

## PRODUCTIVIDAD, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS CRIADEROS DE *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (DIPTERA: CULICIDAE) EN CEMENTERIOS DE LA REGIÓN SOCONUSCO, CHIAPAS, MÉXICO

Yamili J. Hernández-Juárez<sup>1</sup>, Vicente Viveros-Santos<sup>1</sup>, Teresa López-Ordóñez<sup>1</sup> y Mauricio Casas-Martínez<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Centro Regional de Investigación en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud Pública, 4ª Avenida Norte y 19 Calle Poniente s/n, Colonia Centro, C.P. 30700, Tapachula, Chiapas.

✉Autor de correspondencia: mcasas@insp.mx

**RESUMEN.** En el presente estudio se determinó la productividad y las características físico-químicas y biológicas de los criaderos de *Aedes albopictus* en diez cementerios de la región del Soconusco, Chiapas. Entre julio y octubre de 2017, se colectaron larvas de IV estadio y pupas de mosquitos para su emergencia en laboratorio, así como, muestras de agua de los contenedores positivos a estadios inmaduros para medir la temperatura, pH, conductividad, nitratos, fosfatos y materia orgánica. Los resultados indicaron que la mayor producción de adultos ocurrió en los recipientes de plástico y las botellas de PET. Ninguna de las variables físico-químicas o biológicas del agua de los criaderos estuvieron asociadas con la emergencia de *Ae. albopictus*. Por lo anterior, se concluyó que las condiciones del ambiente acuático en los distintos contenedores no fueron factores limitantes para el establecimiento de *Ae. albopictus*, por lo tanto, la colonización de una amplia variedad de criaderos en los cementerios reveló una gran plasticidad ecológica de las hembras grávidas para seleccionar indistintamente los sitios de oviposición y hábitats para el desarrollo de los estadios inmaduros, inclusive coexistiendo con otras especies.

**Palabras clave:** *Aedes albopictus*, criaderos, productividad, Soconusco, México.

### Productivity, physical-chemical and biological features of *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera: Culicidae) breeding sites in cemeteries of the Soconusco region, Chiapas, Mexico

**ABSTRACT.** In the present study, the productivity and physical-chemical and biological features of *Aedes albopictus* breeding sites were determined in ten cemeteries of the Soconusco region, Chiapas. Between July and October 2017, IV stage larvae and pupae of mosquitoes were collected for laboratory emergence, as well as, water samples from positive containers for immature stages were made to measure temperature, pH, conductivity, nitrates, phosphates and organic matter. The results indicated that the highest production of adults occurred in plastic containers and PET bottles. None of the physical-chemical or biological variables of the breeding sites water were associated with the emergence of *Ae. albopictus*. Therefore, it was concluded that the conditions of the aquatic environment in the different containers were not limiting factors for the establishment of *Ae. albopictus*, thus, the colonization of a wide variety of breeding sites in the cemeteries revealed a great ecological plasticity of gravid females to indifferently select oviposition sites and habitats for the development of immature stages, even coexisting with other species.

**Keywords:** *Aedes albopictus*, hatcheries, productivity, Soconusco, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

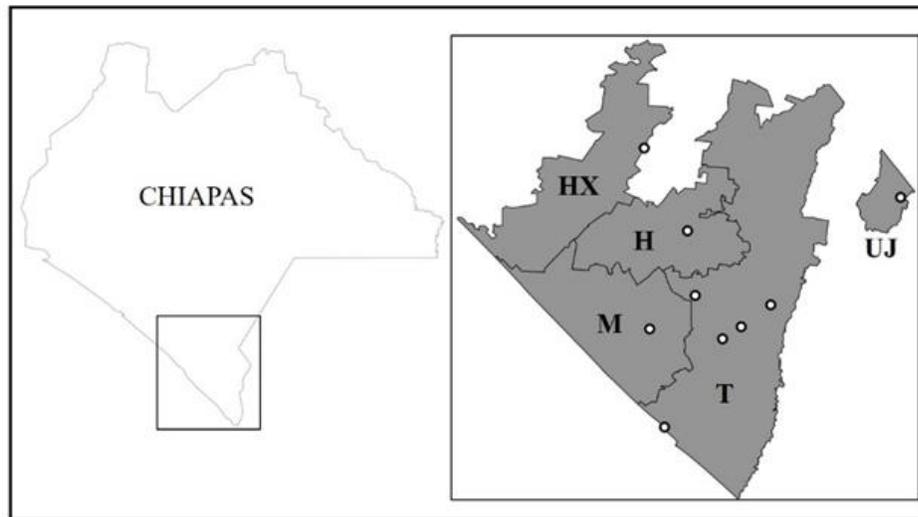
*Aedes albopictus* (Skuse, 1894) comúnmente conocido como el “mosquito tigre asiático”, se ha dispersado desde el Sureste de Asia hasta Europa, África, Norte y Sur de América y el Caribe en los últimos dos décadas. Información sobre su distribución geográfica es necesaria para las autoridades de salud pública para orientar la toma de decisiones, debido al papel que juega como potencial vector de arbovirus y nematodos (Gratz, 2004). Aunque el status como vector en las Américas no está bien definido a diferencia del viejo mundo, se ha demostrado que *Ae. albopictus* es un vector competente de 22 arbovirus bajo condiciones experimentales, incluyendo los cuatro serotipos del dengue, fiebre amarilla y chikungunya, por mencionar algunos (Gubler *et al.*, 2001). Esta especie exhibe una plasticidad ecológica en diferentes aspectos de su bionomía como el

comportamiento de alimentación, adaptación climática y selección de diversos criaderos que incrementan su capacidad para dispersarse y competir por nuevos ambientes, que indudablemente influirán en la dinámica espacio-temporal de la comunidad de mosquitos (Bonizzoni *et al.*, 2013).

En general, algunas especies del género *Aedes* pueden encontrarse fácilmente en contenedores naturales y artificiales con agua clara y limpia, por esta razón, algunos miembros de este grupo de mosquitos están asociados con las viviendas humanas (Madzlan *et al.*, 2016). *Aedes albopictus* es capaz de adaptarse a los ambientes urbanos, periurbanos y rurales donde abundan los contenedores artificiales (Li *et al.*, 2014). Debido a que los cementerios han sido considerados como fuentes importantes de reinfestación por mosquitos dentro de paisajes antropizados (Casas-Martínez *et al.*, 2013), también son los ambientes óptimos para investigar los aspectos ecológicos de diferentes especies de *Aedes*, donde resalta la accesibilidad a una amplia diversidad y cantidad de contenedores de diferentes tamaños y materiales (Abe *et al.*, 2005). Por lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar la productividad y caracterizar los hábitats de estados inmaduros de *Ae. albopictus*, una especie invasiva en la región Soconusco, Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en la región Soconusco, sur de Chiapas, México, localizada en los 15°19' longitud N y los 92°44' latitud O. La región comprende 15 municipios y en la mayor parte de su extensión el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (CEIEG, 2015). Se seleccionaron 10 cementerios para el muestreo de criaderos de *Ae. albopictus*, localizados en los municipios de Huixtla, Huehuetán, Mazatán, Tapachula y Unión Juárez (Figura 1).



**Figura 1.** Localización de los sitios de colecta dentro del área de estudio: Tapachula (T), Huehuetán (H), Mazatán (M), Huixtla (HX), Unión Juárez (UJ).

En julio-octubre (temporada de lluvias) de 2017 se realizaron pesquias de larvas de IV estadio y pupas, así como, muestreos de agua en criaderos de mosquitos. El material entomológico fue transportado al Laboratorio de Taxonomía y Biogeografía de Vectores en el Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) en Tapachula donde se mantuvo hasta su emergencia como adultos, posteriormente se realizó la determinación taxonómica de los ejemplares con las claves de Clark-Gill y Darsie (1983). Las muestras de agua fueron clasificadas por tipo de contenedor, material de fabricación, tamaño y abundancia de inmaduros. La temperatura se midió con un

termómetro ambiental directamente del criadero. Para los análisis físico-químicos del agua de cada contenedor se requirieron 150 ml de agua filtrada. Posteriormente, se determinó la conductividad, pH, nitratos y fosfatos mediante los procedimientos descritos por Kamphake *et al.* (1967) y Goldman (1974), respectivamente. Por último, la materia orgánica fue determinada por la técnica de Janik y Byron (Schworbel, 1975).

Adicionalmente, se calculó la abundancia relativa de las especies de mosquitos emergidos de los criaderos más productivos en base al total de adultos producidos por tipo de criadero y se obtuvieron los promedios para establecer las diferencias. Se aplicaron pruebas de correlación de Spearman para probar la asociación entre los parámetros físico-químicos y los adultos emergidos por especie.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los cementerios no hay restricciones para el uso de contenedores artificiales como criaderos de mosquitos, esto puede ser una desventaja para el monitoreo y control de vectores debido a la sobredispersión espacial de diversos tipos de contenedores elaborados con diferentes materiales que propician condiciones microambientales complejas y muy variables a las que deben adaptarse los estadios inmaduros de mosquitos, lo que resulta en una selección generalizada de hábitats larvarios por parte de las hembras grávidas. En este contexto, la indiferencia de *Ae. albopictus* en la colonización de criaderos complica la implementación focalizada de medidas de control larvario en los sitios extradomiciliarios (De Carvajal *et al.*, 2009).

Un total de 310 contenedores positivos a estadios inmaduros de mosquitos fueron muestreados directamente en los panteones, los cuales estuvieron colonizados por tres géneros *Aedes*, *Culex* y *Limatus*, principalmente. La diversidad de contenedores incluyó 12 tipos entre los que destacaron los floreros, botes, cubetas, botellas y jardineras. Solo 294 contenedores estuvieron fabricados con vidrio, plástico, PET, metal, granito y cemento, del total de las muestras de agua analizadas.

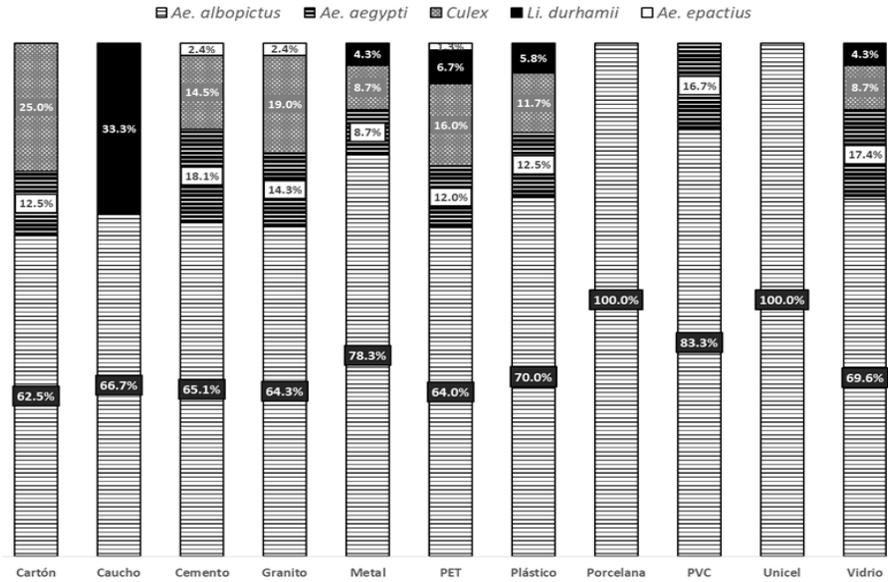
De acuerdo a lo reportado por Marquetti *et al.* (2000), cualquier contenedor puede ser usado como criadero por *Ae. albopictus*; en este sentido, el estudio confirmó que en la región sur del país, ésta especie puede establecerse sin problemas en sitios no residenciales dentro de áreas urbanas, periurbanas y rurales, lo que ha favorecen su invasión biológica en muchas regiones del mundo.

Se obtuvieron 3,356 mosquitos adultos de 284 contenedores, de los cuales el 79.8% correspondió a la especie *Ae. albopictus*, 12.3% fueron *Ae. aegypti*, 5.6% de *Culex* spp. y 1.5% y 0.4% pertenecieron a *Li. durhamii* y *Ae. epactius*, respectivamente.

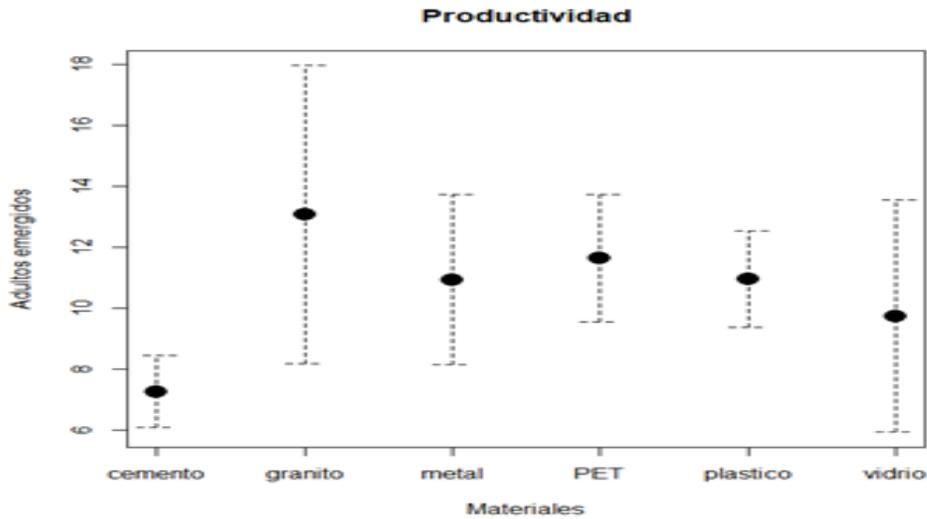
*Aedes albopictus* fue la especie más frecuente y generalista de todas las colectadas debido a que estuvo presente en contenedores de todos los tipos y materiales, mientras que *Ae. aegypti* estuvo en segundo lugar seguida de *Culex* spp. (Figura 2).

En general, los resultados revelaron que los contenedores de granito fueron los que produjeron mayor cantidad de mosquito. Por el contrario, los contenedores de cemento fueron los menos productivos aunque sin diferencias estadísticas ( $X^2=4.9647$ , 5 gl,  $P=0.4202$ ) con los contenedores de granito, metal, PET y plástico (Figura 3).

La temperatura es el factor más importante que se ha relacionado con la presencia y crecimiento de *Ae. albopictus* (Alto y Juliano, 2001), sin embargo, este parámetro no tuvo influencia sobre la abundancia de estados inmaduros y la emergencia de adultos en el presente estudio. Es importante mencionar que los sitios de muestreo estuvieron ubicados a diferentes altitudes (20-1300 m), por lo tanto, el rango de temperaturas fue amplio, con lo que se confirmó la gran capacidad de adaptación del mosquito tigre asiático a las diferentes condiciones térmicas de la región (Monteiro *et al.*, 2007).



**Figura 2.** Abundancia relativa de las especies encontradas en los contenedores fabricados con diferentes materiales y distribuidos en los cementerios de la región Soconusco.

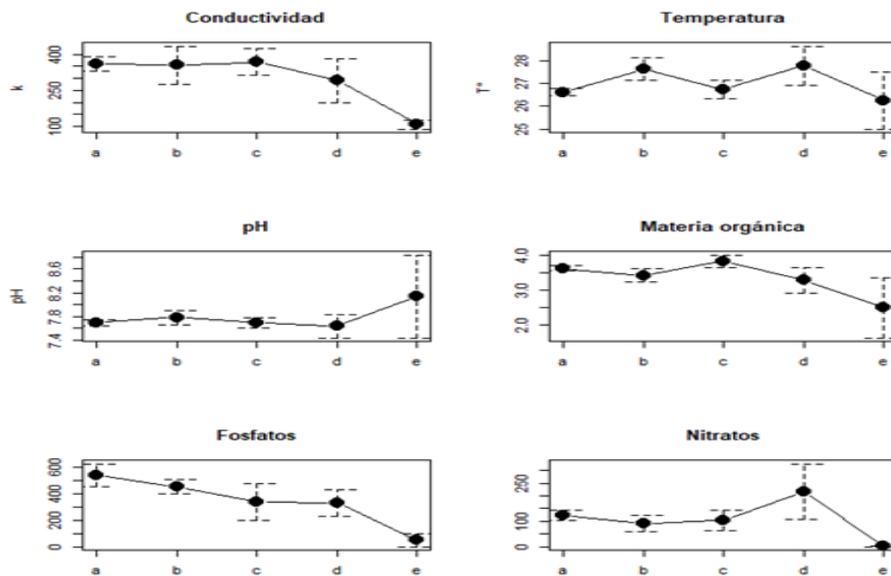


**Figura 3.** Productividad de adultos por los criaderos manufacturados con diferentes materiales.

El pH también tiene influencia sobre los sitios de oviposición de *Ae. albopictus*. La nula asociación de ésta variable con la abundancia larvaria y emergencia de adultos se pudo haber debido a la regulación natural en los criaderos por la cantidad de lluvia descargada en el área de estudio. Segura-Hernández (2006), argumentó que el pH alcalino del agua fue el único parámetro relacionado con la abundancia larvaria de *Ae. albopictus* en los criaderos de los cementerios de Tapachula, Metapa de Domínguez y Puerto Madero durante la temporada lluviosa. La variación observada en el pH de los criaderos de *Ae. albopictus* se debió a que las lluvias intensas renovaron el agua de los contenedores, lo que probablemente mantuvo las condiciones ligeramente alcalinas.

No se encontró asociación entre la cantidad de materia orgánica y la abundancia larvaria en los contenedores, lo que contrastó con otras especies de mosquitos de los géneros *Culex* y *Anopheles*. Sin embargo, la concentración de materia orgánica en los criaderos se ha considerado como un factor importante en la selección de los sitios de oviposición de mosquitos del género *Aedes* y *Culex* (Bentley y Day, 1989). Consecuentemente, los bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua son determinantes en la eclosión de los huevos de *Aedes* y, por lo tanto, la descomposición de la materia orgánica por microorganismos es un proceso regulador de la concentración de oxígeno en los criaderos.

En la Figura 4, se presentan las gráficas que muestran las variaciones observadas para cada uno de los factores físico-químicos analizados.



**Figura 4.** Valores promedio ( $\pm$  error estándar) de las variables físico-químicas en los criaderos de cada especie de mosquito: *Ae. albopictus* (a); *Ae. aegypti* (b); *Culex* spp. (c); *Li. durhamii* (d); y *Ae. epactius* (e).

Ninguna de las variables analizadas estuvo asociada con la emergencia de *Ae. albopictus*, lo que significó que los estadios inmaduros de esta especie pueden desarrollarse en cualquier tipo de contenedor artificial bajo un amplio rango de condiciones hidrobiológicas.

Desde el punto de vista ecológico, se destacó la coexistencia altamente frecuente de *Ae. albopictus* con *Ae. aegypti* seguida de *Culex* spp. y *Li. durhamii* reportada previamente (O'Meara et al., 1995; Segura-Hernández, 2006). Debido a que la mayoría de los contenedores positivos a estadios inmaduros de *Aedes* spp. fueron criaderos de *Ae. albopictus* en alto porcentaje, fue posible sugerir que esta especie interactúa intensamente con *Ae. aegypti* por criaderos desde el año 2002 (Casas-Martínez y Torres-Estrada, 2003), al grado de llegar a desplazarlo durante la temporada lluviosa de los cementerios del sur de Chiapas.

## CONCLUSIONES

*Aedes albopictus* es un mosquito con demostrada plasticidad ecológica para establecerse en criaderos extradomiciliarios, independientemente de las condiciones físico-químicas del agua y la convivencia interespecífica. En este, se sugiere no utilizar los contenedores de plástico y botellas de PET como floreros en los cementerios. Además, se recomienda el uso de arena en lugar de agua como sustrato de los floreros para minimizar la proliferación de criaderos de mosquitos.

Complementariamente, se sugiere realizar estudios que consideren la estacionalidad anual para monitorear la dinámica e interacciones entre *Ae. albopictus* y otras especies de mosquito locales, así como la influencia de la variabilidad climática y las modificaciones del paisaje en el sur de Chiapas.

### AGRADECIMIENTOS

A Miguel Muñoz Reyes y José Luis Aguilar Rodríguez, integrantes del Grupo BioDivector del CRISP, por su apoyo técnico durante las colectas en campo. El estudio formó parte del proyecto de investigación FOSEC-SEP Ciencia Básica 257973 “Detección de *Wolbachia* sp. en poblaciones mexicanas de mosquitos *Aedes* sp. y su efecto en la interacción con arbovirus de importancia médica” con apoyo financiero del CONACyT.

### LITERATURA CITADA

- Abe M., McCall P.J., Lenhart A., Villegas E. y A. Kroeger. 2005. The buen pastor cemetery in Trujillo, Venezuela: measuring dengue vector output from a public area. *Tropical Medicine International Health*. 10(6):597–603. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2005.01428.x>
- Alto B.W. y S.A. Juliano. 2001. Temperature effects on the dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) populations in the laboratory. *Journal of Medical Entomology*. 38(4): 548-556. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.4.548>
- Bentley M.D. y J. F. Day. 1989. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annual Review Entomology*. 34: 401-421. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.002153>
- Bonizzoni M., Gasperi G., Chen X. y A. J. James. 2013. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: Current knowledge and future perspectives. *Trends in Parasitology*. 29(9):460-468. [10.1016/j.pt.2013.07.003](https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.07.003). <https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.07.003>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas (CEIEG). 2015. *Información geográfica*. Chiapas Gobierno del Estado. Available in: <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/informacion-geografica/?maccion=15> (Fecha de consulta 22-II-2019).
- Casas-Martínez, M. y J. L. Torres-Estrada. 2003. First evidence of *Aedes albopictus* (Skuse) in southern Chiapas, Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 9: 606-607.
- Casas-Martínez, M., A. Orozco-Bonilla, M. Muñoz-Reyes, A. Ulloa-García, J. G. Bond, J. Valle-Mora, M. Weber y J. C. Rojas. 2013. A new tent trap for monitoring the daily activity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Journal of Vector Ecology* 38(2): 277-288. DOI: [10.1111/j.1948-7134.2013.12041.x](https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2013.12041.x)
- Clark-Gill S. y D.F. Darsie Jr. 1983. The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics, with keys to adult females and larvae. *Mosquito Systematics*, 15, 151-284.
- De Carvajal J. J., Moncada L.I., Rodríguez M.H., Pérez P. y V.A. Olano. 2009. Caracterización preliminar de los sitios de cría de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) en el municipio de Leticia, Amazonas, Colombia. *Biomédica*. 29:413-423. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v29i3.13>
- Goldman, C. R. 1974. Eutrophication of Lake Tahoe emphasizing water quality. S. Gout Printing Office, Washington, D.C. 408 pp.
- Gratz N. G. 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology*. 18: 215-227. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00513.x>

- Gubler D.J., Reiter P., Ebi K.L., Yap W., Nasci R. y J. A. Patz. 2001. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. *Environmental Health Perspectives*. 109(2):223–33. DOI:10.2307/3435012
- Kamphake L.J., Hannah S.A., y J. M. Cohen. 1967. Automated analysis for nitrate by hidrazine reduction. *Water Research*. 1 :205-216. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(67\)90011-5](https://doi.org/10.1016/0043-1354(67)90011-5)
- Li Y., Kamara F., Zhou G., Puthiyakunnon S., Li C., Liu Y., Zhou Y., Yao. L, Yan G. y X. Chen. 2014. Urbanization increases *Aedes albopictus* larval habitats and accelerates mosquito development and survivorship. *PLoS Neglected Tropical Disease*. 8(11):1–12. 10.1371/journal.pntd.0003301. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003301>
- Madzlan F., Che Dom N., Tiong C. S. y N. Zakaria. 2016. Breeding characteristics of *Aedes* mosquitoes in dengue risk area. *Procedia-Social and behavioral sciences*. 234:164-172. 10.1016/j.sbspro.2016.10.231. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.231>
- Marquetti M.C., Valdés V. y L. Aguilera. 2000. Tipificación de hábitats de *Aedes albopictus* en Cuba y su asociación con otras especies de Culícidos, 1995-1998. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 52(3): 170-73.
- Monteiro C.C., de Souza J. R., y Cleide M.R. 2007. Eclosion rate, development and survivorship of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) under different water temperatures. *Neotropical Entomology*. 36(6):96671. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000600021>
- O'Meara G., Evans L., Gettman A. y J. Cuda. 1995. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) in Florida. *Journal Medical Entomology*. 32(4):554-562. <https://doi.org/10.1093/jmedent/32.4.554>
- Schworbel, J. (1975) Métodos de hidrobiología. H. Blume, Madrid. Pág. 40-41.
- Segura-Hernández V. (2006). Caracterización de criaderos de *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) en tres cementerios del sur de Chiapas, México. Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Salud Pública. Tapachula, Chiapas.