

## Nuevos registros de *Aedes albopictus* (Skuse) en cuatro localidades de Costa Rica

Diana Rojas-Araya <sup>1</sup>, Rodrigo Marín-Rodríguez <sup>2</sup>, Manuel Gutiérrez-Alvarado <sup>2</sup>, Luis Mario Romero-Vega <sup>1</sup>, Olger Calderón-Arguedas <sup>1</sup>, Adriana Troyo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Investigación en Vectores (LIVE), Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET), Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. <sup>2</sup> Programa Nacional de Control de Vectores. Ministerio de Salud, Costa Rica.

### RESUMEN

**Introducción.** *Aedes albopictus* (Skuse) es un vector de arbovirus ampliamente distribuido. En Costa Rica, la expansión geográfica de *Ae. albopictus* se ha incrementado en la última década, por lo que es importante actualizar el conocimiento sobre su distribución.

**Objetivo.** Informar sobre el hallazgo de *Aedes albopictus* en nuevas localidades de Costa Rica.

**Materiales y Métodos.** Se colectaron formas inmaduras de mosquitos con morfología sugestiva de *Ae. albopictus* en localidades de las provincias de Puntarenas (isla de Chira y Golfito), Guanacaste (Liberia), Alajuela (Upala), San José (Acosta) y Heredia (Sarapiquí). Los especímenes fueron fijados en etanol al 70%, aclarados en lactofenol e identificados con el uso de claves dicotómicas.

**Resultados.** Las especies identificadas fueron *Ae. albopictus*, *Aedes aegypti*, *Haemagogus equinus* y *Haemagogus iridocolo-H. lucifer*. Las de *Ae. albopictus* procedieron de los siguientes

depósitos: recipiente plástico, tanque de agua, lona plástica, balde, llanta, canoa, piscina, maceta y bota de hule. Se reporta la presencia de *Ae. albopictus* en Liberia (Guanacaste), isla de Chira y Golfito (Puntarenas) y Upala (Alajuela).

**Conclusiones.** Se evidencia la expansión que ha experimentado *Ae. albopictus* en Costa Rica. Se enfatiza la necesidad de un diagnóstico microscópico certero, pues las larvas de *Ae. albopictus* pueden coexistir con otras especies que resultan difíciles de diferenciar, tales como *Ae. aegypti* y algunas especies de *Haemagogus*. Considerando que *Ae. albopictus* es un vector competente para virus dengue (DENV), chikungunya (CHIKV) y Zika (ZIKV), se recomienda investigar su papel en la transmisión de virus en estas zonas, así como el desplazamiento y/o coexistencia con especies como *Ae. aegypti*.

**Palabras clave:** dengue, chikungunya, Zika, *Aedes albopictus*, Culicidae, Costa Rica.

**Autor para correspondencia:** Diana Rojas Araya, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Código Postal 2060, San José, Costa Rica.  
**E-mail:** diana.rojas\_a@ucr.ac.cr

**Recibido:** el 24 de abril de 2017 **Aceptado para publicación:** el 03 de mayo de 2017

Copyright © 2017 por autores (s) y Revista Biomédica.

Este trabajo está licenciado bajo las atribuciones de la Creative Commons (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**Fecha de publicación:** 14 de junio de 2017

Este documento está disponible en <http://www.revistabiomedica.mx>

**ABSTRACT****New records of *Aedes albopictus* (Skuse) in four locations of Costa Rica**

**Introduction.** *Aedes albopictus* (Skuse) is a vector of arboviruses that is widely-distributed. In Costa Rica the geographical expansion of *Ae. albopictus* has increased in the past decade, which requires updating knowledge about its distribution.

**Objective.** To report the finding of *Aedes albopictus* in new localities of Costa Rica.

**Materials and Methods.** Immature stages of mosquitoes that were morphologically suggestive of *Ae. albopictus* were collected in localities of the provinces of Puntarenas (Chira island and Golfito), Guanacaste (Liberia), Alajuela (Upala), San José (Acosta) and Heredia (Sarapiquí). Specimens were fixed in 70 % ethanol, cleared in lactophenol, and identified using dichotomous keys.

**Results.** The species identified were: *Ae. albopictus*, *Aedes aegypti*, *Haemagogus equinus*, and *Haemagogus iridocolor-H. Lucifer*. The ones of *Ae. albopictus* were in the following container types: plastic container, water tank, plastic tarp, bucket, tire, roof gutter, swimming pool, flower pot and rubber boot. This is the first scientific report of *Ae. albopictus* in Liberia (Guanacaste), Chira island and Golfito (Puntarenas), and Upala (Alajuela).

**Conclusions.** There is evidence of the expansion of *Ae. albopictus* in Costa Rica. Emphasis is given as to the need for a precise microscopical diagnosis, since *Ae. albopictus* larvae may coexist with other species that may be difficult to differentiate, such as *Ae. aegypti* and some species of *Haemagogus*. Considering that *Ae. albopictus* is a competent vector for dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), and Zika (ZIKV) viruses, further investigation of its role in virus transmission is recommended in these areas, as well as displacement and/or coexistence with species like *Ae. aegypti*.

**Kew words:** dengue, chikungunya, Zika, *Aedes albopictus*, Culicidae, Costa Rica.

**INTRODUCCIÓN**

*Aedes albopictus* (Skuse) es un vector de amplia distribución, cuya competencia vectorial se ha comprobado para virus tales como, dengue, fiebre amarilla, chikungunya, encefalitis equina venezolana, encefalitis japonesa, San Angelo, La Crosse, virus del Nilo Occidental, Zika y parásitos como *Dirofilaria immitis* (1-5).

Esta especie, originaria del sudeste asiático, fue introducida al continente americano en la década de los 80, cuando se documentó su presencia en Estados Unidos de América y Brasil (1,2). Desde entonces, se ha dispersado por las islas del Caribe y otros países de América Central y del Sur (6). En Costa Rica, reportes científicos han informado sobre su presencia en las provincias de Limón (7-10), Puntarenas (11), Alajuela (12), Heredia (13) y San José (14).

Debido a su papel potencial como vector, su capacidad de dispersión y su difícil eliminación una vez introducido en una región (15), es importante actualizar el conocimiento sobre la distribución de *Ae. albopictus*. El objetivo de este trabajo es informar sobre la presencia de este vector en localidades de Costa Rica donde no había sido registrado con anterioridad.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Como parte de las labores de vigilancia entomológica propias del Programa de Manejo Integrado de Vectores del Ministerio de Salud de Costa Rica; entre junio y diciembre del 2016, técnicos en vigilancia entomológica colectaron formas inmaduras de mosquitos con morfología compatible con el género *Aedes* en localidades de las provincias de Puntarenas (Isla de Chira y Golfito), Guanacaste (Liberia), Alajuela (Upala), San José (Acosta) y Heredia (Sarapiquí). Estas, fueron fijadas en alcohol a 70 % y, luego de su observación preliminar al microscopio estereoscópico, aquellas con diagnóstico presuntivo de *Ae. albopictus* fueron enviadas al Laboratorio de Investigación en Vectores

## Nuevos registros de *Aedes albopictus* en Costa Rica

(LIVE) de la Universidad de Costa Rica para su confirmación. Las larvas y pupas fueron aclaradas en lactofenol y montadas entre portaobjetos y cubreobjetos en medio Hoyer. Posteriormente, todos los ejemplares fueron evaluados al microscopio e identificados mediante el uso de claves dicotómicas especializadas (16,17).

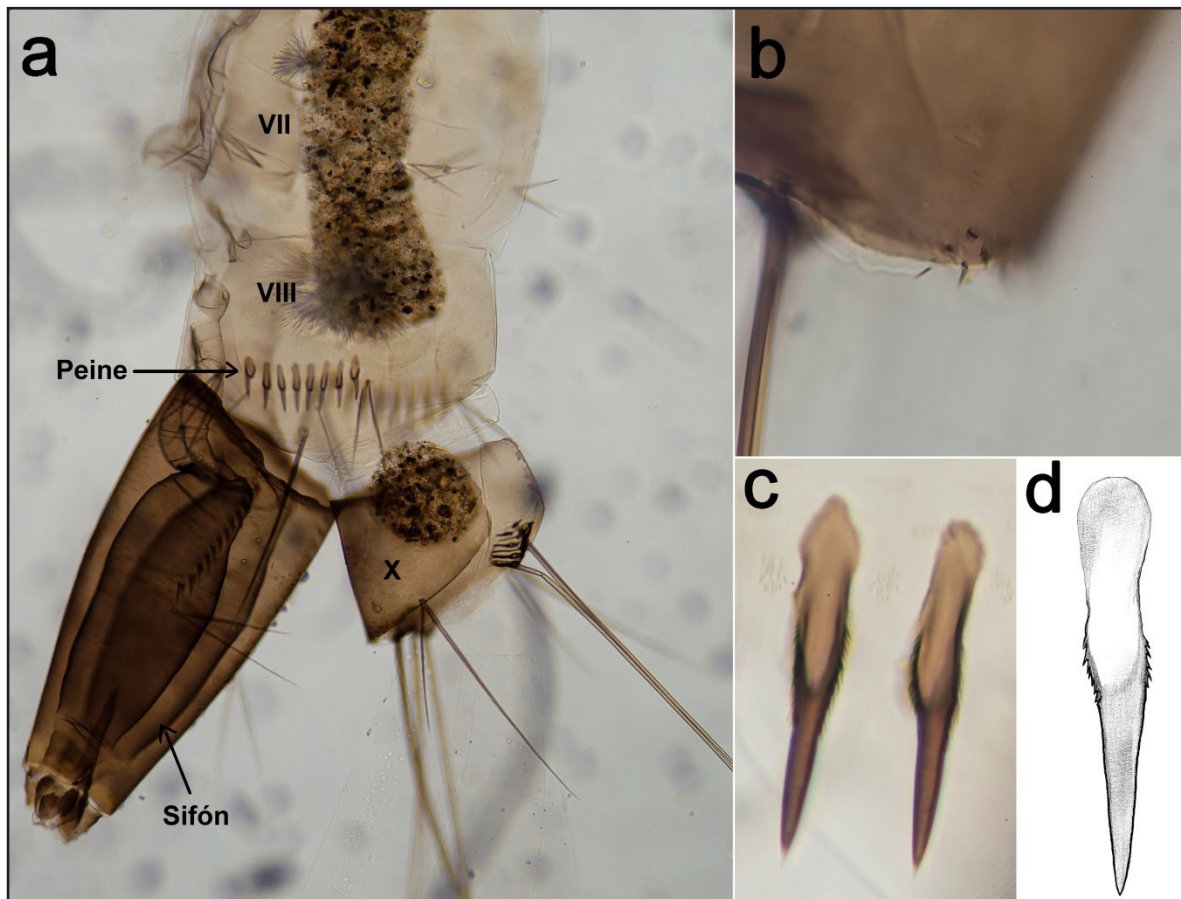
### RESULTADOS

Las larvas y pupas fueron identificadas como *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, *Haemagogus equinus* y *Haemagogus iridocolor-H. lucifer* (Cuadro 1).

Dentro de las características larvales de importancia taxonómica que sirvieron para confirmar la especie *Ae. albopictus*, se pueden destacar el sifón corto (dos veces tan largo como ancho) con un par de setas sifonales y con pecten; segmento abdominal X no rodeado totalmente por la silla de montar, cerda 3-VII de tamaño mediano-pequeño (Figura 1a), espículas dorsoposteriores poco prominentes en la silla de montar (Figura 1b) y el peine con una sola hilera de 8-12 dientes, cada uno con una sola espina grande, desnuda y sin espículas pequeñas en la porción apical (Figuras 1c y 1d).

**Cuadro 1**  
Identificación de estadios inmaduros (número de larvas-L o pupas-P utilizadas en la caracterización) según el sitio y tipo de depósito larval

Provincia	Cantón	Depósito larval	Especie(s)
Alajuela	Upala	Llanta	<i>Ae. albopictus</i> (1 L, 2 P)
		Canoa	<i>Ae. albopictus</i> (3 L) y <i>Ae. aegypti</i> (1 L, 1 P)
Guanacaste	Liberia	Llanta	<i>Ae. albopictus</i> (4 L)
Heredia	Sarapiquí	Piscina	<i>Ae. albopictus</i> (1 L)
		Maceta	<i>Ae. albopictus</i> (4 L)
		Balde	<i>Ae. albopictus</i> (7 L)
		Bota de hule	<i>Ae. albopictus</i> (1 L)
		Recipiente	<i>Ae. albopictus</i> (1 L) y <i>Ae. aegypti</i> (2 L)
Puntarenas	Golfito	Recipiente plástico	<i>Ae. albopictus</i> (2 L, 2 P)
Puntarenas	Puntarenas (isla de Chira)	Tanque de agua	<i>Ae. albopictus</i> (2 L)
		Lona plástica	<i>Ae. albopictus</i> (1 L, 1 P)
		Balde	<i>Ae. albopictus</i> (1 L) y <i>Ae. aegypti</i> (1 L, 1 P)
		Plástico	<i>Haemagogus equinus</i> (3 L)
San José	Acosta	Balde	<i>Haemagogus equinus</i> (4 L)
		Bambú	<i>Haemagogus equinus</i> (3 L) y <i>Haemagogus iridocolor-H. lucifer</i> (1 L)



**Figura 1.** Características diferenciales de las larvas de *Ae. albopictus*. a: Parte posterior de la larva (40x); b: detalle de espículas dorsoposteriores poco prominentes en la silla de montar (400x); c y d: detalle y esquema de dientes del peine en el octavo segmento (1000x).

La diferenciación, en el caso de *Ae. aegypti*, se llevó a cabo principalmente por la presencia de espinas subapicales fuertes en los dientes del peine y espinas laterales evidentes en el tórax (17). En el caso del género *Haemagogus*, éste se pudo diferenciar de *Ae. albopictus* por poseer la cerda 3-VII fuerte y prominente (**Figura 2a**), espículas dorsoposteriores moderadas a prominentes en la silla de montar (**Figura 2b**) y dientes del peine con una franja de espículas muy pequeñas en toda su extensión (**Figuras 2c y 2d**) (16).

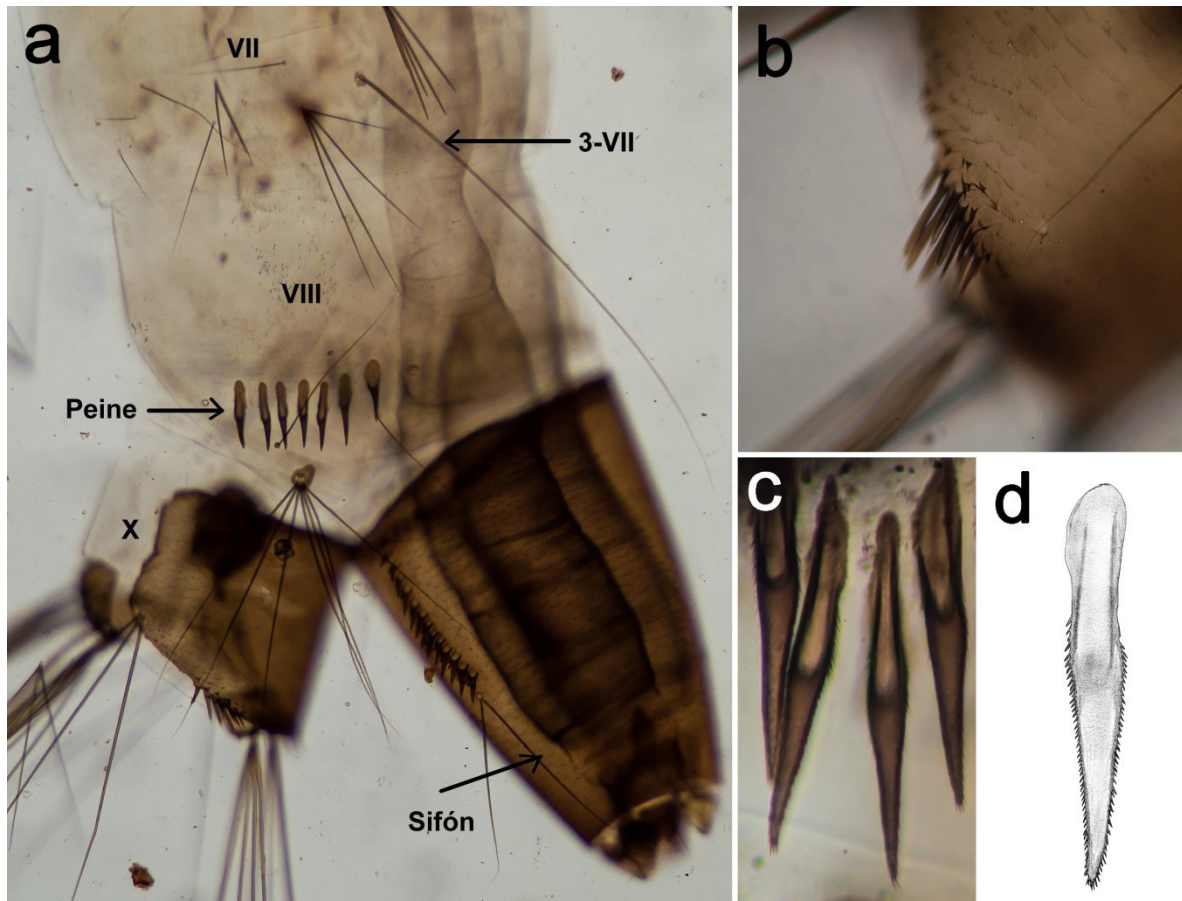
Las pupas fueron concordantes con las características para *Ae. albopictus*, ya que mostraron una seta dorsal del primer segmento

del abdomen a manera de penacho con cerdas ramificadas, la cerda 9-VIII simple o doble y paletas natatorias con un borde con fleco y una seta terminal simple (14,18).

## DISCUSIÓN

A pesar de que la introducción de *Ae. albopictus* al continente americano ocurrió hace pocos años, su rápida expansión ha sido demostrada en múltiples sitios (19). Este fenómeno es evidente también en Costa Rica, donde la presencia de esta especie ha sido reportada en las provincias de Limón (todos los cantones), Alajuela (San Carlos), Puntarenas (Corredores), San José





**Figura 2.** Características diferenciales de las larvas de *Haemagogus*. a: Parte posterior de la larva en donde se señala la cerda 3-VII (40x); b: detalle de espículas dorsoposteriores prominentes en la silla de montar (400x); c y d: detalle y esquema de dientes del peine en el octavo segmento (1000x).

(San José) y Heredia (Sarapiquí) (7-14). En este reporte se constata la presencia de esta especie en la provincia de Guanacaste (Liberia) y en nuevas localidades de las provincias de Puntarenas (La Isla de Chira y Golfito) y Alajuela (Upala).

Particularmente, en el caso de Costa Rica, sus características geográficas y ambientales relativamente estables a lo largo del país, brindan a este vector las condiciones idóneas para su ciclo vital. Las temperaturas promedio alrededor de 25 °C y la humedad relativa cercana al 70-75 % en muchas zonas del país, podrían permitir que el ciclo de desarrollo dure alrededor de 14 días y que los adultos puedan sobrevivir más tiempo (en comparación con zonas donde existen estaciones

marcadas o una humedad baja), lo que facilita su dispersión (20).

De igual forma, las preferencias de hábitat por parte de *Ae. albopictus* suelen incluir ambientes sinantrópicos de carácter urbano, así como entornos rurales y silvestres, los cuales contienen múltiples sitios permisivos, tanto para la ovipostura y desarrollo larval, como para el reposo de las formas adultas (21, 22). Múltiples tipos de receptáculos, tanto naturales como artificiales, son usualmente ubicados en los diferentes contextos de Costa Rica (7-10, 13), ya sea por sus amplias zonas boscosas, zonas de transición entre centros urbanos y ambientes naturales, así como el establecimiento de casas en medio de zonas

selváticas e inadecuados sistemas de recolección de basura, en algunas ocasiones.

Asociado con lo anterior, las condiciones naturales y biodiversidad presentes en el país, ponen a disposición de las hembras de *Ae. albopictus* una amplia variedad de mamíferos y aves, aspecto favorable para este hematófago oportunista (22,23). De igual forma, tiene la capacidad de coexistir con otras especies de vectores, tales como *Aedes aegypti*; y dentro de las estrategias para lograr esto, se ha reportado la segregación de las mismas en diferentes hábitats, *Ae. aegypti* predomina en áreas urbanas, *Ae. albopictus* en áreas rurales, y las dos especies coexisten en áreas periurbanas. *Ae. aegypti* predomina en áreas urbanas porque no necesita alimentarse de néctar (azúcar), y prefiere poner los huevos, reposar y picar a humanos bajo techo. Por el contrario, *Ae. albopictus* predomina en áreas rurales porque las hembras necesitan alimentarse de néctar y prefieren poner los huevos, reposar y picar a la intemperie (24).

Aunque no es totalmente conocido el papel de *Ae. albopictus* como vector de arbovirosis, tales como DENV, CHIKV o Zika, en Latinoamérica, debido en gran medida a la amplia distribución del vector principal *Ae. aegypti* y la falta de conocimiento de poblaciones naturales y su relación con las dinámicas de transmisión (25), es importante resaltar que la presencia de *Ae. albopictus* en Puntarenas y Liberia coincide con la notificación simultánea de casos de dengue, chikungunya y Zika reportados en estas mismas localidades durante 2016 (26). De igual forma, a pesar de que *Ae. albopictus* ha sido considerado por algunos autores como un vector menos competente que *Ae. aegypti*, para el DENV, dicha especie tiene la capacidad de sostener eventos epidémicos sin que haya otra especie de vector involucrada (22). Además, varios estudios han demostrado altas tasas de infección, diseminación y transmisión vertical en condiciones experimentales (27,28). En

América Latina, Méndez y colaboradores describieron uno de los primeros hallazgos de DENV en *Ae. albopictus* durante periodos epidémicos en Colombia (29). También existen reportes de infección natural en poblaciones de México, Brasil y Costa Rica (13,30,31). En el caso de CHIKV, *Ae. albopictus* también es un vector competente y, bajo ciertas circunstancias, puede ser mejor que *Ae. aegypti* (32,33). En islas del Océano Índico, África Central e Italia, se ha señalado como el responsable de brotes o del aumento en la incidencia de esta enfermedad (22). De manera similar, *Ae. albopictus* es considerado un vector competente de virus Zika. Existen reportes de mosquitos infectados naturalmente con este virus durante epidemias y evidencias de estudios experimentales que apoyan su potencial como vector, aunque esto puede ser cepa dependiente (34-36).

Con base en los hallazgos de este estudio se recomienda de manera prospectiva mapear los sitios de crías y analizar los criaderos mixtos; así como conocer las dinámicas de desplazamiento y/o coexistencia entre las especies vectores *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en Costa Rica y países aledaños (37,24). En las áreas donde coexisten, es necesario estudiar los efectos de factores ecológicos, tales como la competencia entre los adultos y las larvas de las dos especies, así como las preferencias ambientales propias de cada una para predecir distribuciones y abundancias locales. Estas investigaciones futuras podrían permitir explorar más a fondo la relación entre los factores ecológicos y epidemiológicos de ambas especies, y así, lograr una mejor comprensión de sus respectivos papeles en la transmisión de arbovirus en nuestra región.

De igual forma, se enfatiza que *Ae. albopictus* puede hallarse coexistiendo con otras especies de mosquitos que resultan difíciles de diferenciar sin el uso de un microscopio, tales como *Ae. aegypti* y algunas especies de *Haemagogus* (7,8); razón por la cual, es importante reconocer las diferencias morfológicas que separan estos

## Nuevos registros de *Aedes albopictus* en Costa Rica

géneros y, de ser posible, emplearlas en la vigilancia entomológica a nivel nacional. La correcta identificación de estadios larvales permite la focalización del tratamiento en las áreas que verdaderamente lo requieren, lo cual optimiza los recursos disponibles para el control. Así mismo, el diagnóstico certero es necesario para dar un uso razonado a los insecticidas de efecto larvicida, ya que, de lo contrario, se podría fomentar la aparición de resistencia en especies de mosquitos que, aunque no son vectores de patógenos de importancia en salud pública, constituyen una molestia que infringe el estado de salud de la población. Finalmente, asociado al control vectorial, se enfatiza la importancia de un adecuado uso, gestión y disposición de los bienes o desechos sólidos, ya que, por lo menos en este reporte, se evidencia el uso de receptáculos artificiales para la ovipostura.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean externar su agradecimiento a los funcionarios de vectores y a la Dirección de Vigilancia de la Salud del Ministerio de Salud de Costa Rica. Este estudio fue realizado a través del proyecto ED-548 de la Vicerrectoría de Acción Social, Universidad de Costa Rica.

### REFERENCIAS

- Shroyer DA. *Aedes albopictus* and arbovirus: a concise review of the literature. J Am Mosq Control Assoc. 1986; 2(4): 424-428.
- Rai K. *Aedes albopictus* in the Americas. Annu Rev Entomol. 1991; 36: 459-484.
- Turell M, O'Guinn M, Dohm D, Jones J. Vector competence of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. J Med Entomol. 2001; 38(2): 130-134.
- Di Luca M, Severini F, Toma L, Boccolini D, Romi R, Remoli ME, et al. Experimental studies of susceptibility of Italian *Aedes albopictus* to Zika virus. Euro Surveill. 2016; 21(18): 30223.
- Cancrini G, Frangipane di Regalbono A, Ricci I, Tessarin C, Gabrielli S, Pietrobelli M. *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy. Vet Parasitol. 2003; 118(3-4): 195-202.
- Bonizzoni M, Gasperi G, Chen X, James AA. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. Trends Parasitol. 2013; 29: 460-468.
- Marín R, Marquetti MC, Álvarez Y, Gutiérrez JM, González R. Especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) y sus sitios de cría en la Región Huetar Atlántica, Costa Rica. Rev Biomed. 2009; 20: 15-23.
- Calderón-Arguedas O, Troyo A, Avendaño A, Gutiérrez M. *Aedes albopictus* (Skuse) en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. Rev Costarr Salud Pública. 2012; 21(2): 76-80.
- Marín-Rodríguez R, Díaz-Ríos M, Álvarez-Gutiérrez Y. *Aedes albopictus* y sus sitios de cría en la provincia de Limón, Costa Rica. Rev Cubana Med Trop. 2013; 65(3): 320-327.
- Marín-Rodríguez R, Díaz-Ríos M, Álvarez-Gutiérrez Y, Calderón-Arguedas O. Sitios de cría de *Aedes aegypti* (Linnaeus) y distribución geográfica de *Aedes albopictus* (Skuse) en la provincia de Limón, Costa Rica. 2012. Rev Cubana Med Trop. 2014; 66: 219-227.
- Barquero L, Castro F, Fernández R. Detección del mosquito *Aedes albopictus* en la Región Brunca, Costa Rica, 2008. Rev Col MQC de Costa Rica. 2009; 15: 12-18.
- Calderón-Arguedas O, Avendaño A, López-Sánchez W, Troyo A. Expansion of *Ae. albopictus* Skuse in Costa Rica. Rev Ibero-Latinoam Parasitol. 2010; 69(2): 220-222.
- Calderón-Arguedas O, Troyo A, Moreira RD, Marín R, Taylor L. Dengue viruses in *Aedes albopictus* Skuse from a pineapple plantation in Costa Rica. J Vector Ecol. 2015; 40: 1-3.
- Marín-Rodríguez R, Calderón-Arguedas O, Díaz-Ríos M, Duarte-Solano G, Valle-Arguedas JJ, Troyo-Rodríguez A. Primer hallazgo de *Aedes albopictus* Skuse en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Rev Costarr Salud Pública. 2014; 23: 1-4.
- Holder P, George S, Disbury M, Singe M, Kean J, McFadden A. A biosecurity response to *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Auckland, New Zealand. J Med Entomol. 2010; 47(4): 600-609.
- Darsie R. Keys to Mosquitoes of Costa Rica (Diptera, Culicidae). International Center for Disease Control. Columbia: University of South Carolina; 1993.
- Rueda L. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with dengue virus transmission. Zootaxa. 2004; 589: 1-60.
- Darsie R. A taxonomic separation of *Aedes albopictus* from mosquitoes in the greater antilles of the



- caribbean area. Mosquito Systematics. 1988; 20(3): 357- 369.
19. OPS (Organización Panamericana de la Salud). *Aedes albopictus* en las Américas. Bol Of Sanit Panam. 1987; 102: 624-633.
  20. Ponce G, Flores A, Badii M, Fernández I, Rodríguez M. Bionomía de *Aedes albopictus* (Skuse). Salud Pública Nutr. 2004; 5: 1-5.
  21. Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med Vet Entomol. 2004; 18(3): 215-227.
  22. Lambrechts L, Scott TW, Gubler DJ. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. PLoS Negl Trop Dis. 2010; 4(5):1-9.
  23. Savage H, Niebylski M, Smith G, Mitchell C, Craig G. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) at a temperature North American site. J Med Entomol. 1993; 30: 27-33.
  24. Rey J & Lounibos P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión de enfermedades. Biomédica. 2015; 35: 177-85.
  25. Martins V, Alencar C, Kamimura M, de Carvalho Araújo F, De Simone S, Dutra R, *et al.* Occurrence of natural vertical transmission of dengue-2 and dengue-3 viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceará, Brazil. PLoS One. 2012; 7: e41386.
  26. Ministerio de Salud de Costa Rica. Vigilancia de la salud- análisis de situación de salud: Boletín epidemiológico Zika, Chikungunya y Dengue [En línea]. [Consultado: 23 de marzo 2017]. Disponible en URL: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/vigilancia-de-la-salud/analisis-de-situacion-de-salud>.
  27. Gonçalves de Castro M, Nogueira RM, Schatzmayr HG, Miagostovich M, Lourenco-de-Oliveira R. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2004; 99: 809-14.
  28. Buckner E, Alto B, Lounibos L. Vertical transmission of Key West dengue-1 virus by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) mosquitoes from Florida. J Med Entomol. 2013; 50: 1291-1297.
  29. Méndez F, Barreto M, Arias JF, Rengifo G, Muñoz J, Burbano ME, *et al.* Human and mosquito infections by dengue viruses during and after epidemics in a dengue-endemic region of Colombia. Am J Trop Med Hyg. 2006; 74: 678-83.
  30. Ibáñez S, Briseño B, Mutebi JP, Argot E, Rodríguez G, Martínez-Campos C, *et al.* First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. Med Vet Entomol. 1997; 11: 305-309.
  31. de Figueiredo ML, Gomes AD, Amarilla AA, Leandro AD, Orrico AD, de Araujo RF, *et al.* Mosquitoes infected with dengue viruses in Brazil. Virol J. 2010; 7: 152.
  32. Vazeille M, Moutailler S, Coudrier D, Rousseaux C, Khun H, Huerre M, *et al.* Two chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. PLoS One. 2007; 2: e1168.
  33. Vega A, Zouache K, Girod R, Failloux A-B, Lourenço-de-Oliveira R. High level of vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor in the spread of Chikungunya virus. J Virol. 2014; 88(11): 6294–306.
  34. Wong PS, Li MZ, Chong CS, Ng LC, Tan CH. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse): a potential vector of Zika virus in Singapore. PLoS Negl Trop Dis. 2013; 7: e2348.
  35. Grard G, Caron M, Mombo IM, Nkoghe D, Mboui Ondo S, Jiolle D, *et al.* Zika virus in Gabon (Central Africa)-2007: a new threat from *Aedes albopictus*? PLoS Negl Trop Dis. 2014; 8: e2681.
  36. Chouin-Carneiro T, Vega-Rua A, Vazeille M, Yebakima A, Girod R, Goindin D, *et al.* Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. PLoS Negl Trop Dis. 2016; 10(3): e0004543.
  37. O'Meara GF, Evans LF Jr, Gettman AD, Cuda JP. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *A. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. J Med Entomol. 1995; 32: 554-62.