributions of *Anopheles* species in relation to malaria incidence at 70 localities in the highly endemic Northwest and South Pacific coast regions of Colombia. Malar J. 2016; 15: 407. DOI: 10.1186/s12936-016-1421-4.
50. Aycardi-Morinelli MP, Correa MM, Zarate-Peñata E, Padrón-Echenique C. Determinación de especies anofelinas en una localidad endémica de malaria en el departamento de Córdoba, noroeste de Colombia. Entomotropica. 2016; 31(36): 294-301.
51. Urrea PA, Correa MM, Naranjo-Díaz N. Variabilidad genética de *Anopheles punctimacula* sl en dos localidades de la zona endémica para la malaria: El Bajo Cauca y Alto Sinú. Hechos Microbiológicos. 2016; 5(2): 51-62.
52. Blair S. Resistencia del *P. falciparum* a drogas en Colombia, 1961-1986. Biomedica. 1986; 6(3): 95-100.
53. Carmona-Fonseca J, Tobón A, Álvarez G, Blair S. El tratamiento amodiaquina-sulfadoxina-pirimetamina tiene eficacia del 98% para la malaria falciparum no complicada (Antioquia, Colombia; 2003). Iatreia. 2005; 18(1): 5-16.
54. Carmona-Fonseca J, Alvarez G, Blair S. Malaria por *Plasmodium vivax*: curación del ataque agudo con tres dosis diferentes de primaquina y dosis fija de cloroquina. Antioquia, Colombia, 2003-2004. Biomedica. 2006; 26(3): 353-365.
55. Carmona-Fonseca J. Nuevos tratamientos para el paludismo en Colombia, 2006. Acta Medica Colombiana. 2007; 32(3): 6.
56. Carmona-Fonseca J. ¿Nuevos tratamientos para el paludismo en Colombia, 2007? Acta Medica Colombiana. 2007; 32(4): 206-207.
57. Blair S, Carmona-Fonseca J, Piñeros JG, Ríos A, Alvarez T, Alvarez G, et al. Therapeutic efficacy test in malaria falciparum in Antioquia, Colombia. Malar J. 2006; 5: 14.
58. Pérez MA, Cortés LJ, Guerra AP, Knudson A, Usta C, Nicholls RS. Eficacia de la combinación amodiaquina más sulfadoxina-pirimetamina y de la cloroquina para el tratamiento del paludismo en Córdoba, Colombia, 2006. Biomedica. 2008; 28(1): 148-159.
59. Osorio L, Pérez LP, González IJ. Evaluación de la eficacia de los medicamentos antimaláricos en Tarapacá, Amazonas colombiano. Biomedica. 2007; 27(1): 133-140.
60. Alvarez G, Piñeros JG, Tobón A, Ríos A, Maestre A, Blair S, et al. Efficacy of three chloroquine-primaquine regimens for treatment of Plasmodium

- vivax malaria in Colombia. *Am J Trop Med Hyg.* 2006; 75(4): 605-609.
61. Castillo CM, Osorio LE, Palma GI. Assessment of therapeutic response of *Plasmodium vivax* and *Plasmodium falciparum* to chloroquine in a Malaria transmission free area in Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2002; 97(4): 559-562.
 62. Carmona-Fonseca J, Arango E, Blair S. Gametocitemia en malaria por *Plasmodium falciparum* tratada con amodiaquina o artesunato. *Biomedica.* 2008; 28(2): 195-212.
 63. Ocampo CB, Brogdon WG, Orrego CM, Toro G, Montoya-Lerma J. Insecticide susceptibility in *Anopheles pseudopunctipennis* from Colombia: comparison between bioassays and biochemical assays. *J Am Mosq Control Assoc.* 2000; 16(4): 331-338.
 64. Jaramillo GI, Robledo PC, Mina NJ, Muñoz JA, Ocampo CB. Comparison of the efficacy of long-lasting insecticidal nets PermaNet® 2.0 and Olyset® against *Anopheles albimanus* under laboratory conditions. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2011; 106(5): 606-612.
 65. Fonseca-González I, Quiñones ML, McAllister J, Brogdon WG. Mixed-function oxidases and esterases associated with cross-resistance between DDT and lambda-cyhalothrin in *Anopheles darlingi* Root 1926 populations from Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2009; 104(1): 18-26.
 66. Fonseca-González I, Cárdenas R, Quiñones ML, McAllister J, Brogdon WG. Pyrethroid and organophosphates resistance in *Anopheles (N.) nuneztovari* Gabaldón populations from malaria endemic areas in Colombia. *Parasitol Res.* 2009; 105(5): 1399-1409. DOI: 10.1007/s00436-009-1570-2.
 67. Quiñones ML, Norris DE, Conn JE, Moreno M, Burkot TR, Bugoro H, et al. Insecticide resistance in areas under investigation by the International Centers of Excellence for Malaria Research: A challenge for malaria control and elimination. *Am J Trop Med Hyg.* 2015; 93(3 Suppl): 69-78. DOI: 10.4269/ajtmh.14-0844.