

Actividad de picadura de *Anopheles calderoni* (Diptera: Culicidae) en dos localidades del Valle del Cauca, Colombia

Biting activity of *Anopheles calderoni* (Diptera: Culicidae) in two localities of Valle del Cauca, Colombia

DIANA LUCUMI-ARAGÓN¹, RANULFO GONZÁLEZ O.² y CRISTHIAN SALAS-QUINCHUCA³

Resumen: *Anopheles calderoni* ha sido recientemente registrado en Colombia y aparentemente muchos de los aspectos bionómicos de *An. punctimacula* corresponden a esta especie, esclarecer esta confusión es indispensable para desarrollar programas de prevención y control de vectores de malaria, por tal motivo, en este trabajo se evalúa su actividad de picadura en tres estaciones de dos localidades del Valle del Cauca: una en El Otoño (Candelaria) y dos en Laguna de Sonso (Buga); se realizaron 312h de colecta con cebo humano protegido, en periodos de 12h (18:00 a 06:00), colectando 5.831 especímenes, 334 en El Otoño, 864 y 4.633 en la estación uno y dos de la Laguna de Sonso respectivamente. El índice de picadura por humano por noche (IPHN) y por hora (IPHH), así como las horas de mayor actividad de picadura variaron entre las estaciones y sitios de muestreo, esto estuvo aparentemente relacionado con la proximidad de las estaciones de colecta a los criaderos o con la disponibilidad y productividad de criaderos locales. El IPHN varió de 26,5 a 78,5 ($\bar{x}=55,7$) en El Otoño, y entre 16,5 y 157,0 ($\bar{x}=65,8$) y 246,0 y 1265,5 ($\bar{x}=661,9$) en la estación uno y dos de la Laguna de Sonso respectivamente. En conclusión, en ambas localidades la especie presentó un comportamiento unimodal y bimodal dependiente de las densidades y muy heterogéneo entre las noches de muestreo, lo que sugiere una característica de plasticidad en su comportamiento hematofago.

Palabras claves: Control de Malaria. Peridomicilio. Extradomicilio. *Anopheles punctimacula*.

Abstract: *Anopheles calderoni* has been recently registered in Colombia and apparently many bionomic aspects of *An. punctimacula* correspond to this species, to clarify this confusion is essential to develop prevention and control programs of malaria vectors, for that reason this paper evaluates its biting activity at three stations in two localities of Valle del Cauca, one in El Otoño (Candelaria) and two in Laguna de Sonso (Buga), 312 collecting hours were carried out with protected human bait in periods of 12 hours (18:00 to 06:00), 5.831 specimens were collected, 334 at El Otoño, 864 and 4.633 at Laguna de Sonso stations respectively. The biting rate per human per night (IPHN), the biting rate per human per hour (IPHH) and peak hours of biting activity varied among stations and sampling sites apparently related to the proximity of sampling stations to the breeding sites or to the availability and productivity of local breeding sites. The IPHN ranged from 26.5 to 78.5 ($\bar{x}=55.7$) in El Otoño, and between 16.5 and 157.0 ($\bar{x}=65.8$) and between 246.0 and 1265.5 ($\bar{x}=661.9$) in the station one and two respectively. In conclusion, at both localities the species showed unimodal and bimodal behavior depending on the densities and being heterogeneous between nights, which suggest a plasticity feature on its hematophagous behavior.

Key words: Malaria control. Peridomicile. Extradomicile. *Anopheles punctimacula*.

Introducción

Un buen conocimiento de la bionomía de los vectores de malaria favorece una mejor programación de las actividades de prevención y control (Voorham 2002). Los patrones de actividad diaria de los mosquitos están regulados por un ritmo circadiano endógeno (Beck 1968), que puede estar influenciado por la luz, temperatura y humedad (Murillo *et al.* 1988). Este ritmo es especie-específico y puede ser explicado por la competencia que tienen varias especies de *Anopheles* presentes en un mismo hábitat por la explotación en diferentes tiempos de recursos alimenticios, sitios de reposo y criaderos (Solarte *et al.* 1996).

Como parte de una revisión sistemática de las especies de *Anopheles* (*Anopheles*) de la Serie Arribalzagia, realizada en los últimos 20 años, *An. punctimacula* Dyar y Knab. 1906 fue redescrita por Wilkerson (1990), y *An. malefactor* Dyar y Knab. 1907, elevada de sinónimo con la anterior, a especie válida. Posteriormente, a partir de ejemplares colectados en

Salitral, departamento de Piura, Perú, Wilkerson (1991) describió a *An. calderoni*, tanto en larvas como en adultos y consideró que su distribución estaba restringida a las tierras bajas del Perú, con elevaciones menores a 250 m.s.n.m sin embargo, en 1995 se reportó en Perú que el límite de dispersión más alto de esta especie era de 1.080 m.s.n.m y se incriminó como el segundo vector potencial de malaria, en especial a partir de 400 m de elevación (Calderón *et al.* 1995). Posteriormente, Rubio-Palis y Moreno (2003) la registraron para Venezuela, en posible simpatria con *An. punctimacula*. Recientemente González *et al.* (2010), a partir de análisis morfológico de progenies, especímenes de colección y secuencias de código de barras (subunidad I del gen de la citocromo oxidasa del ADN mitocondrial), comprobaron su presencia en varias localidades de Colombia y Ecuador, incluyendo localidades costeras y de alturas hasta de 1.113 metros de elevación. Antes de estas revisiones, en la Amazonía y Andes de Suramérica, *An. punctimacula* era reconocida entre los entomólogos como una especie involucrada en la transmisión de malaria

¹ Bióloga con énfasis en entomología, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Calle 13 # 100-00, Ed 320 Departamento de Biología. Grupo de Investigaciones Entomológicas (GIE). diana.lucumi@gmail.com. Autora para correspondencia. ² Ph.D. Ciencias biológicas, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Calle 13 # 100-00, Ed 320 Departamento de Biología. Grupo de Investigaciones Entomológicas (GIE). ranulfog@gmail.com. ³ Biólogo con énfasis en entomología, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Calle 13 # 100-00, Ed 320 Departamento de Biología. Grupo de Investigaciones Entomológicas (GIE). csalasq@gmail.com.

(Villalobos y Valderrama 1944; Levi-Castillo 1945; Deane *et al.* 1948; Levi-Castillo 1949; Lane 1953; SEM 1957; Forattini 1962; Gorham *et al.* 1973; Calderón *et al.* 1974; Covar-García y Sutil 1977 (Com. pers); Knight y Stone 1977).

Dada la confusión en la taxonomía de estas especies, posiblemente muchas de las características bionómicas, de distribución altitudinal, e incriminación vectorial asignadas en el pasado a *An. punctimacula* en Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela, en realidad corresponden a *An. calderoni* y en algunas regiones a una mezcla entre ésta y las especies *An. guarao* Anduze y Capdevielle, 1949 *An. punctimacula* o *An. malefactor*. Según varios autores, *An. punctimacula* en Ecuador presenta un comportamiento zoonótico (Levi-Castillo 1945) y generalmente antropozoonótico (Forattini 1962; Barreto 1971). En Colombia, a *Anopheles punctimacula* se le asigna una amplia distribución en el occidente y la cuenca del río Magdalena (Olano *et al.* 2001), y según Pinzón (1945) era la tercera especie de *Anopheles* más frecuentemente capturada en viviendas de Puerto Salgar (Cundinamarca) a 1.773m de elevación. Ese mismo año fue incriminada como vector de malaria en Itagüí (Antioquia) a una elevación de 1.540ms.n.m. (Rey *et al.* 1945).

Con base en la revisión de especímenes presentes en la colección del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV), recolectados en el valle geográfico del Valle del Cauca, durante más de 15 años, y el trabajo reciente de González *et al.* (2010) se puede decir que la especie antes reconocida como *An. punctimacula* en esta región, corresponde a *An. calderoni*. Según lo anterior, posiblemente muchos de los comportamientos observados en *An. punctimacula* en varios países de Suramérica correspondan a *An. calderoni*, pero dado que no existe tal certeza, es necesario clarificarlo apoyados en los nuevos hallazgos taxonómicos.

En algunas regiones o localidades de Suramérica, parece ser que *An. calderoni* tiene actividad antropozoonótica sobre todo en el ambiente peri y extradomiciliar. En Perú, según Calderon *et al.* (1995) es la segunda especie en abundancia e invasividad domiciliar y está comprometida en la transmisión de malaria. En su rango de distribución en Perú, (Cruz *et al.* 2004) han observado que *An. calderoni* es más frecuentemente exofágica que endofágica y en algunos casos, su actividad de picadura es mayor que la que se observa en *An. pseudopunctipennis* Theobald, 1901. Poco se conoce sobre los picos de actividad de esta especie, en algunas localidades de Perú, es unimodal y en presencia de densidades muy bajas, presenta su pico de mayor actividad entre las 23:00 y 24:00h en el intradomicilio y entre las 22:00 y 23:00h en el peridomicilio, pero cuando su densidad es mayor, se presenta entre las 23:00 y 24:00h tanto en el peri como en el intradomicilio (Cruz *et al.* 2004). Dado que estos datos corresponden a localidades del Perú, por debajo de los 300 m.s.n.m, a la amplia distribución en Colombia de esta especie (González *et al.* 2010) y que el comportamiento de picadura de una especie de *Anopheles* constituye una variable importante de su competencia vectorial, se evaluó esta actividad en peridomicilio y extradomicilio en dos localidades del Valle geográfico del Río Cauca, Colombia.

Materiales y Métodos

Área de estudio. La actividad de picadura peridomiciliar y extradomiciliar de *An. calderoni* se evaluó en dos localidades: El Otoño, municipio de Candelaria y Laguna de Sonso,

municipio de Buga ubicadas en el Valle geográfico del río Cauca, departamento del Valle del Cauca, Colombia. En la primera, la estación de muestreo se ubicó en la coordenada 3°24'24,7"N 76°19'10,7"W a una elevación de 1.005ms.n.m en el peridomicilio. En la segunda, se establecieron dos estaciones en la sede de la Corporación del Valle del Cauca (CVC). Laguna de Sonso, a una altitud promedio de 966 msnm: Estación uno en el peridomicilio de las edificaciones con coordenadas 3°52'32"N 76°20'53"W y la Estación dos ubicada en el extradomicilio aproximadamente a 800m de las edificaciones con coordenadas 3°52'34,0"N, 76°20'49,5"W (Fig. 1).

Recolección y determinación taxonómica. Las colectas se hicieron con cebo humano protegido entre mayo de 2008 y mayo de 2010, dos operarios por estación realizaron 12 colectas en periodos comprendidos entre las 18:00h y las 06:00h distribuidas así: tres en la localidad de El Otoño (dos en mayo y una en junio de 2008) y nueve en las dos estaciones de la CVC en la Laguna de Sonso (dos en noviembre de 2008, tres en mayo de 2009 y cuatro en mayo de 2010). En total se realizaron 312h de colecta. Para realizar los muestreos se usó un aspirador bucal siguiendo métodos estándares de colecta (WHO 1975). Los especímenes de cada hora de muestreo se colocaron en vasos de 250ml de capacidad y se almacenaron en un frigotermostato Coleman® de 40L, donde se transportaron hasta el Laboratorio de Investigaciones Entomológicas de la Universidad del Valle para su identificación y cuantificación.

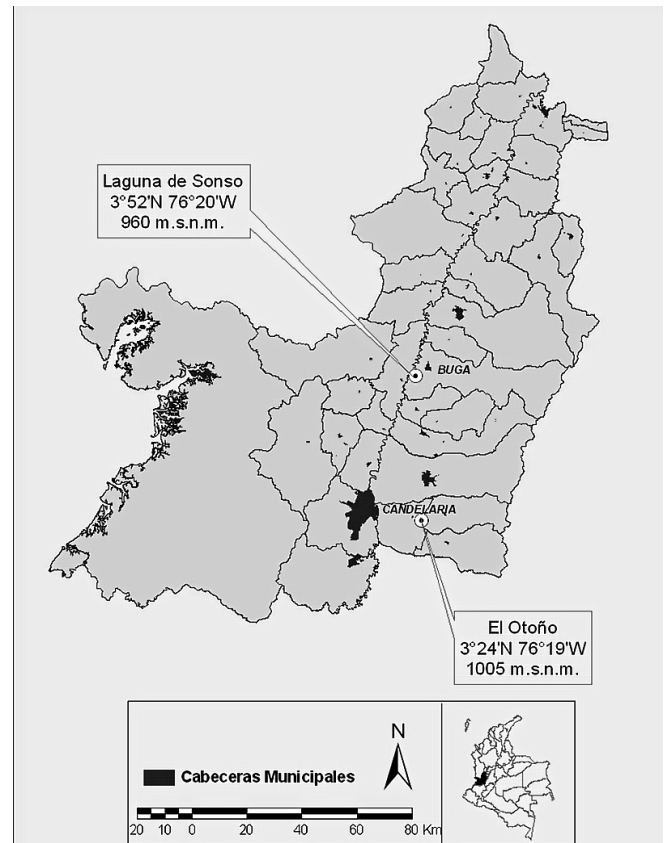


Figura 1. Ubicación geográfica de las dos localidades estudiadas en los municipios de Candelaria y Buga en el Valle del Cauca, Colombia.

Los ejemplares se sacrificaron en frío, se separaron y determinaron a especie, para esto último, se utilizó la clave de González y Carrejo (2009) así como mediante la confirmación de los caracteres diagnósticos de *An. calderoni* presentados en la descripción original (Wilkerson 1991). No se midió la actividad de otras especies presentes esporádicamente (*An. triannulatus* s.l. Neiva y Pinto 1922 y *An. albimanus* Wiedemann, 1820) Finalmente algunos ejemplares se montaron en alfileres entomológicos, se etiquetaron y depositaron en el Museo Entomológico de la Universidad del Valle (MUSE-NUV).

Análisis estadístico. Para cada fecha se cuantificó el número de mosquitos por hora, se promediaron los valores por noche para cada estación y este valor se transformó a porcentaje con respecto al total por jornada de colecta. También se calculó el Índice de Picadura por Hora por Humano (IPHH) y el Índice de Picadura por Humano por Noche (IPHN). Las variaciones promedio de los picos de actividad de picadura se analizaron y graficaron por separado para cada una de las localidades. Se consideró la coincidencia en el tiempo entre la actividad humana y la actividad de picadura de los anofelinos agrupando los datos con base en la contribución relativa de tres periodos funcionales: anochecer (18:00 a 21:00), noche (21:00 a 03:00) y amanecer (03:00 a 06:00).

Resultados y Discusión

Se recolectaron, picando o aterrizando sobre el cebo 5.831 especímenes de *An. calderoni*, 334 en la localidad de El Otoño y 5.497 en las dos estaciones de la Laguna de Sonso (Tabla 1). En esta última, el incremento en densidad se presentó en la estación 2 (4.632 especímenes), coincidiendo con una época de alta densidad de mosquitos.

Los criaderos más importantes de esta especie parecen estar más relacionados con los regímenes de lluvias, es decir sujetos a estacionalidad. Según Levi-Castillo (1945) *An. punctimacula* en Ecuador (posiblemente *An. calderoni*) se re-

Tabla 1. Índices de picadura por humano por noche (IPHN) y por humano por hora (IPHH) de *An. calderoni* en tres estaciones de dos localidades del departamento del Valle del Cauca, Colombia.

Localidad	Fecha	N /Noche	IPHN	IPHH
El Otoño (E1)	1	157,0	78,5	6,5
	2	53,0	26,5	2,2
	3	124,0	62,0	5,2
	Media		55,7	4,6
Laguna de Sonso (E1)	4	48,0	24,0	2,0
	5	33,0	16,5	1,4
	6	314,0	157,0	13,1
	7	221,0	110,5	9,2
	8	105,0	35,0	2,9
	9	143,0	71,5	6,0
	Media		65,8	5,5
Laguna de Sonso (E2)	10	492,0	246,0	20,5
	11	1.608,0	536,0	44,7
	12	2.533,0	1.266,5	105,5
	Media		661,9	55,2

Tabla 2. Precipitación durante los meses en los que se realizaron colectas de *An. calderoni* en las dos localidades de estudio, acumulado y promedio mensual de seis meses anteriores a los meses de los muestreo realizados (Cantidades dadas en mm). Fuentes: CENICAÑA (para El Otoño) y CVC (Para Laguna de Sonso).

Localidad	Mes de colecta	Precipitación (mm)		
		Mensual	Acumulada seis meses anteriores a los meses de colecta	Promedio mensual de seis meses anteriores a los meses de colecta
El Otoño	Mayo 2008	128,30	806,50	134,42
	Junio 2008	119,20	806,40	134,40
	Total	247,50	1.612,90	134,41
Laguna de Sonso	Noviembre 2008	67,00	604,00	100,67
	Mayo 2009	116,00	420,00	70,00
	Mayo 2010	107,00	523,00	87,17
	Total	290,00	1.547,00	85,94

produce durante los meses de Febrero a Junio en los charcos que están en proceso de secarse, cuando las lluvias dejan de ser torrenciales y en pantanos de agua dulce sombreados. Estos criaderos desaparecen durante el resto del año por lo que los adultos solo se pueden colectar ocasionalmente. En Perú, la reproducción de este mosquito está asociada con canales de irrigación y lagunas formadas por filtraciones de la irrigación de campos cultivados cerca del litoral (Cruz *et al.* 2004). En Colombia, según Olano *et al.* (2001) *An. punctimacula* (posiblemente *An. calderoni*) se suele reproducir en huecos y pisadas de animales con agua lluvia, pero durante una epidemia de malaria en La Tebaida (departamento del Quindío) también se observaron en tanques bajos a la intemperie y bebederos de animales. En el valle geográfico del río Cauca, las densidades poblacionales de *An. calderoni* fluctúan mucho, aparentemente sujetas al régimen de lluvias, como se observó en las estaciones de muestreo. En el Otoño y la Laguna de Sonso la precipitación total de los seis meses anteriores a los muestreos osciló entre 806,40 y 806,50 mm (CENICAÑA) y entre 420 y 1.547mm (CVC) respectivamente, pero con los registros más bajos para la Laguna de Sonso antes de los muestreos de mayo de 2009 y mayo de 2010 (Tabla 2), por eso, posiblemente la época en la cual se encontró la mayor densidad corresponde a los meses de mayo y junio. En una de las estaciones de la Laguna de Sonso se obtuvo la mayor emergencia de adultos, aparentemente las bajas precipitaciones en meses previos al muestreo (87,17mm) durante el verano, ocasionaron una disminución del nivel del agua en la laguna lo que afectó la disponibilidad de criaderos, pero con la llegada de las lluvias, a partir del mes de abril, recuperó una gran extensión de terreno, generando mayores posibilidades de reproducción de estos mosquitos. Sin embargo, para un mejor entendimiento de esta dinámica poblacional, es necesario la realización de un monitoreo mensual durante los diferentes meses del año y correlacionarlos con los diferentes parámetros ambientales.

En ambas localidades las densidades variaron considerablemente entre las noches de muestreo, en general, el IPHN fluctuó de baja a muy alta en la Laguna de Sonso y baja en la localidad de El Otoño. Considerando todas las noches de colecta, este índice varió de 26,5 a 78,5 ($\bar{X}=55,7$) en El Otoño, 16,5 a 157,0 ($\bar{X}=65,8$) en la Estación uno de la Laguna

Tabla 3. Media y rango en la actividad horaria (IPHH) por fecha de *An. calderoni* en tres estaciones de dos localidades del departamento del Valle del Cauca, Colombia.

HORA	L. Sonso E1			L. Sonso E2			El Otoño		
	N total	IPHH		N Total	IPHH		N Total	IPHH	
		Media	Rango		Media	Rango		Media	Rango
18:00-19:00	100	9,2	1,5 - 19,5	324	46,3	10,0 - 113,5	16	2,7	0,0 - 7,0
19:00-20:00	187	12,2	3,0 - 27,5	457	65,3	21,0-142,0	20	3,3	2,0 - 7,0
20:00-21:00	161	12,4	3,5 - 29,5	518	74,0	42,5 -145,0	41	6,8	7,0 - 10,0
21:00-22:00	142	10,9	1,0 - 33,0	634	90,6	42,5 - 172,5	34	5,7	3,0 -11,5
22:00-23:00	93	7,2	1,7 - 20,0	466	66,6	30,5 - 110,5	65	10,8	2,5 - 20,0
23:00-24:00	53	4,1	1,0 - 10,5	467	66,7	14,5 - 131,0	28	4,7	2,0 - 7,5
24:00-01:00	38	2,9	0,0 - 6,5	341	48,7	12,0 - 102,0	29	4,8	1,0 -11,0
01:00-02:00	28	2,2	0,5 - 6,0	340	48,6	14,5 - 107,5	51	8,5	3,0 - 17,5
02:00-03:00	20	1,5	0,0 - 3,0	398	56,9	24,5 - 109,5	21	3,5	1,0 -12,0
03:00-04:00	13	1,0	0,0 - 2,5	379	54,1	19,0 -77,0	20	3,3	0,0 - 6,5
04:00-05:00	14	1,1	0,0 - 2,5	216	30,9	8,0 - 43,0	9	1,5	0,0 - 4,0
05:00-06:00	15	1,2	0,0 - 4,0	93	13,3	7,0 -17,7	0	0,0	0,0 - 0,0
TOTAL	864			4.633			334		
MEDIA		5,5			55,2			4,6	

de Sonso y entre 246,0 y 1265,5 ($\bar{X}=661,9$) en la Estación dos de la Laguna de Sonso. Estos resultados pudieron verse influenciados por la presencia de criaderos y condiciones ambientales que favorecen la emergencia de grandes cantidades de mosquitos en la Laguna de Sonso. Los criaderos de la localidad de El Otoño parecen ser fundamentalmente los canales de riego de grandes cultivos de caña y aguas encharcadas de terrenos con malezas.

La actividad horaria de *An. calderoni*, cuantificada como Índice de Picadura por Hora por Humano (IPHH) varió entre 2,2 y 6,5 ($\bar{X}=4,6$) en la localidad de El Otoño y entre 1,4 y 13,1 ($\bar{X}=5,5$) y entre 20,5 y 105,5 ($\bar{X}=55,2$) en las estaciones uno y dos de la Laguna de Sonso (Tabla 3). Los picos de mayor actividad de picadura fueron diferentes entre las localidades y estaciones de muestreo, independientemente de

la densidad de mosquitos en la Estación uno de la Laguna de Sonso, la actividad de picadura mostró una tendencia unimodal, con un pico de mayor actividad de picadura entre las 19:00 y las 20:00 h (Fig. 2; Tabla 3). En la localidad de El Otoño la mayor actividad de picadura parece depender de la densidad observada, cuando la densidad fue muy baja (26,5 mosquitos por humano por noche) se observó un comportamiento unimodal (19:00-22:00 h), pero en promedio y fundamentalmente cuando la tasa de picadura se presentó entre 62,0 y 78,5 mosquitos por humano por noche, se observó un comportamiento bimodal, con picos cerca de la media noche: el mayor, entre las 22:00 y las 23:00h y el menor entre las 01:00 y las 02:00h (Fig. 2). Este comportamiento coincidió

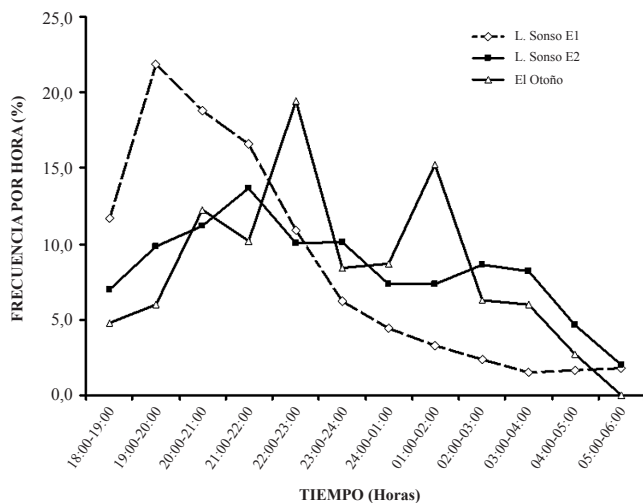


Figura 2. Variación en los picos de actividad hematófaga extradomiciliar/peridomiciliar de *An. calderoni* en tres estaciones de dos localidades del Valle del Cauca, Colombia (N=5.831 mosquitos).

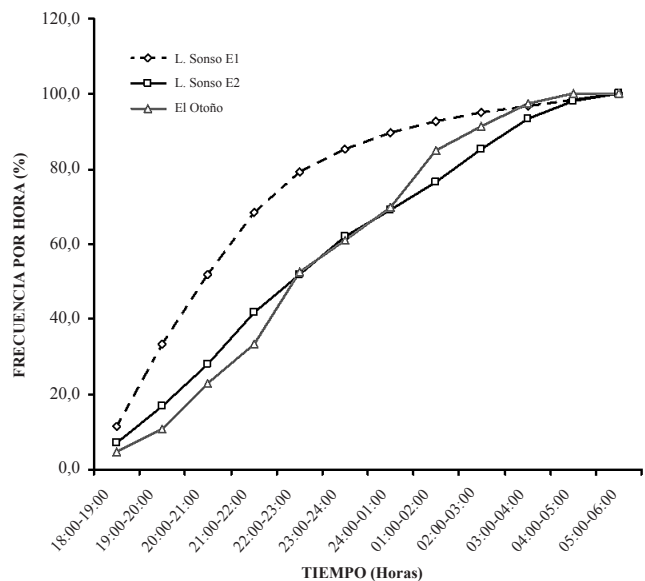


Figura 3. Porcentaje acumulado por hora por noche de *An. calderoni* colectados en el extradomicilio/ peridomicilio en tres estaciones de dos localidades del Valle del Cauca, Colombia. (N = 5.831 mosquitos).

más con el de la Estación dos de la Laguna de Sonso donde se presentaron las densidades más altas de mosquitos, ya que los picos se registraron entre las 21:00-22:00h y entre las 02:00-04:00h (Fig. 2). Cruz *et al.* (2004) en Perú, también registró un comportamiento unimodal para la especie, pero con picos diferentes a los presentados en El Otoño y la Laguna de Sonso: en una de las localidades estudiadas en ese trabajo, ubicada a 110 m.s.n.m, el pico en el peridomicilio se presentó entre las 22:00 y 23:00h, mientras que en otra, ubicada a 40 m.s.n.m, el pico se presentó entre las 23:00 y las 24:00h, estas variaciones además de estar relacionadas con las diferencias en el ambiente pueden estar relacionadas con una característica de plasticidad fenotípica de la especie.

El porcentaje acumulado de mosquitos por hora refleja las diferencias entre las estaciones y localidades, por ejemplo, cuando ocurrió el pico de mayor actividad hasta las 20:00h en la Estación uno de la Laguna de Sonso, ya se había colectado cerca de un 33% de los mosquitos que picarían en la noche, mientras que en la Estación dos se colectó cerca del 17% y en la localidad de El Otoño solo un 10% (Fig 3). Lo mismo ocurrió hasta la media noche en la Estación uno donde cerca del 85% de los anofelinos habían picado mientras que en la Estación dos y el Otoño solo se había presentado un poco más del 60% de las picaduras.

Cuando se compararon las estaciones teniendo en cuenta la contribución relativa de los tres periodos funcionales se observaron variaciones con la estación de muestreo: en la Estación uno, se presentó un mayor porcentaje de contacto al anochecer (45%-60%) coincidiendo con el pico de mayor actividad (19:00 - 20:00 h) (Fig. 4B), mientras que en el

intervalo noche (21:00- 03:00h) varió entre 33% y 50% y en el amanecer, cuando las densidades fueron bajas (IPHN = 6,5 y 24,0), no se presentó actividad de picadura del mosquito. Pero cuando fueron mayores la actividad varió entre 5% y 7% (Fig. 4B). A diferencia de la anterior, en la Estación dos la actividad de picadura fue más heterogénea (Fig. 4A) y la mayor actividad correspondió al intervalo de la Noche (64% a 71%), al anochecer varió entre el 16% y el 34% y al amanecer se presentó poca actividad hematófaga (2% a 13%). Un comportamiento similar se observó en la estación de El Otoño pero con menor rango de variación entre fechas (Fig. 4C). En general, promediando todas las fechas para los tres periodos funcionales, se observó una actividad de picadura muy heterogénea (Fig. 4D) que parece coincidir con una característica de plasticidad del comportamiento hematófago de *An. calderoni* que puede presentarse en cualquiera de los tres periodos funcionales dependiendo de las densidades, las localidades y la época del año, incrementando la importancia en la incriminación vectorial de la especie. Los periodos de mayor actividad presentaron coincidencias con las actividades humanas de las zonas de muestreo, las cuales están relacionadas con las jornadas laborales de sus pobladores: en la Laguna de Sonso, la pesca es la actividad principal y según los habitantes de la zona ésta se realiza generalmente durante el anochecer y durante la noche, mientras en la vereda El Otoño, la principal fuente de ingreso está relacionada con el cultivo de la caña de azúcar, con jornadas laborales diurnas, por lo que durante el anochecer y noche la población usualmente se encuentra en sus domicilios. Estas coincidencias entre los picos de actividad y la actividad humana son importantes ya que se incrementa la probabilidad de contacto entre los pobladores de la Laguna de Sonso y *An. calderoni*, siendo este también un componente importante para su incriminación vectorial.

Estos hallazgos son importantes porque contribuyen a entender los diferentes componentes entomológicos que intervienen en la transmisión de malaria en Colombia y posiblemente algunos brotes de malaria atribuidos a *An. punctimacula* corresponden en realidad a *An. calderoni*. Considerando su amplia distribución en el país (González *et al.* 2010) y su incriminación como vector secundario en algunas regiones de su rango de distribución en Suramérica (Calderón *et al.* 1995), es importante llevar a cabo estudios adicionales en localidades con presencia de esta especie, para diferenciar su papel como transmisor de malaria de las otras especies relacionadas, especialmente de *An. punctimacula* (Brochero y Quiñones 2008).

En conclusión *An. calderoni* presenta una alta actividad hematófaga durante el anochecer y gran parte de la noche mostrando un descenso durante el amanecer. Los picos de mayor actividad de picadura de esta especie varían según la localidad de muestreo y aparentemente según su densidad. En ambas localidades se presenta un comportamiento unimodal y bimodal, pero el comportamiento bimodal, parece ser el más frecuente de observar, especialmente cuando se presenta una densidad mediana a alta.

Agradecimientos

A Claudia Ximena Restrepo por sus aportes en los inicios de este estudio a Karen Castaño por el alojamiento en el sitio de colecta, a la CVC y al administrador de la laguna de Sonso Carlos Restrepo por su hospitalidad y por facilitar

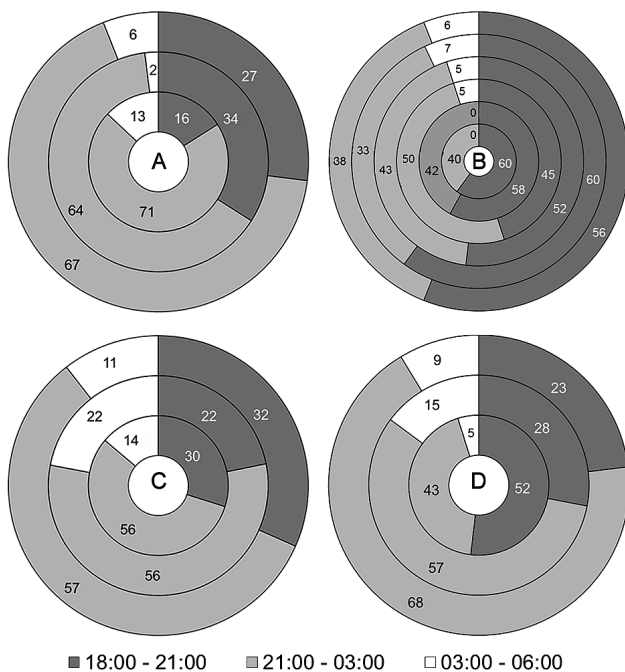


Figura 4. Porcentajes acumulados en tres periodos de la actividad de picadura extradomiciliar de *An. calderoni* en tres estaciones de dos localidades del Valle del Cauca, Colombia (N= 5.831 mosquitos). Cada anillo de A B y C corresponde a una fecha de colecta. **A.** El Otoño (Candelaria). **B.** Estación uno de la Laguna de Sonso (Bugá). **C.** Estación dos de la Laguna de Sonso (Bugá). **D.** Promedios de las tres estaciones (Anillo interno: Estación uno de la Laguna de Sonso. Anillo intermedio: Estación dos de la Laguna de Sonso. Anillo externo: El Otoño).

el acceso a la zona de muestreo, a Fabio Sarria, a Julián Mendivil y a Kelly Rubiano Cardona por su colaboración en el trabajo de campo, a Andrés Felipe Torres por su colaboración en la cartografía, a Carmen Elisa Poso y a Saúl Antonio Ramírez.

Literatura citada

- BARRETO, P. 1971. Distribución de mosquitos *Anopheles* en el departamento del Valle del Cauca. Acta Médica del Valle 2: 45-48.
- BECK, S. D. 1968. Insect photoperiodism. Academic Press, New-York. 288 p.
- BROCHERO, H. L.; QUIÑONES, M. L. 2008. Retos de la entomología médica para la vigilancia en salud pública en Colombia: reflexión para el caso de malaria. Biomédica 28 (1): 18-24.
- CALDERÓN, G.; CURACA, A.; LLANCARI, J.; NAPÁN, M.; SIPÁN, F. 1974. Distribución geográfica de los vectores de malaria en el Perú. Revista Peruana de Medicina Tropical 2 (2): 88-91.
- CALDERÓN, G.; FERNÁNDEZ, R.; VALLE, J. 1995. Especies de la fauna anofelina, su distribución y algunas consideraciones sobre su abundancia e infectividad en el Perú. Revista Peruana de Epidemiología 8 (1): 5-23.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA (CENICANA) Boletines diarios de la Red Meteorológica Automatizada – RMA. En: http://www.cenicana.org/clima/_boletin_meteoro_diario.php.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). Dirección Técnica ambiental, COMUNICACIÓN PERSONAL Ramírez Saúl. COVA-GARCÍA, P.; SUTIL, E. 1977. Claves gráficas para la clasificación de los anofelinos de Venezuela. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Maracay, Aragua, Venezuela. 65 p.
- CRUZ, C.; VALLE, J.; RUIZ, A. 2004. Determinación de los hábitos de *An. pseudopunctipennis* y *An. calderoni* en dos localidades del valle de Chao. La Libertad, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública 21 (4): 223-230.
- DEANE, L. M.; CAUSEY, O. R.; DEANE, M. P. 1948. Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do Brasil. Revista do Serviço Especial de Saúde Pública 1 (4): 827-965.
- FORATTINI, O. P. 1962. Entomologia Medica. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, Universidade São Paulo. 662 p.
- GONZÁLEZ, R.; CARREJO, N.; WILKERSON, R. C.; ALARCON, J.; ALARCON-ORMASA, J.; RUIZ, F.; BHATIA, R.; LOAIZA, J.; LINTON, Y.-M. 2010. Confirmation of *Anopheles (Anopheles) calderoni* Wilkerson, 1991 (Diptera: Culicidae) in Colombia and Ecuador through molecular and morphological correlation with topotypic material. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 105 (8): 1001-1009.
- GONZÁLEZ, R.; CARREJO, N. S. 2009. Introducción al estudio taxonómico de *Anopheles* de Colombia: Claves y notas de distribución. 2. Programa Editorial Universidad del Valle, Cali, Colombia. 260 p.
- GORHAM, J. R.; STOJANOVICH, C. J.; SCOTT, H. G. 1973. Clave ilustrada para los mosquitos anofelinos de sudamerica occidental. Mosquito Systematics 5 (2): 97-156.
- KNIGHT, K. L.; STONE, A. 1977. A catalog of mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). 2. The Thomas Say Foundation, Entomological Society of America, Baltimore, Maryland. 611 p.
- LANE, J. 1953. Neotropical Culicidae. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 1548 p.
- LEVI-CASTILLO, R. 1949. Atlas de los anofelinos sudamericanos. Sociedad Filantrópica del Guayas, Guayaquil, Ecuador. 207 p.
- LEVI-CASTILLO, R. 1945. Los anofelinos de la República del Ecuador. Artes Gráficas Senefelder C. A. Ltda, Guayaquil, Ecuador. 172 p.
- MURILLO, C.; ASTAIZA, R.; FAJARDO, P. 1988. Biología de *Anopheles (Kerteszia) neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la Costa Pacífica de Colombia: III. Medidas de luminosidad y el comportamiento de picadura. Revista de Saúde Pública 22 (2): 109-112.
- OLANO, V. A.; BROCHERO, H. L.; SÁENZ, R.; QUIÑONES, M. L.; MOLINA, J. A. 2001. Mapas preliminares de la distribución de especies de *Anopheles* vectores de malaria en Colombia. Biomédica 21 (4): 402-408.
- PINZON, L. A. 1945. Contribución al estudio de la malaria en Puerto Salgar. Tesis, Universidad Nacional, Facultad de Medicina. Bogotá, Colombia.
- REY, H.; SOTO, H.; HUFFAKER, C. 1945. *Anopheles punctimacula* D. & K. as the vector of Malaria in Medellín, Colombia, South America. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 25 (6): 501-505.
- RUBIO-PALIS, Y.; MORENO, J. 2003. Primer registro de *Anopheles (Anopheles) calderoni* (Diptera: Culicidae) en Venezuela. Entomotropica 18 (2): 159-161.
- SEM 1957. Plan para la erradicación de la malaria en Colombia. Volumen 2. Ministerio de Salud Pública y Oficina Sanitaria Panamericana. Bogotá, Colombia. 635 p.
- SOLARTE, Y.; HURTADO, C.; GONZALEZ, R.; ALEXANDER, B. 1996. Man-biting activity of *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* and *An. (Kerteszia) neivai* (Diptera: Culicidae) in the Pacific Lowlands of Colombia. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 91 (2): 141-146.
- VILLALOBOS, E.; VALDERRAMA, A. 1944. El *Anopheles punctimacula* en el Perú. Publicaciones de la Dirección General de Salubridad. Lima, Perú. 12 p.
- VOORHAM, J. 2002. Intra-population plasticity of *Anopheles darlingi*'s (Diptera, Culicidae) biting activity patterns in the state of Amapá, Brazil. Revista de Saúde Pública. 36 (1): 75-80.
- WHO 1975. Manual on practical entomology in malaria, Part II: Methods and Techniques. Geneva. 191 p.
- WILKERSON, R. 1990. Redescriptions of *Anopheles punctimacula* and *An. malefactor* (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology 27 (2): 225-247.
- WILKERSON, R. 1991. *Anopheles (Anopheles) calderoni* n.sp., a malaria vector of the arribalzagia series from Peru (Diptera: Culicidae). Mosquito Systematics 23 (1): 25-38.

Recibido: 23-sep-2010 • Aceptado: 19-ago-2011