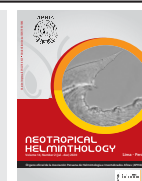




## Neotropical Helminthology



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### ABUNDANCE OF ANOPHELINES (CULICIDAE: ANOPHELINAE) IN NATURAL HATCHERIES, JUTIAPA, GUATEMALA

### ABUNDANCIA DE ANOFELINOS (CULICIDAE: ANOPHELINAE) EN CRIADEROS NATURALES, JUTIAPA, GUATEMALA

Lorenzo Diéguez-Fernández<sup>1,2\*</sup>; Jaime Abraham Juárez-Sandoval<sup>3</sup>; Milton Vicio Monzón-Muñoz<sup>4</sup>;  
Jaime Rodríguez-Flores<sup>4</sup>; Dex Yorman-Barrios Barrios<sup>5,6</sup>; Mónica Elisa Barrientos-Juárez<sup>7,8</sup>; José Iannacone<sup>9,10</sup>  
& Rigoberto Fimia-Duarte<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Centro provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Camagüey, Cuba/Departamento de Control de Vectores.

<sup>2</sup>Facultad Tecnológica de la Salud “Octavio de la Concepción y de la Pedraja”. Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Cuba. lorenzodieuez95@gmail.com – lfdieuez.cmw@infomed.sld.cu

<sup>3</sup>NPC/Enfermedades Transmisibles, Vigilancia y Análisis. OPS/OMS Guatemala  
jaimeju@iadb.org <sup>4</sup>Área de Salud de Jutiapa, Guatemala/Departamento de Control de Vectores/Laboratorio de Entomología y Control de Vectores. vec22jutiapa@gmail.com <sup>5</sup>Sección de Entomología Médica. Nivel Central.

<sup>6</sup>Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. dexbarrios@gmail.com <sup>7</sup>Sección de Entomología Médica Nivel Central.

<sup>8</sup>Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. vectorescentralmb@gmail.com <sup>9</sup>Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima, Perú.

<sup>10</sup>Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. joseiannacone@gmail.com

<sup>11</sup>Facultad Tecnológica de la Salud y Enfermería (FTSE). Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, Cuba. rigobertofimia66@gmail.com / rigobertofd@infomed.sld.cu

\* Corresponding author: lorenzodieuez95@gmail.com / lfdieuez.cmw@infomed.sld.cu

## ABSTRACT

The present study examines the abundance of the anophelines in diverse municipalities relative to the types of hatcheries colonized in Jutiapa, Guatemala. The ladle technique was used according to standardized entomological collection guidelines. The biological material was fixed in ethyl alcohol to 70% in glass flasks with precise identification of the deposit type, place, dates of collection and collector, among other data. *Anopheles pseudopunctipennis* (Theobald, 1901) and *Anopheles albimanus* (Wiedemann, 1820) were the two species of captured with the first one being more abundance. They were 14 types of deposits with the presence of larvae and 70 of the positive hatcheries including the two species, 13 types for *Anopheles pseudopunctipennis* (92.85 %) and 10 types for *Anopheles albimanus* (71.42 %). Each species colonized 50 % of the general total. Both species coincided in nine types of deposits (64.28 %), with prevalence of the puddles (30 %), rivers (22.85 %) and ditches (11.42 %). It was appreciated that there was a significant absence among the abundances of the two species of anopheles captured. We need to continue developing the studies “*in situ*”, to determine the incidence of the abiotic factors on the observed levels of abundance, as well as in the probable marked populational fluctuations of both species of mosquitos.

**Keywords:** *Anopheles* – abundance – geodistribution – malaria – Guatemala

doi:10.24039/rmh2020142771

## RESUMEN

El presente estudio es para conocer la abundancia de los anofelinos en municipios ecológicamente diversos relacionándolos con los tipos de criaderos colonizados en Jutiapa, Guatemala. Se empleó la técnica del cucharón según lineamientos de colectas entomológicas estandarizadas. El material biológico se fijó en alcohol etílico al 70 % en frascos de vidrio con identificación precisa del tipo de depósito, lugar, fecha de colecta y colector entre otros datos. *Anopheles pseudopunctipennis* (Theobald, 1901) y *Anopheles albimanus* (Wiedemann, 1820) fueron las dos especies de anofeles capturados. Fueron 14 los tipos de depósitos con presencia de larvas y 70 los criaderos positivos entre las dos especies, 13 tipos para *A. pseudopunctipennis* (92,85 %) y 10 para *A. albimanus* (71,42 %). Cada especie colonizó el 50 % del total general, coincidiendo ambas en nueve tipos de depósitos (64,28 %), con predominio de los charcos (30 %), ríos (22,85 %) y zanjas (11,42 %). Se apreció que hubo ausencia significativa entre las abundancias medias de las dos especies de anofeles capturadas. Por esta razón necesitamos continuar desarrollando los estudios entomológicos y ecológicos “*in situ*”, para determinar la incidencia de los factores abióticos sobre los niveles de abundancia observados, así como en las probables marcadas fluctuaciones poblacionales de ambas especies de mosquitos.

**Palabras clave:** *Anopheles* – abundancia – geodistribución – malaria – Guatemala

## INTRODUCCIÓN

Los mosquitos (Arthropoda: Diptera: Culicidae) constituyen un grupo de gran importancia higiénico - sanitaria debido a los problemas prioritarios de salud que provocan en las regiones tropicales y subtropicales (Ngoagouni *et al.*, 2015; Fimia *et al.*, 2016), siendo responsables de numerosas emergencias y brotes de enfermedades causadas por arbovirosis en el mundo (González *et al.*, 2019), algunas de las cuales se han exacerbado en la actualidad debido a diversos factores como la globalización, migración humana y animal, movilidad de reservorios silvestres, urbanización no planificada, fragmentación ambiental, y cambio climático que han generado la dispersión de patógenos a lugares donde no circulaban, provocando nuevos ciclos con la participación de otras especies de mosquitos, donde localmente no eran considerados vectores, siendo una de las más importantes estrategias antivectoriales el control de los estados inmaduros en los sitios de cría de las especies involucradas (WHO, 2018).

La malaria es una enfermedad parasitaria causada por protozoos intraeritrocitarios del género *Plasmodium* (Laveran, 1880), que se transmiten por la picada de mosquitos infectados pertenecientes al género *Anopheles* (Meigen, 1818).

Con la actual globalización enfermar de malaria es un potencial riesgo para los viajeros en regiones tropicales, con posibilidad incluso de reintroducción en áreas de probada receptividad (Ricardo *et al.*, 2019), si alguno de estos viajeros portaran las formas infestivas de la enfermedad, que puede llegar a provocar recaídas que constituyen un peligro desde el punto de vista epidemiológico en países donde está erradicada (Plain *et al.*, 2018), pues en los que no es endémica ha mostrado un considerable aumento en su incidencia, fundamentalmente a expensas del paludismo importado (Moya, 2016). Albuquerque *et al.* (2018) propusieron un modelo para evaluar la receptividad de la enfermedad relacionando los hábitats de los anofelinos con algunos factores abióticos tales como la temperatura, precipitaciones, geomorfología y vegetación. En este sentido, las acciones antropogénicas provocan cambios ambientales con incidencia directa en el comportamiento de numerosas especies de mosquitos, por lo que se requiere conocer cuales especies están presentes junto a su abundancia en los diferentes ambientes ecológicos, y observar si existe un grado de antropización que pueda aumentar el contacto con el hombre (Guimarães *et al.*, 2000, 2001; Fimia *et al.*, 2015).

La documentación de investigaciones sobre aspectos ecológicos de mosquitos transmisores de malaria en Guatemala, considerada en la actualidad

la enfermedad parasitaria con mayor mortalidad en el mundo (Plain *et al.*, 2018), resulta ser particularmente escasa sobre todo en áreas no endémicas. Sin embargo, dichas investigaciones son relevantes al momento de considerar la íntima relación existente entre dichos aspectos y la aparición de enfermos palúdicos (Dantur *et al.*, 2005), con implicaciones directas en un cambio de paradigma en el diseño de las medidas que deben favorecer el trabajo intra e intersectorial en el control de la enfermedad, para tratar de mantenerla en un nivel que no sea un problema de salud pública (Juárez, 2013).

Durante el 2018 se reportaron seis casos introducidos de malaria en el Departamento de Jutiapa todos positivos a *Plasmodium vivax* (Grassi & Feletti, 1890) (Salazar *et al.*, 2019). Considerando la relevancia sanitaria de los mosquitos transmisores de malaria, pretendemos con el presente estudio conocer la abundancia de los anofelinos en municipios ecológicamente diversos relacionándolos con los tipos de criaderos colonizados presentes en el Departamento de Jutiapa, Guatemala, lo que favorece acumular evidencias ecológicas para el diseño e implementación de medidas de vigilancia y control más acertados (PN CSI, 1988).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Período de ejecución de las encuestas entomológicas*

Se procedió a la búsqueda activa de lugares de cría y a la catalogación de los mismos en las diferentes zonas seleccionadas en el año 2019 en el Departamento de Jutiapa, Guatemala (Fig. 1).

### *Características del Departamento de Jutiapa*

Se ubica en la región suroriental de la República de Guatemala con una extensión territorial aproximada de 3,21 km<sup>2</sup>. Sus límites geográficos son al norte con los Departamentos de Jalapa y Chiquimula, al sur con el Departamento de Santa Rosa y el Océano Pacífico, al este con la República de El Salvador y al oeste con el Departamento de Santa Rosa. De topografía bastante montañosa tiene bellas playas y la mayor cantidad de volcanes de Guatemala (seis en total). Su clima oscila entre

cálido y templado. La capital departamental de nombre homónimo Jutiapa, dista de 124 km aproximados a la ciudad capital del país. Su población está estimada en 444.434 htes. Dispone de abundantes cuerpos de agua dulce en los que se incluyen lagos extensos, ríos acaudalados, arroyos y depresiones en el terreno que en los períodos lluviosos suelen llenarse de agua constituyendo habituales y/o potenciales criaderos de mosquitos.

*Características de los sitios de cría seleccionados*  
*Criaderos naturales:* permanentes y temporales de agua dulce o salobre, con abundante vegetación donde predominan las algas (García-Ávila, 1977); en lagos, riachuelos, pozos, cunetas, huellas de ganado, rodadas, huecos de rocas con buena iluminación por el sol aunque también en aguas parcial o totalmente sombrías, tanto en el perímetro urbano como en zonas rurales (Marquetti *et al.*, 1984).

### *Técnica operativa*

La técnica del cucharón según lineamientos de colectas entomológicas para Guatemala (MSPAS, 2007).

### *Preparación y envío del material biológico colectado*

Todo el material biológico capturado se remitió al Laboratorio de Entomología del Departamento de Control de Vectores de Jutiapa, el cual previamente se fijó en alcohol etílico al 70 % en frascos de vidrio con identificación precisa del tipo de depósito, lugar, fecha de colecta y colector entre otros datos.

### *Identificación de las muestras*

Se realizó siguiendo los criterios de Clark-Gil & Darsie (1983) y con apoyo de la clave de Culícidos de González (2016).

### *Tratamiento estadístico*

Para determinar si existe una diferencia significativa entre las abundancias de las dos especies de anofelinos capturados, se calculó la abundancia media y desviación estándar para *Anopheles (Anopheles) pseudopunctipennis* (Theobald, 1901) presente en 10 depósitos naturales diferentes, así como para *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* (Wiedemann, 1820) reportado en 13 depósitos de igual naturaleza. Posteriormente se aplicó la prueba t-student de comparación de medias para variables

independientes con un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

#### Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron reducir al mínimo el daño posible a los especímenes recolectados, a los sitios de cría, así como al personal técnico involucrado en la identificación de las muestras recolectadas, para de esta forma, poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos establecidos para estos casos. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados, somos responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (DHAMM, 2013).

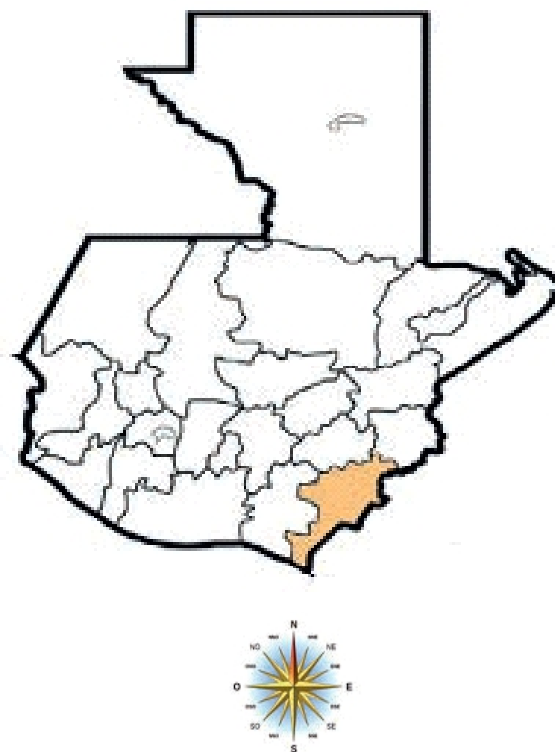
## RESULTADOS

*Anopheles (Anopheles) pseudopunctipennis* y *A. (Nyssorhynchus) albimanus* fueron las dos especies de *Anopheles* capturados en el

Departamento de Jutiapa, Guatemala. Sobre un total de 317 ejemplares el 53,62 % correspondió a *A. pseudopunctipennis*, seguida por *A. albimanus* con el 46,38 % del total general (Tabla 1).

En la Tabla 2 por su parte, se observa que fueron 14 tipos de depósitos en los cuales hubo 70 criaderos positivos entre las dos especies, 13 tipos para *A. pseudopunctipennis* (92,85 %) y 10 para *A. albimanus* (71,42 %). En el caso de *A. pseudopunctipennis* se totalizaron 35 criaderos positivos (50 %), mientras que para *A. albimanus* fueron igualmente 35 los depósitos con presencia de la especie (50 %), coincidiendo ambas en nueve tipos de depósitos (64,28 %), con predominio de charcos (30 %), ríos (22,85 %) y zanjas (11,42 %), respectivamente.

Se apreció que hubo ausencia significativa entre las abundancias medias de las dos especies de anopheles capturadas en depósitos naturales para muestras independientes, en la cual hubo diferencias del error estándar y en los valores de  $t$  para cada especie con una significación estadística ( $t=0,86$ ;  $p=0,39$ ).



**Figura 1.** Mapa de Guatemala. El área sombreada señala la ubicación del Departamento de Jutiapa.

**Tabla 1.** Total de ejemplares capturados y valores de la abundancia media de larvas de *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles albimanus* en Jutiapa, Guatemala.

Especies	Total ejemplares	Número muestreos	Media	Resultado del test de comparación de medias
<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	170	35	5,13	t = 0,86; p=0,39
<i>Anopheles albimanus</i>	147	35	4,31	

**Tabla 2.** Representatividad de los depósitos naturales con larvas de *Anopheles pseudopunctipennis* y *Anopheles albimanus*. Jutiapa, Guatemala.

<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>				
Depósitos	Total depósitos	Porcentaje de representatividad	Total ejemplares	Ejemplares/depósitos
Charco	13	37,15	63	4,85
Río	8	22,86	33	4,13
Zanja	3	8,57	20	6,67
Nacimiento	3	8,57	11	3,67
Pantano	2	5,71	12	6,00
Toma de agua	2	5,71	10	5,00
Arroyo	1	2,86	7	7,00
Laguna	1	2,86	8	8,00
Hoyo en piedra	1	2,86	3	3,00
Aguada	1	2,86	3	3,00
Total	35	100,00	170	5,13
<i>Anopheles albimanus</i>				
Río	8	22,86	28	3,50
Charco	8	22,86	40	5,00
Laguna	7	20,00	28	4,00
Nacimiento	2	5,70	5	2,50
Pozo	2	5,70	10	5,00
Zanja	1	2,86	2	2,00
Laguneta	1	2,86	3	3,00
Quebrada	1	2,86	3	3,00
Hoyo en piedra	1	2,86	4	4,00
Aguada	1	2,86	4	4,00
Arroyo	1	2,86	2	2,00
Pantano	1	2,86	6	6,00
Toma de agua	1	2,86	12	12,00
Total	35	100,00	147	4,31

## DISCUSIÓN

La subfamilia Anophelinae está ampliamente distribuida en el mundo y está representada por cerca de 522 especies pertenecientes a tres géneros: *Anopheles*, *Bironella* (Theobald, 1905) y *Chagasia* (Cruz, 1906) (Diéguez *et al.*, 2006). En el caso concreto del género *Anopheles* en Guatemala se tienen registradas 19 especies, de las cuales son importantes transmisoras de malaria *A. pseudopunctipennis*, *A. (Nyssorhynchus) darlingi* (Root, 1906) y *A. albimanus* (MSPAS, 2007).

Para el Departamento de Jutiapa se consideran dos las especies de anofeles presentes en el territorio (Monzón *et al.*, 2018), y ambas tienen importancia médica por su condición como vectores de la malaria humana en varias regiones de América (Beltrán *et al.*, 2011), además de estar ampliamente distribuidas en el país.

Esta investigación que aporta información sobre los diferentes niveles de abundancia de las especies estudiadas, sugiere que tienen la capacidad de establecerse en condiciones ambientales heterogéneas, y que las diferencias en cuanto a la geodistribución que se reporta pudiera deberse a la época del año en que se realizaron los muestreos, pues las precipitaciones y humedad relativa generalmente juegan un importante rol en los valores de abundancia que puede aportar determinada especie (Orjuela *et al.*, 2015; Ricardo *et al.*, 2019).

*Anopheles pseudopunctipennis* ha sido reportada retirada de áreas urbanizadas (Hoffmann, 1989), así como en pozos de poca profundidad y aguas dulces estancadas expuestas al sol o sombra, con vegetación emergente, sumergida y flotante (Manguin *et al.*, 1996). Es el vector de la malaria más ampliamente distribuido en América, y principal responsable de su transmisión en varios países, incluyendo Guatemala (Fleming, 1986; Fernández *et al.*, 1994). La presencia de algas verdes (en su mayoría del género *Spirogyra* Link in C. G. Nees) es una característica típica de los hábitats larvales de esta especie (Savage *et al.*, 1990, Manguin *et al.*, 1996; Sinka *et al.*, 2010). En nuestro estudio se le observó con una importante presencia en criaderos de aguas limpias y con cierto nivel de contaminación.

Por su parte *A. albimanus* presenta todos los caracteres de una especie adaptada a climas calientes y húmedos, siendo predominante y tal vez la principal y única transmisora de malaria en ciertas localidades como sucede en Cuba (Diéguez *et al.*, 1997; Rodríguez *et al.*, 1999). Es una especie oportunista (Scorza, 1981; Frederickson, 1993) que se adapta a disímiles tipos de criaderos relacionados con las precipitaciones y acción antropogénica.

Teniendo en cuenta los patrones de comportamiento de abundancia registrados para las dos especies de anofelinos, las estrategias de control deben reorientarse a fortalecer la implementación de la lucha biológica, mediante la siembra de variedades autóctonas de peces de agua dulce, con demostrada capacidad biorreguladora sobre las poblaciones larvales de culícidos (Fimia *et al.*, 2015, 2016; Luna *et al.*, 2019), con las cuales se esperaría además de reducir el contacto del binomio hombre/vector, contribuir a la disminución de la longevidad de la población adulta, elementos considerados como importantes para el cierre del biociclo de los agentes etiológicos junto a su capacidad de transmisión. Esta estrategia, sumada al fortalecimiento de los programas de promoción y educación para la salud a líderes comunitarios, podrá permitir el desarrollo de otros estudios con los cuales se valore los niveles de resistencia fisiológica a los insecticidas de uso, así como la evaluación de la eficacia de las estrategias de control diseñadas e implementadas.

Si bien hasta ahora son dos las especies del género *Anopheles* reportadas en el Departamento, atendiendo a las condiciones ecológicas existentes en el mismo, hay una posibilidad real de que puedan establecerse otras de las especies reportadas en Guatemala, por ello, las investigaciones dirigidas a este grupo de culícidos, tienen que ser objeto de una priorizada atención por parte de los especialistas de la red de control de vectores, ya que el Departamento de Jutiapa es vía de tránsito para el comercio internacional de los países centroamericanos, reciben numerosos turistas que arriban al país atraídos por sus bellezas naturales, y por el paso de millones de inmigrantes. Esta situación indudablemente incrementa el riesgo de una importación de *Plasmodium* de malaria humana compatible con estos vectores.

El hecho de apreciar que hubo ausencia significativa entre las abundancias medias de las dos especies de anopheles capturadas en depósitos naturales, obliga a continuar desarrollando los estudios entomológicos y ecológicos “*in situ*”, para determinar la incidencia de los factores abióticos sobre los niveles de abundancia observados, así como en las probables fluctuaciones poblacionales. Estos resultados enfatizan la necesidad además, de profundizar en los estudios epidemiológicos y parasitológicos en el Departamento, lo cual incluye el monitoreo de la dinámica poblacional de ambas especies para evaluar el riesgo de reportarse casos autóctonos de la enfermedad, y con ello elaborar e implementar estrategias de control más acertadas.

Se recomienda realizar estudios que brinden más información sobre la biología e importancia epidemiológica de ambas especies anofelínicas, con el fin de acumular evidencias ecológicas para fortalecer las actuales intervenciones de control antivectorial dirigidas hacia las “zonas maláricas calientes” de Guatemala.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, HG, Peiter, PC, Toledo, LM, Alencar, JAF, Sabroza, PC, Dias, CG, Santos, JPC & Suárez, MC. 2018. *Geographical information system (GIS) modeling territory receptivity to strengthen entomological surveillance: Anopheles (Nyssorhynchus) case study in Rio de Janeiro State, Brazil*. Parasitology Vectors, vol. 11, pp. 256.
- Bentrán, A, Ibañez, S, Mendoza, F, Sandoval, CA & Hernández, RA. 2011. *Taxonomía y distribución de los anofelinos en el estado de Veracruz, México (Diptera: Culicidae, Anophelinae)*. Acta Zoológica Mexicana, vol. 27, pp. 601-755.
- Clark-Gil, S & Darsie, Jr. RF. 1983. *The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics, with keys to adult females and larvae in English and Spanish*. Mosquito Systematics, vol. 15, pp. 151-284.
- Dantur, MJ, Zaidenberg, M & Almirón, W. 2005. *Distribución espacial de Anopheles pseudopunctipennis en las Yungas de Salta, Argentina*. Revista Saúde Pública, vol. 39, pp. 565-570.
- DHAMM (Declaración de Helsinki de la AMM). 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. 9 pp.
- Diéguéz, L, Rodríguez, L & Sánchez, C. 1997. *Nueva relación de insectos de importancia médica para la cayería noroccidental de Camagüey. Estudio preliminar*. Revista Cubana Medicina Tropical, vol. 49, pp. 139-41.
- Diéguéz, L, Avelar, C, Zacarias, R & Salazar, V. 2006. *Contribución al estudio de la familia Culicidae de Guatemala: relación y distribución geográfica de las principales especies en la región norte*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 58, pp. 30-35.
- Fernández, I, Roberts, DR, Rodríguez, MH & Marina, CF. 1994. *Bionomics of larval populations of Anopheles pseudopunctipennis in the Tapachula foothills area, southern Mexico*. Journal of the American Mosquito Control Association, vol. 10, pp. 477-486.
- Fimia, R, Marquetti, MC, Sánchez, L, Alegret, M, Hernández, N, Iannacone, J & González, G. 2015. *Factores antropogénicos y ambientales que inciden sobre la ictiofauna larvívora fluvial de la provincia Sancti Spiritus, Cuba*. Neotropical Helminthology, vol. 9, pp. 211-234.
- Fimia, R, Aldaz, JW, Aldaz, NG, Segura, JJ, Segura, JJ, Cepero, O, Osés, R & Cruz, L. 2016. *Mosquito (Diptera: Culicidae) and their control by means of biological agents in Villa Clara province, Cuba*. International Journal of Current Research, vol. 8, pp. 43114-43120.
- Fleming, G. 1986. *Biology and ecology of malaria vectors in the Americas*. Pan American Health Organization. Washington, D.C., 51 pp.
- Frederickson, EC. 1983. *Bionomics and control of Anopheles albimanus*. Technical paper No. 34. Washington, D.C.: Pan American Health Organization.
- García-Ávila, I. 1977. *Fauna cubana de mosquitos*

- y sus criaderos típicos. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, pp. 108.
- González, R. 2006. *Culicidos de Cuba*. Ed. Científico Técnica, La Habana, pp. 183.
- González, PV, Álvarez, A, Harburguer, LV & Masuh, HM. 2019. *Quantitative evaluation of the behavioral response to attractant and repellent compounds in Anopheles pseudopunctipennis and Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) larvae*. Journal of Economic Entomology, vol.112, pp. 1388–1395.
- Guimaraes, AE, Gentile, C, Lopes, CM, Sant'Anna, A & Jovita, AM. 2000. *Ecología de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I- Distribuição por hábitat*. Revista Saúde Pública, vol. 34, pp. 243-250.
- Guimaraes, AE, Gentile, C, Lopes CM & Sant'Anna, A. 2001. *Ecología de mosquitos em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina: II-Freqüência mensal e fatores climáticos*. Revista Saúde Pública, vol. 35, pp. 392-399.
- Hofmann, CC. 1989. *Anopheles pseudopunctipennis y su relación con el paludismo en la República Mexicana*. Salud Pública de México, vol. 31, pp. 824-832.
- Juárez, J. 2013. *Paradigmas de control de la malaria en Guatemala, siglos XX y XXI, de la erradicación a la eliminación*. Revista Cubana de Salud Pública, vol. 39, pp. 346-353.
- Luna, F.J.; Arce, E. & Figueroa, J. 2019. *Archundia M. Pre-adults mosquito in fish species feeding*. International Journal of Aquatic Science, vol. 10, pp. 55-59.
- Manguin, S, Roberts, DR, Peyton, EL, Rejmankova, E & Pecos, J. 1996. *Characterization of Anopheles pseudopunctipennis larval habitats*. Journal of the Mosquito Control Association, vol. 12: 619-626.
- Marquetti, MC, Sosa, E, Bisset, J & Navarro, A. 1984. *Estudio estacional de la densidad larval de Anopheles albimanus (Wiedemann 1821) y algunos factores climáticos y físico-químicos en un criadero urbano*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 36, pp. 288–296.
- Monzón, MV, Rodríguez, J, Diéguez, L, Yax, PM & Iannacone J. 2018. *Culicidos de relevancia médico-veterinario de Jutiapa, Guatemala: 2009-2017*. Biotempo, vol. 15, pp. 49-57.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). 2007. *Manual operativo para la vigilancia y control de las fases inmaduras de los vectores de malaria en Guatemala*. Proyecto de la iniciativa multisectorial para reducir la malaria en cinco áreas prioritizadas de Guatemala. Programa regional de acción y demostración de alternativas sostenibles para el control de la malaria sin uso del DDT en México y América Central. OPS/OMS, pp. 45.
- Moya, M.J. 2016. *Colecistitis acalculosa aguda asociada a Malaria recidivante por Plasmodium vivax*. Revista Médica Risaralda, vol. 22, pp. 98-101.
- Ngoagouni, C, Kamgang, B, Nakouné, E, Paupy, C & Kazanji, M. 2015. *Invasion of Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) into central Africa: what consequences for emerging diseases?*. Parasites & Vectors, vol. 8, 191.
- Orjuela, L, Ahumada, M, Ávila, I, Herrera, S, Beiber, J & Quiñones, M. 2015. *Human biting activity, spatial-temporal distribution and malaria vector role of Anopheles calderoni in the southwest of Colombia*. Malaria Journal, vol. 14, 256.
- Plain, C, Pérez, A & Domínguez, L. 2018. *Recidiva de Paludismo: Un riesgo epidemiológico en Cuba. Presentación de un caso clínico*. Panorama. Cuba y Salud, vol. 13, pp. 107-110.
- Programa Nacional de Control Sanitario Internacional (PNCSI). 1998. *Actualización del programa Nacional de Control Sanitario Internacional*. Ministerio de Salud pública. Dirección Nacional de Epidemiología.
- Ricardo, J, Gomes, H, Suárez, MC, Pereira, SM, Gil, HR, Rodrigues, W & Alencar, J. 2019. *Species Diversity and Abundance of Anopheles (Nyssorhynchus) (Diptera: Culicidae) in Cachoeiras de Macacu Municipality, Rio de Janeiro State: An Area of the Atlantic Forest Receptive and Vulnerable to Malaria*. Journal of Medical Entomology, vol. 56, pp. 849–858.
- Rodríguez, R, Diéguez, L, Roqueiro, L, Fernández, M & Navarro, A. 1999. *Análisis de la actividad hematofágica y de la influencia*



- ambiental sobre el principal vector de la malaria en Cuba: Anopheles albimanus*. Revista Cubana de Medicina Tropical, vol. 51, pp. 72-78.
- Scorza, J, Rodríguez, E & Moreno, G. 1981. *Ecología poblacional de Anopheles nuñeztovari Gabaldon 1940, en el occidente de Venezuela*. Boletín Dirección de Malariología y Sanidad Ambiental, vol. 21, pp. 1-27.
- Salazar, R, Peña, MA, Vinicio, M Rodríguez, J Diéguez, L Iannacone, J & Alarcón PM. 2019. *Plasmodium vivax Grassi & Feletti, 1890 en Jutiapa, Guatemala: Estudio entomoepidemiológico de un caso introducido*. Neotropical Helminthology, vol. 13, pp. 79-87.
- Savage, HM, Rejmankova, E, Arredondo, JI, Roberts, DR & Rodríguez, MH. 1990. *Limnological and botanical characterization of larval habitats for two primary malarial vectors, Anopheles albimanus and Anopheles pseudopunctipennis, in coastal areas of Chiapas State, Mexico*. Journal of the American Mosquito Control Association, vol. 6, pp. 612-620.
- Sinka, ME, Rubio, Y, Manguin, S, Patil, AP, Temperley, WH, Gething, PW, Boeckel, TV, Kabaria, CW, Harbach, RE & Hay, SI. 2010. *The dominant Anopheles vectors of human malaria in the Americas: occurrence data, distribution maps and bionomic précis*. Parasites & Vectors, vol. 3, 72.
- World Health Organization (WHO). 2018. *Chemical control. Programme of dengue control*. [Internet] [citado 2020 Abr 20] Disponible en: [http://www.who.int/denguecontrol/control\\_strategies/chemical\\_control/en](http://www.who.int/denguecontrol/control_strategies/chemical_control/en)

Received July 14, 2020.  
Accepted August 26, 2020.