

Mosquitos (Diptera: Culicidae) asociados a guadua en los municipios de Anserma, Hispania y Jardín, Colombia

Mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated to guadua in municipalities of Anserma, Hispania and Jardín, Colombia

JOVANY BARAJAS G.¹, JUAN DAVID SUAZA V.², CAROLINA TORRES G.³, GUILLERMO LEÓN RÚA⁴, SANDRA URIBE-SOTO⁵ y CHARLES H. PORTER⁶

Resumen: El estudio de mosquitos de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) en Colombia, ha sido limitado a pesar de su importancia en salud pública. El presente estudio determinó las especies de esta subfamilia colectadas en *Guadua angustifolia* en ecosistemas de influencia cafetera. Se resaltan tres tipos de criaderos: tocón, entrecodo perforado y recipiente. Se registraron nueve especies de las cuales dos son nuevos registros para Colombia (*Orthopodomyia albicosta* y *Wyeomyia oblita*), cinco son nuevos registros para los departamentos visitados (*Culex secundus*, *Cx. antunesi*, *Limatus durhami*, *Trichoprosopon digitatum* y *Sabethes undosus*) y dos (*Trichoprosopon* sp. del complejo *Pallidiventer* y *Toxorhynchites* sp.) se encuentran en proceso de estudio. Se determinó que existe relación entre las especies encontradas y el volumen de agua contenida y la altura sobre el nivel del suelo medida en los criaderos. De las especies reportadas, *Tr. digitatum* y *Li. durhami* están registradas en la literatura como posibles vectores de arbovirus. *Toxorhynchites* se destaca por agrupar especies cuyas larvas son depredadoras. Los resultados realzan la importancia de la guadua como criadero de diferentes mosquitos, incluyendo algunas especies importantes en salud pública.

Palabras clave: Taxonomía. Culicidae. Hábitats larvales. Phytotelmata.

Abstract: The study of culicine mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Colombia, has been limited even though this subfamily is important in public health. This study aimed to determine the species of Culicinae breeding in stands of *Guadua angustifolia* in areas with coffee plantations. Three breeding sites were distinguished: guadua stumps, perforated internodes and containers. Nine mosquito species were identified which two are new records for Colombia (*Orthopodomyia albicosta*, *Wyeomyia oblita*), five new records for the departments (*Culex secundus*, *Cx. antunesi*, *Limatus durhami*, *Trichoprosopon digitatum* and *Sabethes undosus*). Two others are under current study (*Trichoprosopon* sp. part of the *Pallidiventer* complex, and *Toxorhynchites* sp.). There was a relationship between the species found and the water volume and height above ground, measured for each of the breeding sites. Two of the species, *Tr. digitatum* and *Li. durhami*, are reported in literature as potential vectors of arboviral agents; *Toxorhynchites* is grouped with species whose larvae are predators. The results support an important role for guadua as breeding sites for various mosquitoes, including some species of public health importance.

Key words: Taxonomy. Culicidae. Larval habitats. Phytotelmata.

Introducción

En Colombia la investigación en taxonomía e identificación de mosquitos de la familia Culicidae (Insecta: Diptera) se ha realizado principalmente para los géneros *Anopheles* Meigen, 1818 y *Aedes* Meigen, 1818 y en particular en relación con las especies transmisoras de malaria y dengue (Suárez y Nelson 1981), respectivamente. Dichos estudios incluyen además de la identificación de especies, la distribución geográfica y otros aspectos relevantes para la implementación de actividades de control (Tinker y Olano 1993; Olano *et al.* 2001; Suarez 2001; Rodríguez y Hoz 2005). Estudios similares sobre otros géneros de Culicidae son escasos, lo cual probablemente se relaciona con su menor impacto en salud pública y el desconocimiento de la biología y taxonomía de sus especies (Barreto *et al.* 1996). No obstante, las grandes

modificaciones del paisaje y la expansión de la frontera agrícola en el país, así como los cambios relacionados con el clima, los cuales tienen gran incidencia en las dinámicas de las poblaciones de mosquitos y los agentes patógenos que transmiten, hacen necesario avanzar en el estudio y reconocimiento de estas otras especies. En particular esto es válido para las enfermedades conocidas como emergentes y reemergentes, muchas de las cuales se relacionan con arbovirus transmitidos por mosquitos (Gubler 2002).

En este contexto, cobra importancia el estudio de géneros de mosquitos como *Culex* Linnaeus, 1758, *Haemagogus* Williston, 1896, *Trichoprosopon* Theobald, 1901, *Wyeomyia* Theobald, 1901 y *Orthopodomyia* Theobald, 1904 en los cuales se incluyen especies transmisoras de arbovirus de la familia Bunyaviridae a animales y humanos, mosquitos que se han registrado en criaderos fitotelmata, unos de los cria-

¹ Biólogo-Estudiante de Maestría. Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales PECET, Sede de Investigación Universitaria SIU, Universidad de Antioquia. Carrera 53 No. 61-30, Torre 2, Laboratorio 632. j.barajas@pecet-colombia.org. Autor para correspondencia. ² Ingeniero agrónomo, MSc.-Estudiante de Doctorado convenio PECET-Grupo de Sistemática Molecular GSM (Universidad de Antioquia-Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín), Calle 59A No 63-20. Bloque 18-102 Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. jdsuaza@unal.edu.co. ³ Bióloga, M. Sc.-Estudiante de Doctorado, Profesora asociada a la Facultad de Medicina. Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales PECET, Sede de Investigación Universitaria SIU, Universidad de Antioquia. Carrera 53 No. 61-30, Torre 2, Laboratorio 632. carolina.torres@siu.udea.edu.co. ⁴ Biólogo, M. Sc., Ph. D. Profesor asociado a la Facultad de Medicina, Laboratorio de Hemoparasitosis y Entomología Médica. Universidad de Antioquia, Carrera 51d N° 62-29. Laboratorio 383. gl_rua@medicina.udea.edu.co. ⁵ Ingeniera agrónoma, M. Sc., Ph. D. Profesora asociada a la Facultad de Ciencias, Posgrado de Entomología Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Calle 59A No 63-20. Bloque 18-102 Medellín, Colombia. suribe@unal.edu.co. ⁶ Biólogo, M. Sc., Ph. D. Investigador. Centers for Disease Control and Prevention -CDC-, Atlanta, EE.UU. chp1@cdc.gov.

deros más antiguos de Culicidae (Forattini 1965a; Cyrino y Lopes 2001; Forattini 2002; Ferro *et al.* 2003) y que se exploraron en el presente estudio.

El término fitotelmata, como es definido por Fish (1983) y Greeney (2001), hace referencia a pequeños cuerpos de agua que se originan al interior o sobre diferentes estructuras de las plantas (axilas, brácteas, troncos, hojas, frutos, flores, etc.), en donde se desarrolla una o varias comunidades de organismos asociados, en los que se incluyen los mosquitos Culicidae. La abundancia de fitotelmata es reconocida en áreas silvestres, siendo la guadua muy abundante en los bosques andinos y zonas cafeteras, a pesar de esto, su papel como criadero de mosquitos ha sido pobremente explorado en Colombia.

La guadua, pertenece a la subfamilia Bambusoidea, es de gran presencia y abundancia en el trópico y posee características que la convierten en hábitat potencial para el desarrollo de los estados inmaduros de mosquitos (MacDonald y Traub 1960). Se ha postulado que el acceso al interior de los entrenudos de la planta es facilitado por aves e insectos del orden Orthoptera, lo que propicia la disponibilidad de espacios para la oviposición de hembras de mosquitos (Cyrino y Lopes 2001). Muchas de las especies de Culicidae previamente registradas en guadua son consideradas silvestres, pero su importancia aumenta cuando los parches de guadua se ubican en áreas periurbanas y urbanas (Cyrino y Lopes 2001; Forattini 2002).

Entre los trabajos más representativos sobre mosquitos criados en guadua se encuentran los realizados en guaduales naturales y otros utilizando trampas artificiales en Panamá (Galindo *et al.* 1951), Brasil (Silva *et al.* 2004), Venezuela (Machado-Allison *et al.* 1986; Lounibos *et al.* 1987, Navarro y Machado-Allison 1995; Navarro 1998) y Perú (Lounibos *et al.* 1987; Yanoviak *et al.* 2006; Navarro y Machado-Allison 1995; Yanoviak *et al.* 2006).

En Colombia, la mayoría de los trabajos son antiguos y discontinuos en el tiempo. Rozeboom y Komp (1930) registraron a *Cx. (Microculex) elongatus* Rozeboom-Komp, 1930 en entrenudos de guadua en el departamento del Meta. Después Roca-García (1944), Arnell (1973), Heinemann y Belkin (1978), Frank y Cutis (1981), Vélez *et al.* (1998) y Hastriter *et al.* (1998) registraron *Aedes albopictus* (Skuse, 1895), *Trichoprosopon digitatum* (Rondani, 1848), *Wyeomyia melanocephala* Dyar y Knab, 1906, *Haemagogus anastasionis* Dyar

1921, *Hg. janthinomys* Dyar 1921, *Hg. equinus* Theobald 1903, *Hg. celeste* Dyar y Nuñez Tovar, 1927, *Cx. (Carrollia) bihaicolus* Dyar y Nuñez Tovar, 1927 y *Toxorhynchites hemorrhoidalis* (Fabricius, 1787).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las especies de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) encontradas en guadua en algunos ecosistemas cafeteros de Colombia, explorando la relación posible entre dichos insectos y la planta.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Hispania y Jardín localizados en el suroeste de Antioquia y en el municipio de Anserma al oeste del departamento de Caldas (Tabla 1) (Fig. 1). En total se visitaron nueve sitios de colecta, con presencia de fragmentos de guadua dirigidos a la producción y conservación de esta planta, en áreas aledañas a zonas de actividades agrícolas, ganaderas y turísticas. La selección de los parches de guadua se realizó a partir de imágenes satelitales SPOT, mapas de cobertura vegetal e información extraída de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios incluidos en el muestreo (Corantioquia 1999, 2002; Corcaldas 2000).

Para el muestreo se siguió la metodología de búsqueda y colecta propuesta por Belkin *et al.* (1969) y Louton *et al.* (1996). Los inmaduros se succionaron con una pipeta plástica y se registró el tipo de criadero, el volumen de agua (mL) y la altura sobre el suelo (cm), así como la temperatura y humedad relativa ambiental al momento de la colecta (Tabla 1) (Corantioquia 1999, 2002; Corcaldas 2000; IDEAM 2008). Las colectas se realizaron durante periodos de cuatro días en Hispania en noviembre de 2007 y en Jardín y Anserma en febrero y marzo de 2008. El esfuerzo de muestreo por sitio fue de 5 horas/hombre (2 personas por 4 días) haciendo un recorrido aleatorio en transectos de 200 m x 2 m. Como unidad de muestreo se utilizaron los criaderos positivos correspondientes a recipientes de guadua con presencia de inmaduros de Culicidae. Cada recipiente fue identificado con un código único con el fin de hacer un seguimiento de los mosquitos por criadero. La metodología basada en esfuerzo de muestreo entomológico (horas/hombre) ha sido implementada en diversos trabajos para caracterizar e inventariar insectos en

Tabla 1. Ubicación de las localidades visitadas para el muestreo de mosquitos de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) en tres municipios de Colombia.

Municipio	Sitio	Coordenadas geográficas		msnm	Zona de vida según Holdridge (1947)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
		Norte	Occidente				
Hispania, Antioquia	1	05°45'16"	75°55'09"	1.045	Bh-T	24,3	57
	2	05°45'23"	75°54'56"	1.040		23,7	79
	3	05°35'34"	75°48'22"	1.840		17,5	83
Jardín, Antioquia	4	05°34'57"	75°47'13"	1.830	bh-PM	20,0	76
	5	05°34'55"	75°47'10"	1.840		20,0	76
	6	5°10'43"	75°40'42"	805		25,7	87
Anserma, Caldas	7	5°10'37"	75°40'39"	814	bmh-T	25,6	84
	8	5°10'13"	75°10'13"	875		25,1	83
	9	5°10'23"	75°40'07"	807		25,7	83

msnm: metros sobre el nivel del mar; Bh-T: bosque húmedo tropical; bh-PM: bosque húmedo premontano; bmh-T: bosque muy húmedo tropical.

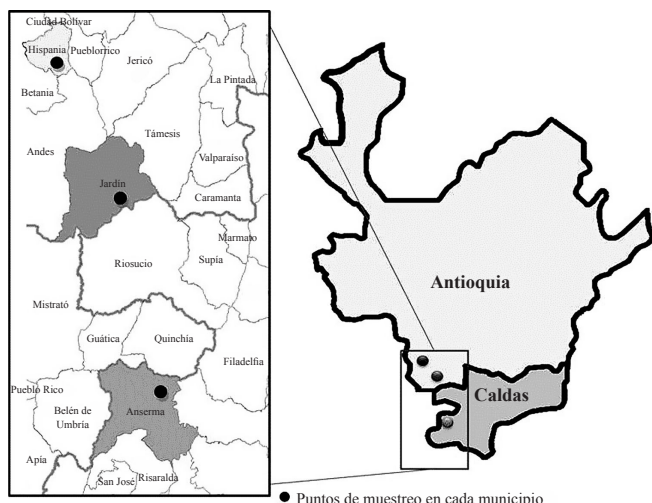


Figura 1. Localización geográfica de los puntos de muestreo para el estudio de mosquitos de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) en tres municipios de Colombia: Hispania, Jardín y Anserma.

diferentes tipos de hábitat (Arango *et al.* 2007; Rivera *et al.* 2008).

Las larvas colectadas se transportaron en bolsas plásticas Whirl-Pak hasta el insectario del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales – PECET- de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia ($27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; humedad relativa $80 \pm 10\%$; fotoperiodo: 12 horas luz), donde se individualizaron los estadios III y IV y se continuó su cría para la obtención de series entomológicas como colección de referencia.

Los protocolos de montaje de larvas, exuvias y adultos para la identificación de los mosquitos se realizaron de acuerdo a lo sugerido en el documento de la Walter Reed Biosystematics Unit, Division of Entomology, Walter Reed Army Institute of Research (WRBU) (Gaffigan y Pecor 1997). Los montajes se almacenaron en las colecciones entomológicas del PECET y el Museo Entomológico Francisco Luis Gallego (MEFLG) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín registradas ante el Instituto Alexander von Humboldt.

La identificación taxonómica se realizó mediante observación de caracteres morfológicos externos de larva, pupa y hembras adultas. La genitalia de machos adultos también fue considerada para la identificación de algunas especies. Se utilizaron claves y revisiones taxonómicas de diferentes autores: Berlin y Belkin (1980), Cova-García *et al.* (1966),

Tabla 2. Tipo y número de criaderos encontrados en *Guadua angustifolia* en cada municipio visitado para el muestreo de mosquitos de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) en tres municipios de Colombia.

Municipio	Tipo de criadero en <i>Guadua angustifolia</i>			Total
	Tocón	Entrenudo perforado	Recipiente	
Hispania	10	12	-	22
Jardín	11	-	-	11
Anserma	8	2	8	18
Total	29	14	8	51

Dyar (1982), Fernández *et al.* (2006), Forattini (1962; 1965; 2002), González y Carrejo (2007), González y Darsie (1996), Harbach (1994; 2007), Harbach y Kitching (1998), Judd (1996), Lane (1953; 1965), Lane y Cerqueira (1942), Valencia (1973), Zavortink (1968; 1981).

Para el análisis de correlación de las especies de mosquitos encontradas y las variables consideradas se utilizó el programa estadístico “R” (Hornik 2011). Se emplearon tablas de contingencia con la aplicación de la prueba estadística chi-cuadrado con nivel de significancia de 0,05 y el programa Statistical Package for the Social Sciences para Windows, versión 16 (2007) (SPSS Inc., Chicago, IL), con el que se realizó un análisis de correspondencia múltiple para establecer si existía independencia entre las especies y las características de los criaderos.

Resultados

En total se encontraron 51 criaderos en *Guadua angustifolia* (Tabla 2). Los criaderos correspondieron a tres tipos: (Tabla 2) (Fig. 2) (i) el tipo “tocón” cuyo contenedor se forma al realizar un corte transversal del culmo de la guadua permitiendo la acumulación de agua y materia orgánica en su interior; (ii) el tipo “entrenudo perforado” que se define como un entrenudo de guadua con una abertura lateral, que permite la entrada y almacenamiento de agua y (iii) el tipo “guadua caída”, que se refiere a la guadua sobre el suelo en posición horizontal con un corte longitudinal en el culmo que permite que en ciertos segmentos se acumule agua.

Se determinaron 518 especímenes obtenidos en los criaderos que correspondieron a *Culex* (*Carrollia*) *antunesi* Lane & Whitman, 1943, *Cx.* (*Carrollia*) *secundus* Bonne-Wepter, 1920 (Tribu Culicini); *Orthopodomyia albicosta* Lutz, 1905 (Tribu Orthopodomyiini); *Limatus durhami* Theobald, 1901, *Trichoprosopon* (*Trichoprosopon*) *digitatum*, *Sabethes* (*Sa-*



Figura 2. Criaderos encontrados en *G. angustifolia* durante el estudio de mosquitos de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) en tres municipios de Colombia. A. Tocón. B. Entrenudo perforado. C. Guadua caída.

Tabla 3. Tabla de contingencia y prueba chi-cuadrado para las especies de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae), según su procedencia geográfica y variables del criadero medidas (volumen de agua y altura sobre el suelo).

	Especie										Total	Valor P*
	<i>Culex (Carr) antunesi</i>	<i>Culex (Carr) secundus</i>	<i>Limatus durhami</i>	<i>Orthopodomyia albicosta</i>	<i>Sabethes undosus</i>	<i>Toxorhynchites sp.</i>	<i>Trichoprosopon digitatum</i>	<i>Trichoprosopon sp.</i>	<i>Wyeomyia oblitera</i>	+ Mat. no procesado		
Municipio												
Anserma	2	134	4	25	20	-	26	20	11	27	269	< 0,0001
Hispania	2	107	-	25	-	2	49	10	13	58	266	
Jardín	-	-	-	-	-	-	-	68	-	17	85	
Sin información	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Volumen (ml.)												
≤ 64	-	90	-	5	-	2	1	29	11	30	168	< 0,0001
65-114	1	27	-	9	2	-	41	38	-	23	141	
115-175	1	75	-	15	1	-	1	18	10	36	157	
≥ 176	2	49	4	21	17	-	32	13	3	13	154	
Sin información	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Altura (cm.)												
≤ 4	2	118	4	1	18	1	-	21	1	16	182	
5-15	-	36	-	2	2	1	20	40	-	27	128	
16-109	-	35	-	25	-	-	36	21	8	19	144	< 0,0001
≥ 110	2	52	-	22	-	-	19	16	15	40	166	
Sin información	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	4	241	4	50	20	2	75	98	24	102	620	

* Valores P de la prueba chi-cuadrado para *Cx. (Car.) secundus*, *O. albicosta*, *T. digitatum*, *Trichoprosopon sp.* y agrupación de las demás especies. +La columna de material no procesado, corresponde a especímenes muertos en estadios larvales I-III y en pupa. La sumatoria total vertical (número de individuos por especie) se hace para cada una de las variables.

bethinus) undosus Coquillett, 1906; *Wyeomyia (Wyeomyia) oblitera* Lutz, 1905 (Tribu Sabethini), *Trichoprosopon sp.* y *Toxorhynchites sp.* (Tribu Toxorhynchitini). Las especies presentes y su número según el tipo de criadero se muestran en la figura 3.

En la tabla de contingencia (Tabla 3), se relaciona la frecuencia de individuos de cada especie de mosquitos según la localidad y variables medidas para los criaderos. La prueba de chi-cuadrado evidencia la relación de las especies con cada una de las variables. En Anserma se colectó el mayor número de individuos (269), seguido por Hispania (266), mientras que en Jardín sólo se colectaron individuos de *Trichoprosopon sp.* (68) (Fig. 4A). En tocón se encontró la mayor cantidad de individuos de Culicidae (256). La especie con mayor número de especímenes fue *Culex secundus* (241) (Fig. 4B), colectada solamente en los municipios de Hispania y Anserma, en los tres tipos de criadero. Del género *Trichoprosopon* Theobald, 1901 se colectaron 98 individuos en los tres municipios, encontrados con mayor frecuencia en tocones. En Hispania y Anserma, *Tr. digitatum* (75) se colectó únicamente en tocones y entrenudos perforados (Fig. 4C) mientras que *Orthopodomyia albicosta* (50) estuvo en los tres tipos de criaderos (Fig. 4D). *Sabethes undosus* (20) sólo se registró en Anserma, siendo más frecuente en el criadero tipo guadua caída (Fig. 4E). *Wyeomyia oblitera* (Fig. 4F) (24) se colectó en Hispania y Anserma, mostrando mayor afinidad por los entrenudos perforados.

En la tabla 3 se destaca la frecuencia de *Cx. secundus* en criaderos con volúmenes de agua menores o iguales a 64 ml,

los individuos de *Trichoprosopon* en volúmenes entre 65-114 ml y *Or. albicosta* y *Sa. undosus* en criaderos con volúmenes mayores a o iguales a 176 ml. En los cuatro intervalos establecidos para la variable volumen, la frecuencia de especies fue similar.

Con respecto a la variable altura del criadero desde el suelo, es posible observar cierta selectividad de *Cx. secundus* y *Sa. undosus* en alturas menores o iguales a 4 cm, *Trichoprosopon sp.* entre 5-15 cm, *Or. albicosta* superiores a 16 cm, *Tr.*

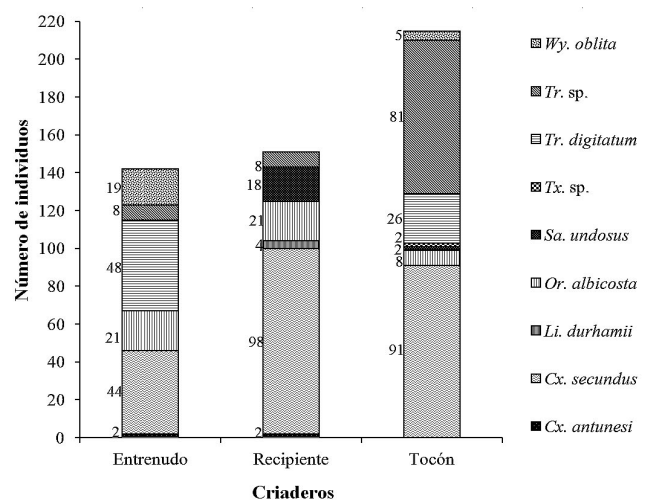
**Figura 3.** Frecuencia de individuos de cada especie de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) por tipo de criadero evaluado.

Tabla 4. Mosquitos de la subfamilia Culicinae incriminados como vectores potenciales de arbovirus, especies consideradas reservorio, distribución geográfica documentada, hábitat conocido y otros datos relacionados. Modificado de Hastriter *et al.* (1998).

Vector	Arbovirus	Reservorio de arbovirus	Distribución geográfica	Temporada de transmisión	Hábitat de inmaduros	Comportamiento de picadura
<i>Limatus durhami</i>	Caraparu Brasil Panamá	<i>Oryzomys capito</i> (Olfers, 1818) <i>Oryzomys laticeps</i> (Lund, 1840) <i>Proechimys guyanensis</i> (Saint-Hilaire, 1803) <i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827) <i>Zygodontomys brevicauda</i> (Allen & Chapman, 1893) <i>Heteromys anomalus</i> (Thompson, 1815)	Centro y Sudamérica	Durante la temporada de lluvias (noviembre a marzo) en bosques tropicales	Hojas caídas y pequeños contenedores con abundante material vegetal en descomposición.	Pica a humanos en bosques intervenidos durante el día.
	Bussuquara (Panamá) SLE (Colombia, Ecuador) Wyeomyia (Colombia)	Bussuquara y Wyeomyia: "Mosquito". SLE: aves silvestres.	Centro y Sudamérica	Desconocido	Entrenudos de bambú, frutos caídos o cascara, hojas caídas contenedores artificiales, huecos en árboles, brácteas de flores de heliconias y axilas de hojas de bromelias.	Pica a humanos especialmente a nivel del suelo en bosques durante el día, siendo más abundante durante la noche.

digitatum entre 16 y 109 cm y *Wy. oblita* en alturas que sobrepasan los 110 cm. En cada uno de los cuatro intervalos de altura de los criaderos evaluados, la frecuencia de individuos fue similar.

Se encontró que todas las especies se relacionan estadísticamente con las variables localidad, tipo de criadero, altura sobre el suelo y volumen de agua *et al.* ($P < 0,0001$). Las especies *Cx. secundus*, *Tr. digitatum*, *Trichoprosopon* sp. y *Or. albicosta* se colectaron en todos los intervalos establecidos para las diferentes variables medidas en los criaderos. Las especies que se colectaron en menor número fueron *Cx. (Car.) antunesi* (4), *Li. durhami* (4) y *Toxorhynchites* sp. (2), provenientes de los parches de guadua localizados en Hispania y Anserma.

De las especies encontradas asociadas a *G. angustifolia*, *Tr. digitatum* y *Li. durhami* se señalan en la literatura como vectores de arbovirus (Hastriter *et al.* 1998; Natal 1998), la primera relacionada con la transmisión de los virus Bussuquara (Flaviviridae), Wyeomyia (Bunyaviridae), Pixuna (Togaviridae) y Encefalitis de San Luis (Flaviviridae), mientras que *Li. durhami* con los virus Caraparu (Bunyaviridae) y Wyeomyia (Tabla 4).

Discusión

De las especies encontradas asociadas a guadua se destacan como nuevos registros para Colombia *Or. albicosta* y *Wy. oblita* (Barreto-Reyes 1955; Barreto *et al.* 1996).

La literatura especializada para la subfamilia Culicinae es escasa para Colombia; los manuscritos que existen corresponden a estudios clásicos (Barreto-Reyes 1955; Lane 1965; Hieneman-Belkin 1978 y Valencia 1973), por lo que se recurrió a revisiones y claves taxonómicas elaboradas para especies de mosquitos de Venezuela, Brasil y Perú, que suponen una dificultad adicional, pues esta literatura es susceptible

de contener diferencias relevantes con las especies presentes en Colombia. Debido a esto, la identificación taxonómica se confirmó con especialistas de diferentes instituciones internacionales. Para el caso de las dos especies colectadas del género *Culex*, subgénero *Carrollia*, el estudio de los caracteres de larvas y genitalia masculina fueron determinantes para su separación ya que guardan gran similitud morfológica (Valencia 1973).

El poco número de inmaduros y un solo adulto de *Toxorhynchites* Theobald, 1901 supuso la mayor dificultad para su determinación. Las claves taxonómicas disponibles para este género cuentan con información limitada que impide la diferenciación de las especies. Lounibos y Campos (2002) lo señalaron como de difícil manejo taxonómico. *Toxorhynchites* está conformado por individuos no hematófagos y hembras autógenas, con larvas de hábito depredador que consumen inmaduros de otros mosquitos, por lo que este grupo representa gran interés en estudios de control biológico.

Para estudiar la fauna de culicidos asociada a guadua y, en general, a fitotelmatas es relevante considerar ciertas características ecológicas del hábitat, que indiquen criterios físicos que faciliten o restrinjan la distribución local de las especies. Estas características comprenden desde las zonas de vida hasta otras específicas de los microhábitat, como altura y volumen de agua (Louton *et al.* 1996; Zequi *et al.* 2005; Yanoviak *et al.* 2006). Según Yanoviak *et al.* (2006), *Li. durhami* y *Tr. digitatum* se han colectado en bosques húmedos tropicales de tierras bajas (Perú); de manera similar, existen registros para *Cx. secundus*, *Li. durhami* y *Tr. digitatum* en bosque lluvioso tropical y bosque húmedo tropical en diferentes departamentos de Colombia (Heinemann y Belkin 1978) y el trabajo de Machado-Allison *et al.* (1986) indica que *Sa. undosus*, *Tr. digitatum* y *Li. durhami* se colectaron en bosque lluvioso tropical (Venezuela). Las localidades muestreadas en este estudio corresponden a

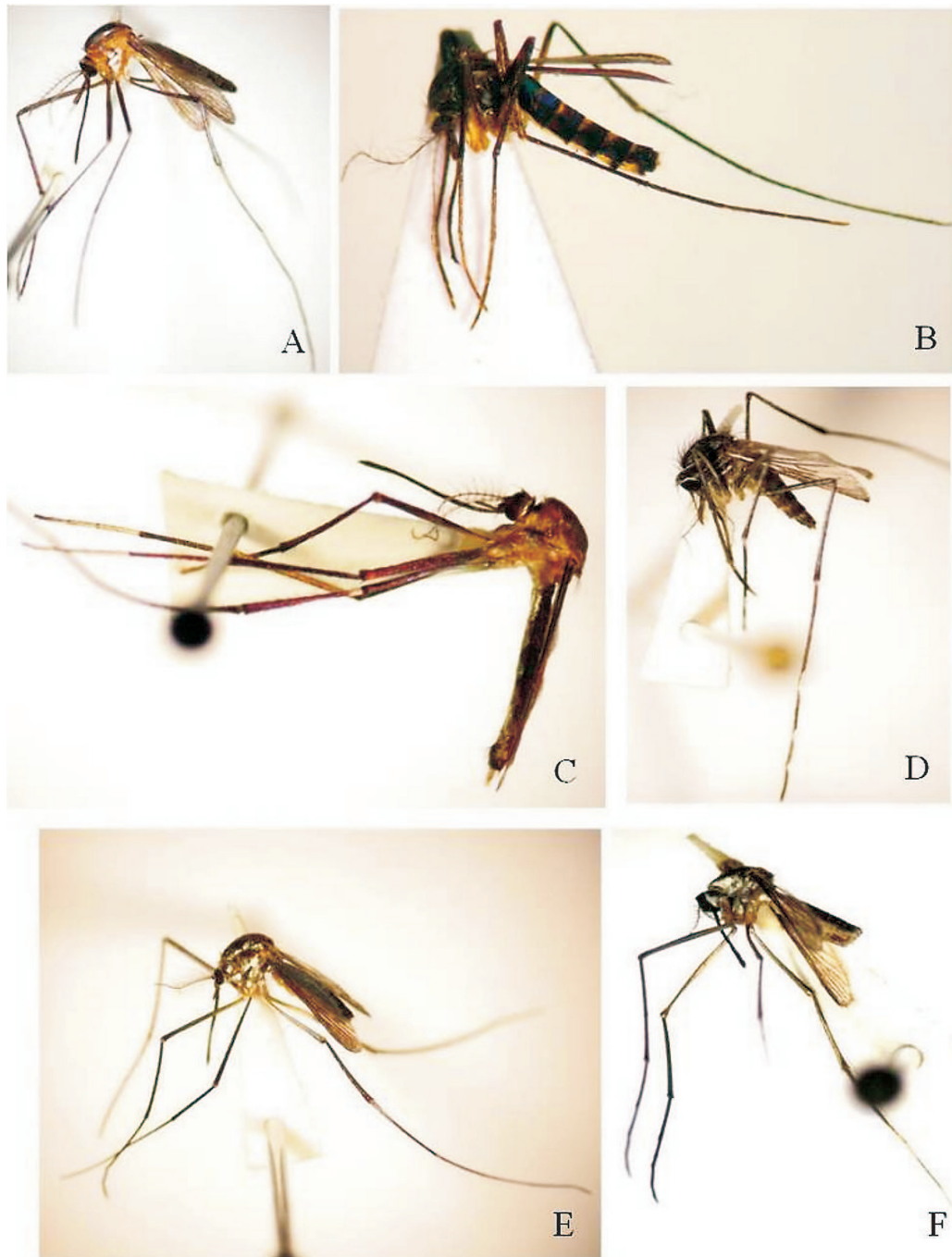


Figura 4. Ejemplares adultos de especies de la subfamilia Culicinae (Diptera: Culicidae) colectadas en *G. angustifolia* en tres municipios de Colombia. **4A.** *Trichoprosopon* sp. **4B.** *Cx. (Carrollia) secundus*. **4C.** *T. digitatum*. **4D.** *O. albicosta*. **4E.** *S. undosus*; **4F.** *W. oblita*.

guadales localizados en zonas de bosque húmedo premontano (Hispania y Jardín) y bosque húmedo tropical (Anserma), por lo que las características ambientales en las cuales ocurren las especies de Culicidae corresponden con regiones de altos niveles de humedad y temperatura.

La información disponible sobre intervalos altitudinales de distribución, que podrían explicar la ocurrencia de las especies asociadas a guadua, en diferentes zonas de vida, es limitada. La mayoría de estudios hacen énfasis en registrar especies, sin documentar debidamente los determinantes ecológicos de las mismas. En este estudio se realizaron co-

lectas en un intervalo entre 805 - 1845 m. Para *Cx. antunesi* Heinemann y Belkin (1978) indican que la especie tiene un intervalo de distribución hasta los 400 m (San Vicente de Chucurí-Santander), en tanto que Valencia (1973) registró colectas de la especie entre los 50 - 500m. El hallazgo de *C. antunesi* en este estudio fue entre 805 - 1040 m de altitud, por lo que por primera vez se documenta la presencia de esta especie en esta altitud. Para *Li. durhami*, *Cx. secundus*, *Tr. digitatum* y *Sa. undosus* los registros de distribución altitudinal coinciden con hallazgos previos citados por otros autores (Heinemann y Belkin 1978; Navarro y Machado-

Allison 1995; Navarro 1998; Yanoviak *et al.* 2006). El volumen de agua de los criaderos se consideró una variable determinante en la distribución de las especies, puesto que la disponibilidad de agua genera un microhábitat propicio para que los inmaduros de culicidos culminen su desarrollo. La permanencia de agua en estos criaderos influye sobre las especies, pues los ciclos de vida pueden variar entre diferentes grupos de Culicidae. Louton *et al.* (1996) mencionan que cuando la procedencia del agua es por efecto de la acción metabólica de la planta, como sucede con frecuencia en guadua, este volumen puede perdurar incluso en épocas de sequía, lo cual es muy favorable para la comunidad de invertebrados acuáticos que allí se desarrolla. Por otro lado, cuando el agua de los criaderos depende de la lluvia, pueden ocurrir grandes fluctuaciones afectando las comunidades de invertebrados que allí habitan (Murillo *et al.* 1988; Sunahara y Mogi 1997). Es de resaltar que aunque los volúmenes de agua medidos en los criaderos de guadua, en este estudio, no influyeron en la presencia de mosquitos Culicinae, la presencia permanente del líquido en los tres tipos de criaderos representan sitios de cría seguros para su desarrollo, incluso en periodos de sequía.

La altura a la cual se encuentra el criadero a lo largo del culmo de la guadua es otro factor que puede afectar la ocurrencia de diferentes especies de mosquitos. Cyrino y Lopes (2001) señalan que la mayor diversidad de especies se da en los primeros dos metros. Estos autores proponen también que las especies con comportamiento alimenticio similar se disponen en diferentes estratos altitudinales a lo largo de la guadua, de esta forma evitan competencia por alimento, e incluso por el mismo criadero, ya que este tipo de hábitat se considera altamente especializado. Los registros de altura de los criaderos muestreados en el presente estudio guardan relación con los datos de altura de criaderos en guadua encontrados en la literatura. En el caso de *Tr. digitatum*, *Sa. undosus* y *Toxorhynchites* sp. no hubo una agrupación detectable en los intervalos medidos (Tabla 3), mientras que los individuos de *Tr. digitatum* se registraron en criaderos por encima de 5 cm de altura, las otras dos especies son más frecuentes en criaderos por debajo de esta medida.

Algunas de las especies que son consideradas de amplia distribución por habitar diferentes tipos de criaderos, como *Tr. digitatum* y *Li. durhami* (Machado-Allison *et al.* 1986), muestran poca especificidad por las condiciones medidas en los sitios de cría encontrados en *G. angustifolia*. El caso contrario se observa en *Sa. undosus*, ya que sus individuos logran ovipositar en criaderos de bambú cuando poseen perforaciones muy pequeñas en sus entrenudos (Machado-Allison *et al.* 1986), lo que les facilita la colonización de criaderos de difícil acceso en guadua. Sin embargo, aun cuando la especie *Sa. undosus* fue encontrada en el presente estudio, el tipo de criadero en donde fue más frecuente corresponde con guadua caída, cuya abertura de acceso es considerablemente grande.

La prueba chi-cuadrado estableció la relevancia de las variables medidas en los criaderos (volumen de agua, altura y tipo del criadero) con la frecuencia de captura de las diferentes especies de Culicinae. Esta información facilita y direcciona futuros muestreos y estudios hacia grupos de mosquitos de interés.

El estudio taxonómico de mosquitos silvestres asociados a la guadua, planta cada vez más explotada en espacios agrícolas, domésticos y urbanos, permite identificar estos

escenarios como sitios de posible contacto entre el hombre y especies de mosquitos de importancia médica, por lo que la guadua debe ser considerada de interés epidemiológico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la investigadora Libertad Ochoa (Universidad de Antioquia) y al estudiante Estiben Galeano (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín), quienes apoyaron las actividades de campo y laboratorio del estudio. Al Dr. Iván Darío Vélez Bernal, director del PECET de la Universidad de Antioquia por su constante apoyo. A los especialistas internacionales Thomas Zavortink (Universidad de California - Davies - EE.UU.) y Monique Motta (Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz - Rio de Janeiro, Brasil) por la ayuda en la confirmación de las especies de Culicinae. La investigación se realizó con el apoyo financiero del CODI, Universidad de Antioquia (proyecto aprobado Código: EO1551) y Colciencias (proyecto aprobado No. 111545921858).

Literatura citada

- ARANGO, L.; MONTES, J. M.; LÓPEZ, D. A.; LÓPEZ, J. O. 2007. Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea), escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) y hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del ecoparque Alcázares – Arenillo (Manizales, Caldas – Colombia). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 11: 390-409.
- ARNELL, J. H. 1973. A revision of the genus *Haemagogus* (Mosquito Studies XXXII). Contributions of the American Entomological Institute 10 (2): 120-174.
- BARRETO, M.; BURBANO, M. E.; SUÁREZ, M.; BARRETO, P. 1996. *Psorophora ciliata* y otros mosquitos (Diptera: Culicidae) en Yolombó, Antioquia, Colombia. Colombia Médica 27 (2): 62-65.
- BARRETO-REYES, P. 1955. Lista de mosquitos de Colombia. Anales de la Sociedad de Biología 7 (2): 94.
- BELKIN, J. N.; SCHICK, R. X.; GALINDO, P.; AITKEN, T. H. G. 1969. Mosquito Studies (Diptera: Culicidae). I. A project for a systematic study of the mosquitoes of Middle America. Contribution of the American Entomological Institute 1 (2): 1-17.
- BERLIN, O. G. W.; BELKIN, J. N. 1980. Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXVI. Subgenera *Aedinus*, *Tinolestes* and *Anoedioporpa* of *Culex*. Contribution of the American Entomological Institute 17 (2): 1-104.
- CORANTIOQUIA. 1999. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), fase diagnóstico. Documento técnico. Municipio de Jardín. 1.
- CORANTIOQUIA. 2002. Plan básico de Ordenamiento Territorial (POT). Municipio de Hispania. 1.
- CORCALDAS. 2000. Plan básico de ordenamiento Territorial (POT). Municipio de Anserma. 1.
- COVA-GARCIA, P.; SUTIL, E.; RAUSSEO, J. A. 1966. Mosquitos de Venezuela, Tomo 1. Publicaciones del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de Caracas, Venezuela. 1.
- CYRINO, J. A.; LOPES, J. 2001. Culicideofauna (Diptera) encontrada em entrenós de taquara de uma mata residual na área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 18 (2): 429-438.
- DYAR, H. G. 1982. The Mosquitoes of the Americas. The Carnegie Institution of Washington. Publ. No. 387: 1-616.
- FERNÁNDEZ, L. D.; HERNÁNDEZ, C. A.; PÉREZ, R. Z.; QUIROGA, V. S. 2006. Contribución al estudio de la familia Culicidae de Guatemala: relación y distribución geográfica de las principales especies de la región norte. Revista Cubana de Medicina Tropical 58 (1): 30-35.

- FERRO, C.; BOSHELL, J.; MONCAYO, A. C.; GONZALEZ, M.; AHUMADA, M. L.; KANG, K.; WEAVER, S. C. 2003. Natural enzootic vectors of Venezuelan Equine Encephalitis Virus in the Magdalena Valley, Colombia. *Emerging Infectious Diseases Journal* 9 (1): 49-54.
- FISH, D. 1983. Phytotelmata: Flora and fauna. pp. 1-27. In: Frank, J. H., Lounibos, L. P. (Eds.). *Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities*. Medford, New Jersey; Plexus, vii + 293 p.
- FORATTINI, O. P. 1962. *Entomologia medica. Parte geral, Diptera, Anophelini*. Vol I, 662 pp., illus. São Paulo.
- FORATTINI, O. P. 1965. *Entomologia Médica. Culicini: Culex, Aedes e Psorophora*. Vol. 2, 506 pp. Universidade de São Paulo, Brasil.
- FORATTINI, O. P. 1965. *Entomologia Médica. Culicini: Haemagogus, Mansonia, Culiseta, Sabethini, Toxorhynchitini*, arboviro-ses, filaríose bancroftiana, genética. São Paulo: Editora da USP. v. 3, 415p.
- FORATTINI, O. P. 2002. *Culicidologia Médica*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 666 p.
- FRANK, J. H.; CURTIS, G. 1981. On the bionomics of bromeliad-inhabiting mosquitoes. VI. A review of the bromeliad-inhabiting species. *Journal of the Florida Anti-Mosquito Association* 52: 4-23.
- GAFFIGAN, T.; PECOR, J. 1997. Collecting, rearing, mounting and shipping mosquitoes. Walter Reed Biosystematics Unit, Division of Entomology, Walter Reed Army Institute of Research.
- GALINDO, P.; CARPENTER, S. J.; TRAPIDO, H. 1951. Ecological observations on forest mosquitoes of an endemic yellow fever area in Panama. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 31 (1): 98-137.
- GONZÁLEZ, R.; CARREJO, N. S. 2007. Introducción al estudio taxonómico de *Anopheles* de Colombia, claves taxonómicas y notas de distribución. Santiago de Cali. 237 p.
- GONZÁLEZ, R.; DARSIE, R. F. 1996. Clave ilustrada para la determinación genérica de larvas de Culicidae de Colombia y el nuevo mundo. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 4 (1): 21-37.
- GREENEY, H. F. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology* 17 (1): 241-260.
- GUBLER, D. J. 2002. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Archives of Medical Research* 33: 330-342.
- HARBACH, R. E. 1994. The subgenus *Sabethinus* of *Sabethes* (Diptera: Culicidae). *Systematic Entomology* 19 (1): 207-234.
- HARBACH, R. E.; KITCHING, I. J. 1998. Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology* 23: 327-370.
- HARBACH, R. E. 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* 1668 (1): 591-538.
- HASTRITER, M. W.; LAWYER, P. G.; MAUER, D. J.; ROBBINS, R. G.; SCHULTZ, G. W.; STRICKMAN, D. A. 1998. Disease vector profile Colombia. Defense Pest Management Information Analysis Center. Washington, D.C., Armed Forces Pest Management Board. Disponible en: www.afpmb.org. [Fecha revisión: 25 mayo 2009].
- HEINEMANN, S. J.; BELKIN, J. N. 1978. Collection records of the project "Mosquitoes of Middle America". 12. Colombia (COA, COB, COL, COM). *Mosquito Systematics* 10 (4): 493-539.
- HORNİK, K. 2011. "The R FAQ". Disponible en: <http://cran.r-project.org/doc/FAQ/R-FAQ.html>. [Fecha revisión: 3 julio 2009].
- IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2008. Meteorología y estudios ambientales. Mapas de precipitación mensual. En: <http://www.ideam.gov.co/sectores/agri/precipit/precipit.htm>. Colombia. [Fecha revisión: 31 marzo 2008].
- JUDD, D. 1996. Review of the systematics and phylogenetic relationships of the Sabethini (Diptera: Culicidae). *Systematic Entomology* 21 (1): 129-150.
- LANE, J. 1953. Neotropical Culicidae. Tribe Culicini, *Deinocerites, Uranotaenia, Mansonia, Orthopodomyia, Aedomyia, Aedes, Psorophora, Haemagogus*, Tribe Sabethini, *Trichoprosopon, Wyeomyia, Phoniomyia, Limatus, Sabethes*. University of São Paulo, Brazil.
- LANE, J. 1965. Neotropical Culicidae. Dixinae, Chaoborinae and Culicinae, tribes Anophelini, Toxorhynchitini and Culicini (Genus *Culex* only). University of São Paulo, Brazil.
- LANE, J.; CERQUEIRA, N. L. 1942. Os Sabetíneos da América (Diptera: Culicidae). *Arquivos de Zoologia de Sao Paulo* vol. III, art. IX, pp. [473]-849: ill.; 27 1/2 cm
- LOUNIBOS, L. P.; FRANK, J. H.; MACHADO-ALLISON, C. E.; OCANTO, P.; NAVARRO, J. C. 1987. Survival, development and predatory effects of mosquito larvae in Venezuelan phytotelmata. *Journal of Tropical Ecology* 3: 221-242.
- LOUNIBOS, L. P.; CAMPOS, R. E. 2002. Investigaciones recientes sobre *Toxorhynchites rutilus* (Diptera: Culicidae) con referencia al control biológico de mosquitos habitantes en recipientes. *Entomotropica*, antes *Boletín de Entomología Venezolana* 17 (2): 145-156.
- LOUTON, J.; GELHAUS, J.; BOUCHARD, R. 1996. The aquatic macrofauna of water-filled bamboo (Poaceae: Bambusoideae: Guadua) internodes in a Peruvian lowland tropical forest. *Biotropica* 28 (2): 228-242.
- MacDONALD, W. W.; TRAUB, R. 1960. Malaysian parasites XXXVII. An introduction to the ecology of the mosquitoes of the lowland dipterocarp forest of Selangor, Malaya. *Studies from the Institute of Medical Research, Malaya* 29: 79-110.
- MACHADO-ALLISON, C. E.; BARRERA, R.; DELGADO, L.; GÓMEZ-COVA, C.; NAVARRO, J. C. 1986. Mosquitos (Diptera: Culicidae) de los fitotelmata de panaquire, Venezuela. *Acta Biológica de Venezuela* 12 (2): 1-12.
- MURILLO, C.; ASTAIZA, R.; FAJARDO, P. 1988. Biología de *Anopheles (Kerteszia) neivai* H., D. & K., 1913 (Diptera: Culicidae) en la costa pacífica de Colombia. *Revista de Saúde Pública de São Paulo* 22 (2): 94-100.
- NATAL, D.; URBINATTI, P.; MARUCC, D. 1998. Arbovirus vector ecology in the Brazilian coastal range system. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Epidemiologia, Av. Dr. Amaldo, 715, São Paulo, SP, Brasil. pp. 234-247. En: Travassos Da Rosa, A. P. A.; Vasconcelos, P. F.; Travassos da Rosa, J. F. An overview of arbovirology in Brazil and neighbouring countries. Belém, Instituto Evandro Chaga.
- NAVARRO, J. C.; MACHADO-ALLISON, C. E. 1995. Aspectos Ecológicos de *Sabethes chloropterus* Humboldt (Diptera: Culicidae) en un bosque húmedo del Edo. Miranda Venezuela. *Boletín Entomológico de Venezuela* 10 (1): 91-104.
- NAVARRO, J. C. 1998. Fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) del Parque Nacional Cerro El Copey y nuevos registros para La Isla de Margarita, Venezuela. *Boletín Entomológico de Venezuela* 13 (2): 187-194.
- OLANO, V. A.; BROCHERO, H. L.; SÁENZ, R.; QUIÑONES, M. L.; MOLINA, J. A. 2001. Mapas preliminares de la distribución de especies vectores de malaria en Colombia. *Biomédica* 21: 402-408.
- RIVERA-USME, J. J.; CAMACHO-PINZÓN, D. L.; BOTERO-BOTERO, A. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en 8 quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13 (2): 133-146.
- ROCA-GARCIA, M. 1944. Isolation of three neurotropic viruses from forest mosquitoes in eastern Colombia. *Journal of Infectious Diseases* 75: 160-169.
- RODRÍGUEZ, H.; DE LA HOZ, F. 2005. Dengue and dengue and vector behaviour in Cáqueza, Colombia, 2004. *Revista de Salud Pública* 7: 1-15.

- ROZEBOOM, L. E.; KOMP, W. H. W. 1930. A new *Microculex elongatus*, from Colombia, with notes on the subgenus. Proceedings of the Entomological Society of Washington 52.
- SILVA, A. M.; NUNES, V.; LOPES, J. 2004. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. Iheringia, Série Zoológica 94 (1): 63-66.
- SUÁREZ, M. F.; NELSON, M. 1981. Registro altitudinal de *Aedes aegypti* en Colombia. Biomédica 1: 225.
- SUÁREZ, M. F. 2001. *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera, culicidae) en Buenaventura Colombia. Informe Quincenal Epidemiológico Nacional 6: 222-223.
- SUNAHARA, T.; MOGI, M. 1997. Distributions of larval mosquitoes among bamboo-stump pools which vary in persistence and resource input. Researches on Population Ecology 39 (2): 173-179.
- TINKER, M. E.; OLANO, V. A. 1993. Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Sur América. Biomédica 13: 5-14.
- VALENCIA, J. D. 1973. Mosquito studies (Diptera, Culicidae) XXXI. A revision of the subgenus *Carollia* of *Culex*. Contribution of the American Entomological Institute 9 (4): 1-134.
- VÉLEZ, I. D.; QUIÑONES, M. L.; SUÁREZ, M.; OLANO, V. A.; MURCIA, L. M.; CORREA, E.; ARÉVALO, C.; PÉREZ, L.; BROCHERO, H.; MORALES, A. 1998. Presencia de *Aedes albopictus* en Leticia, Amazonas, Colombia. Biomédica 18 (3): 192-198.
- YANOVIK, S. P.; LOUNIBOS, L. P.; WEAVER, S. C. 2006. Land use affects macroinvertebrate community composition in phytotelmata in the Peruvian Amazon. Annals of the Entomological Society of America 99: 1172-1181.
- ZAVORTINK, T. J. 1968. Mosquito studies (Diptera: Culicidae). VIII. A prodrome of the genus *Orthopodomyia*. Contributions of the American Entomological Institute 3 (2): 84-91.
- ZAVORTINK, T. J. 1981. Species complexes in the genus *Thichoproson*. Mosquito Systematics 13 (1): 82-85.
- ZEQUI, J. A. C.; LOPES, J.; MEDRI, I. M. 2005. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22 (3): 656-661.

Recibido: 18-jul-2011 • Aceptado: 27-mar-2013