

Efectos de la competencia larvaria intraespecífica de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en condiciones de laboratorio

Effects of intraspecific larval competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* under laboratory conditions

Yanisley Martínez López^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-0729-135X>

Juan A. Bisset Lazcano¹ <https://orcid.org/0000-0002-3447-4947>

Yanet Martínez Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-0575-8991>

René Gato Armas¹ <https://orcid.org/0000-0002-8604-2281>

Erick Camacho Acosta¹ <https://orcid.org/0000-0002-3672-4671>

Miriam Acosta Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0002-4583-7475>

Maria del Carmen Marquetti Fernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-0633-439X>

¹Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK), Departamento de Control de Vectores. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: yanisley@ipk.sld.cu

RESUMEN

Introducción: *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* constituyen dos de las especies más importantes de mosquitos, debido a que son vectores primarios de enfermedades emergentes y reemergentes que representan una amenaza significativa para la salud pública.

Objetivo: Evaluar el efecto de la competencia larvaria intraespecífica causada por baja y alta densidad de dos poblaciones de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* sobre aspectos de su ciclo de vida en condiciones de laboratorio.

Métodos: Se utilizaron dos poblaciones de mosquitos, *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, ambas colectadas en estado de larva en el Reparto Juan de Dios Fraga, La Lisa, La Habana, Cuba. Se establecieron condiciones de baja (70 larvas) y alta densidad larvaria (140 larvas) en cada réplica para cada una de las especies. Se emplearon larvas desde el primer estadio, que se

siguieron hasta la formación de los adultos. Se evaluaron las variables duración del ciclo larvario, supervivencia larvaria, así como talla y supervivencia de hembras adultas, respectivamente.

Resultados: Se encontró que las variables evaluadas no se afectaron en condiciones de baja densidad larvaria. Sin embargo, el efecto de la relación larvaria intraespecífica bajo condiciones de alta densidad presentada en los hábitats de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* tuvo un efecto negativo en cada una de las variables del ciclo de vida evaluadas.

Conclusiones: Estas alteraciones observadas son importantes dentro de los componentes de la capacidad vectorial, con implicaciones en la epidemiología de las enfermedades transmitidas por estos mosquitos. Los resultados pudieran extrapolarse al comportamiento de estos mosquitos en su entorno natural. Estas condiciones podrían aumentar los patrones de transmisión del virus del dengue, así como un mayor riesgo de infección para la población humana.

Palabras clave: mosquitos; densidad larvaria; supervivencia.

ABSTRACT

Introduction: *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* are two of the most important mosquito species, since they are the main vector of emerging and re-emerging diseases that represent a significant threat to public health.

Objective: To evaluate the effect of intraspecific larval competence caused by low and high density in two populations of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* on aspects of their life cycles under laboratory conditions.

Methods: Two mosquitos populations were used, *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, both collected during their larval stage in Juan de Dios Fraga town, La Lisa, Havana, Cuba. Low (70 larvae) and high (140 larvae) density conditions were established in each replication for each species. Larvae from the first stage were used and follow-up was established until adults emerged. Variables such as: larval cycle duration, larval survival, and adult female size and survival were evaluated.

Results: The variables evaluated were not affected under low larval density conditions. However, the intraspecific larval relationship under high density conditions in *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* habitats had a negative effect in each of the variables of the life cycles.

Conclusions: The observed alterations are important within the components of vectorial capacity, with implications for the epidemiology of these mosquitos-borne diseases. The results could be extended to the behavior of these mosquitoes in their natural environment. These conditions could increase the transmission patterns of dengue virus and the risk of infection for the human population.

Keywords: mosquitos; larval density; survival.

Recibido: 29/11/2021

Aceptado: 04/03/2022

Introducción

Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762) y *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895) constituyen dos de las especies más importantes de mosquitos, debido a que son vectores primarios de enfermedades emergentes y reemergentes.⁽¹⁾ Estos culícidos se consideran especies invasoras, que colonizan exitosamente varios sitios fuera de sus ámbitos nativos,⁽²⁾ lo que contribuye a la expansión global, emergencia y reemergencia de las arbovirosis, entre las que se incluyen el dengue, fiebre amarilla, chikungunya y Zika.^(3,4) Este es el caso de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, los que colonizaron con éxito en ambientes urbanos y silvestres.⁽⁵⁾

Ambas especies pueden relacionarse y competir por espacio y recursos como puede ser alimento, luz, agua, territorio, apareamiento, etc.⁽⁶⁾

En el hábitat acuático donde se crían los mosquitos es común este tipo de competencia,⁽⁷⁾ la cual puede estar ligada en diversos casos a factores densodependientes que pueden alterar algunas características del ciclo de vida de estos.⁽⁸⁾ Entre esas características se encuentran la duración del ciclo larvario, la supervivencia larvaria, y la supervivencia y talla de los adultos.⁽⁹⁾

La importancia de analizar la competencia intraespecífica en estas especies vectores radica en que la dinámica del ciclo de vida de estas puede alterarse como consecuencia de la reducción competitiva.⁽¹⁰⁾

Adicionalmente la competencia larvaria puede ser capaz de generar variaciones en la respuesta inmunitaria de los mosquitos,⁽¹¹⁾ que podría alterar el comportamiento en la transmisión viral.

En este trabajo nos proponemos evaluar el efecto de la competencia larvaria intraespecífica causada por baja y alta densidad de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* sobre aspectos del ciclo de vida de estas especies en condiciones de laboratorio.

Métodos

Material biológico

Se utilizaron dos poblaciones de mosquitos (*Ae. aegypti* y *Ae. Albopictus*), ambas colectadas en estado de larva en el reparto Juan de Dios Fraga, La Lisa, Cuba, 2019 (23°02'43.0"N 82°29'02.0"W).

Procedimiento experimental

El estudio se llevó a cabo bajo condiciones de laboratorio a 26 ± 2 °C, con 70 ± 5 % de humedad relativa y un fotoperiodo de 12/12 (luz/oscuridad). Las larvas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* colectadas se criaron hasta la etapa adulta y se mantuvieron en jaulas de 60 x 60 x 60 cm, proporcionándoles una solución de sacarosa al 10 %.⁽¹²⁾ Para la hematofagia de las hembras se utilizaron ratones de laboratorio BALB/c dos veces por semana, suministrados por el Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), Cuba. Los ratones se mantuvieron en condiciones convencionales y se trabajó con ellos bajo las normas éticas para el uso de animales de experimentación.⁽¹³⁾

Manejo de los huevos de mosquitos

En cada jaula se colocó un recipiente con 250 mL con agua declorinada, donde se introdujo una tira de papel de filtro en su borde interior para la recolección de los huevos. Las tiras de papel con los huevos se colocaron a madurar en bandejas plásticas sobre una superficie húmeda durante un periodo de 72 h para garantizar el correcto desarrollo del embrión. Las

tiras de papel de guardaron en bolsas de nylon a temperatura ambiente por un periodo nunca superior a un mes. Para la eclosión, se sumergieron las tiras con los huevos en agua a 36 °C.

Conformación de los grupos

Se contaron las larvas de primer estadio en vasos plásticos con 100 mL de agua y se transfirieron a bandejas de 29 x 20 x 4 cm con 600 mL de agua declorinada. El volumen de agua de cada réplica fue mantenido de forma constante diariamente.

Mantenimiento de estadios acuáticos y adultos

Las larvas se alimentaron con harina de pescado (0,1 g diariamente). Las pupas fueron transferidas individualmente a viales plásticos con 20 mL de agua, hasta la emergencia de los adultos, los cuales fueron examinados de forma individual para comprobar especie y sexo. Se liberaron hembras adultas en jaulas metálicas de cría de 60 x 60 x 60 cm, con el fondo cubierto con un papel blanco. Se suministró solución azucarada al 10 % de manera constante. Se colectaron y contaron los individuos muertos cada 24 h hasta la muerte del último ejemplar.

Tratamientos larvarios

Se establecieron condiciones de alta densidad (140 larvas a razón de 1 por cada 8 mL de agua) y baja densidad (70 larvas a razón de 1 por cada 8 mL) con 5 réplicas por cada especie. Las densidades utilizadas fueron seleccionadas basadas en reportes de estudios similares.⁽¹¹⁾

Variables estimadas

- Duración del ciclo larvario (días): Se realizó un registro del número de larvas presentes por bandeja hasta que todas las larvas transitaron al estadio de pupa.
- Supervivencia de las larvas: Se determinó mediante el promedio de larvas que alcanzaron el estadio de pupa.
- Supervivencia de hembras adultas: Se determinó mediante el registro de las hembras adultas recuperadas de cada densidad poblacional y su muerte en cada una de las jaulas.
- Talla de hembras adultas: Se estableció mediante la medida del ala como un estimador de tamaño. Se tomaron fotografías de las alas con una cámara Leica ICC50 acoplada a

un microscopio de disección, con un ocular micrómetro LEICA con un lente 4X a través del programa tpsDig2. Se seleccionaron aleatoriamente 30 hembras muertas (por cada condición de densidad poblacional y especie). Se les removió el ala izquierda para su montaje, desde la unión en la porción basal articulada del tórax, y se colocaron en un portaobjeto limpio. Para cada fotografía se seleccionaron y digitalizaron un conjunto de cuatro puntos de referencia, ubicados en puntos de inicio y finalización de manchas o venas (Fig. 1). La talla del ala se comparó midiendo el largo, el ancho del ala y el largo de la vena A.

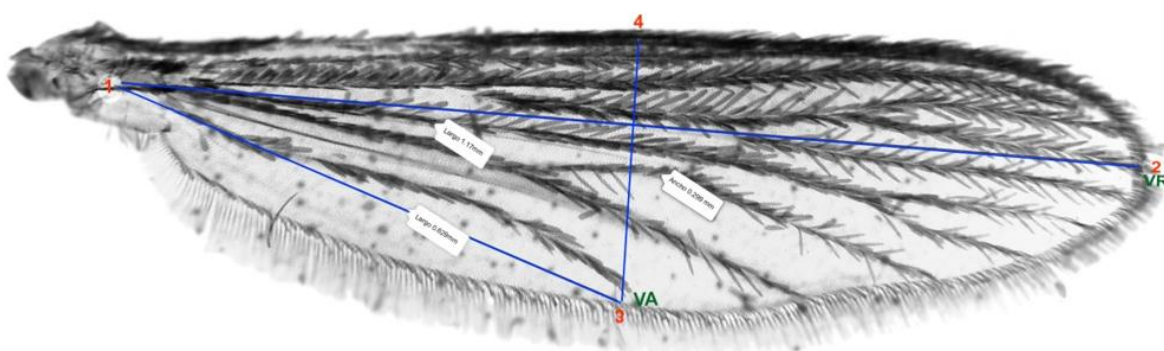


Fig. 1 - Puntos de referencia seleccionados en las alas de hembras adultas de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* empleados en los ensayos de competencia larvaria. Las líneas trazadas entre puntos de referencia representan las distancias medidas. 1-2 Largo del ala: inicio de la vena A (VA) hasta finalización de la vena R (VR). 1-3 Ancho del ala: distancia desde el lóbulo anal hasta la finalización de la vena A. 3-4 Largo de la vena A: distancia desde la finalización de la vena hasta el extremo distal.⁽¹⁴⁾

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de los parámetros reproductivos fueron analizados con el sistema estadístico SPSS versión 21.0. Se exploró la distribución de los datos mediante el cálculo de la simetría y la curtosis. La duración del ciclo larvario se analizó mediante la prueba t de student para comparar las medias entre las condiciones de alta y baja densidad larvaria. Para la supervivencia larvaria, se realizaron tablas de contingencia. Para determinar variaciones en la supervivencia de las hembras de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, se realizaron curvas de supervivencia mediante el estimador no paramétrico de Kaplan-Meier y, después se utilizó

la prueba de Mantel-Cox para evaluar el efecto de la densidad en la supervivencia dentro de cada colonia y comparar si hubo diferencias significativas entre las colonias dentro de una misma condición. Finalmente, para el análisis de los promedios de la longitud de las alas de cada una de las colonias de campo, en comparación con la colonia control dentro de una misma condición (alta densidad o baja densidad larvaria), se determinó la normalidad, entonces se utilizó la prueba t de student para comparar las medias entre las condiciones de alta y baja densidad larvaria.

Procedimientos éticos

Todos los ensayos y procedimientos del presente estudio se realizaron tomando en consideración las normas éticas y científicas para realizar estudios biomédicos a partir de la Declaración de Helsinki y las normas éticas establecidas por la Comunidad Europea relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos (Directiva 22 de septiembre de 2010).⁽¹³⁾

Resultados

Duración del ciclo larvario de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

En la tabla se puede observar que el promedio de duración del ciclo larvario de *Ae. aegypti* en condiciones de baja y alta densidad fue de 7 y 11 días, respectivamente. Por su parte, el promedio de duración del ciclo larvario de *Ae. albopictus* en condiciones de baja y alta densidad larvaria fue de 6 y 10 días, respectivamente. De manera general podemos decir que no existieron diferencias significativas entre las especies en ninguna de las densidades evaluadas; sin embargo se observó diferencias significativas entre la duración promedio del ciclo larvario en condiciones de baja y alta densidad para ambas especies (U de Mann-Whitney) ($p < 0,05$), debido a que las larvas de ambas especies tardaron significativamente más tiempo en transitar a pupa cuando experimentaron condiciones de alta densidad larvaria que las que se criaron en condiciones de baja densidad larvaria.

Tabla - Duración del ciclo larvario (días) de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en competencia intraespecífica a baja y alta densidad larvaria en condiciones de laboratorio

Densidad larvaria	<i>Ae. aegypti</i>				<i>Ae. albopictus</i>			
	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo
Baja	6,89*	1,356	4	11	6,21*	2	5	12
Alta	11,15	3,046	6	17	9,75	2,511	5	18

*Diferencias significativas en baja y alta densidad en la misma especie.

DE: Desviación estándar.

Prueba de U Mann-Whitney

Supervivencia larvaria de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

En la figura 2 se aprecia como las dos especies mostraron porcentajes similares de supervivencia larvaria en cada una de las densidades larvarias. No obstante, se evidenció una disminución en el porcentaje de supervivencia en las larvas que se criaron en condiciones de alta densidad, en comparación con las que se criaron en baja densidad larvaria en ambas especies, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$).

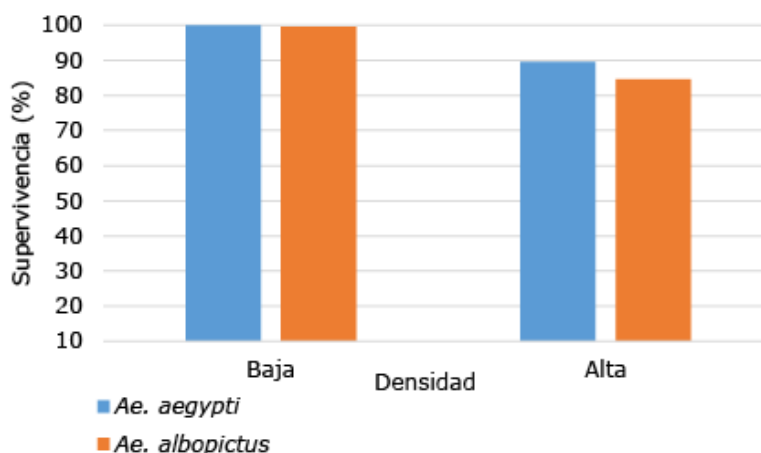


Fig. 2 - Supervivencia larvaria (%) en condiciones de baja y alta densidad en larvas de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en competencia intraespecífica en condiciones de laboratorio.

Supervivencia de hembras adultas de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

Los resultados de la supervivencia de hembras adultas en competencia intraespecífica muestran que en condiciones de baja densidad larvaria no existen diferencias significativas

entre *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* (U de Mann-Whitney) ($p = 0,16$). Sin embargo, en condiciones de alta densidad larvaria *Ae. aegypti* presentó una menor supervivencia que *Ae. albopictus* (log Rank, $p < 0,05$) (Fig. 3).

En cuanto a la supervivencia de las hembras de *Ae. aegypti* en condiciones de baja y alta densidad fue de 35 y 23 días, respectivamente. Mientras que en *Ae. albopictus* fue de 31 y 27 días, respectivamente. De manera general, al comparar cada una de las especies en las diferentes densidades larvarias, se encontró que la supervivencia de las hembras adultas disminuyó de manera significativa (log Rank, $p < 0,05$), en condiciones de alta densidad larvaria (Fig. 3).

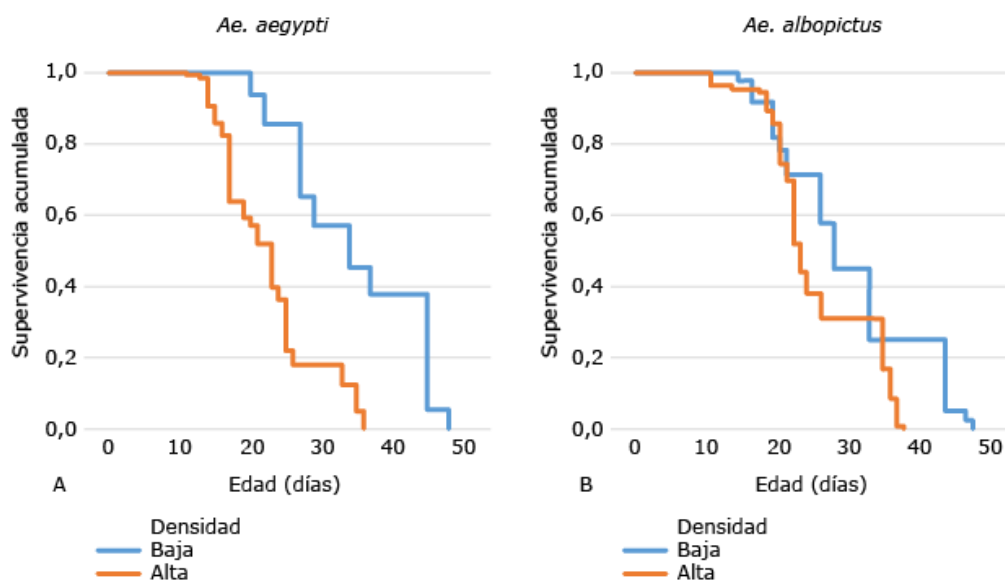


Fig. 3 - Supervivencia de hembras de *Aedes aegypti* (A) y *Aedes albopictus* (B) en los tratamientos de competencia intraespecífica de baja y alta densidad en condiciones de laboratorio.

Talla corporal de hembras adultas de *Aedes aegypti* y *Aedes Albopictus*

Al comparar el largo del ala de *Ae. aegypti* entre las dos densidades larvarias no se encontraron diferencias significativas ($p = 0,16$), siendo de $1,14 \pm 0,01$ mm de longitud) el tamaño de las alas en los mosquitos que fueron criados en condiciones de baja densidad larvaria y de $1,02 \pm 0,01$ mm de longitud (Fig. 4 A) los criados en condiciones de alta densidad larvaria. No se encontró diferencias significativas ($p = 0.199$) en el promedio de la

longitud de las alas de la población de *Ae. albopictus* que se mantuvieron en baja y alta densidad larvaria, siendo de $1,05 \pm 0,01$ mm y $1,04 \pm 0,01$ mm, respectivamente (Fig. 4 B).

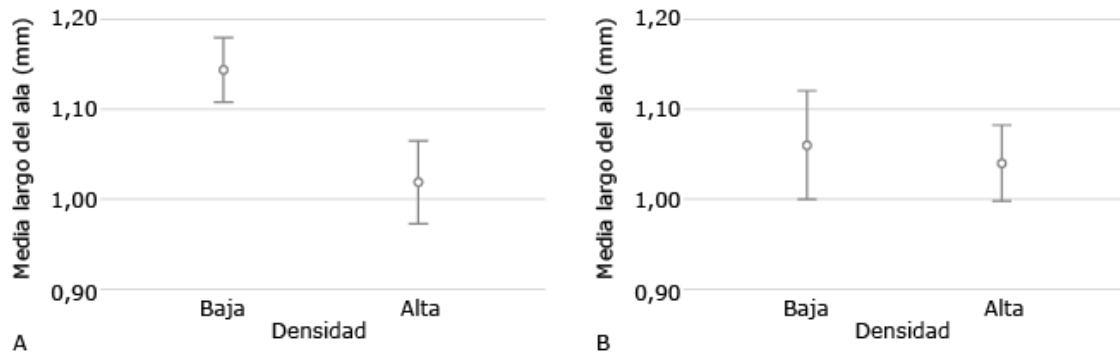


Fig. 4 -Media del largo del ala de *Aedes aegypti* (A) y *Aedes albopictus* (B) en condiciones de baja y alta densidad larvaria en competencia intraespecífica.

Discusión

Duración del ciclo larvario

Al comparar la duración del ciclo larvario entre las dos especies estudiadas a bajas densidades larvarias, se encontró que ambas poblaciones presentaron un tiempo de desarrollo muy similar entre sí (6 y 7 días). Este tiempo es informado por Vargas (1998), quien plantea que el estado larvario con frecuencia comprende de 4 a 10 días, en condiciones favorables de temperatura entre 25-29 °C.⁽¹⁵⁾

La duración del ciclo larvario fue altamente sensible a la condición de alta densidad debido a que la población de *Ae. aegypti* como la de *Ae. albopictus* presentaron un retraso en el proceso de pupación, que se extendió en algunos casos hasta los días 17 y 18 del experimento. Estos resultados concuerdan con lo reportado en estudios anteriores, donde se observó una prolongación del tiempo de desarrollo larvario en condiciones de alta densidad.⁽¹⁶⁾

Este retardo de las larvas en condiciones de alta densidad pudiera deberse a la competencia por alimento.⁽¹⁷⁾ La relación de este retraso con las reservas nutricionales tiene un efecto negativo sobre los últimos estadios larvales, los cuales son claves para que las larvas obtengan una masa corporal crítica que le permita transitar al estado de pupa. Cuando este recurso se ve disminuido o no se encuentra disponible, las larvas llegan a esta etapa de la

metamorfosis con un tamaño más reducido.⁽¹⁸⁾ Otros factores dependientes de la densidad se consideran responsables de tener un impacto negativo en el desarrollo larvario en condiciones de alta densidad larvaria, como la disponibilidad del alimento, el incremento de materiales de desecho, producto de la descomposición de larvas muertas, exuvias y productos de la excreción de las larvas como nitrógenos en forma de amoníaco, los cuales pueden ser responsables del retraso en el crecimiento larvario.⁽¹⁹⁾

Supervivencia larvaria

Las dos especies mostraron porcentajes similares de supervivencia larvaria en competencia intraespecífica en cada una de las densidades larvarias, aunque en las larvas que se criaron en condiciones de alta densidad se observó una disminución en el tiempo de supervivencia. Este resultado podría estar asociado al fenómeno del canibalismo. Aunque este no es de esperarse en larvas que son filtradoras de detritus como ocurre en especies de *Aedes*, se ha reportado con anterioridad tanto en *Aedes aegypti*⁽²⁰⁾ como en *Aedes albopictus*,⁽²¹⁾ en estudios asociados a ambientes larvarios con baja disponibilidad de alimento, lo que conduce a una considerable pérdida de individuos. Algunos estudios sobre larvas de *Aedes triseriatus* (Say, 1823) mostraron canibalismo entre individuos de esta especie y su vulnerabilidad, lo que se constató en los cuatro estadios larvales.⁽²²⁾

Supervivencia y talla corporal de hembras adultas

La supervivencia de hembras adultas en competencia intraespecífica mostró que a baja densidad larvaria no existió diferencias significativas entre ambas especies. Sin embargo, en alta densidad larvaria, se evidenció que *Ae. aegypti* presentó una menor supervivencia que *Ae. albopictus*. Esto sugiere que la competencia larvaria en condiciones de alta densidad tiene efectos significativos sobre la longevidad de hembras adultas en *Ae. aegypti*. Otros estudios también encontraron efectos negativos en la supervivencia de *Ae. Aegypti*, pero no en *Ae. albopictus*,⁽⁷⁾ por lo que el autor sugiere que puede ser un fenómeno con insuficiente evidencia, específico de cada especie y condición. Inferimos que *Ae. aegypti* tiene la posibilidad de dosificar sus puestas en diferentes criaderos y por lo general estos son de baja densidad larvaria. En consecuencia, si la hembra resultante se sometió a estrés competitivo en condiciones de alta densidad larvaria, pudiera verse afectada su longevidad.

Estos resultados concuerdan con algunos estudios de campo⁽²³⁾ y de laboratorio.⁽⁷⁾ Lo anterior pudiera deberse a una posible competencia por el alimento, lo que coincide con lo informado por *Brack* y otros.⁽²³⁾

Diversos autores,⁽²⁴⁾ en colonias de mosquitos que experimentaron altas densidades larvarias, demostraron la existencia de una disminución en la talla de los adultos, lo que evidencia una relación entre la supervivencia y el tamaño corporal del adulto.

En nuestro estudio no se hallaron diferencias significativas al comparar el largo del ala de ambas especies en condiciones de bajas y altas densidades larvarias. Estos resultados no coinciden con estudios realizados por otros autores que plantean afectación de la talla del adulto, independientemente de la especie.⁽²⁵⁾ Podemos destacar que en el presente estudio se apreció una tendencia a la disminución de la longitud del ala de *Ae. aegypti* en altas densidades, resultado que pudiera estar asociado al tamaño de muestra o a la prueba estadística utilizada.

Nuestros resultados no coinciden con algunos estudios donde se evidencia que la alta densidad larvaria tiene un efecto negativo en el tamaño corporal del mosquito en su fase adulta.⁽²⁶⁾

La talla de los mosquitos tiene una base genética. No obstante, las modificaciones en su hábitat larvario determinadas por la alta densidad poblacional pueden generar variaciones en su tamaño.⁽²⁷⁾ Los adultos con menor talla pueden estar influenciados por la disponibilidad de alimento en la etapa inmadura debido al estrés competitivo que experimentan en su estado larvario.⁽²⁴⁾ Mientras que los mosquitos criados a bajas densidades poseen mayores reservas calóricas, su tamaño es mayor en la fase adulta que los criados a altas densidades y con reservas deficientes.⁽²⁸⁾

Existen posibles repercusiones sobre la capacidad vectorial de *Ae. aegypti* frente al virus del dengue (VDEN). Una marcada disminución en el tamaño corporal de las hembras adultas (generado por el efecto de la competición bajo condiciones de alta densidad larvaria) podría estar modulando componentes tan importantes dentro de la capacidad vectorial como la tasa de picadura y dispersión.⁽²⁹⁾

Varios estudios demostraron que las hembras más pequeñas tienden a alimentarse con más frecuencia de sangre, unido a una mejor dispersión que hembras con mayor talla, lo que promueve una mayor oportunidad de contacto del mosquito con un hospedero, hecho que

podría potenciar la transmisión del virus.⁽²⁸⁾ Algunos estudios también mostraron resultados similares en hembras de *Ae. albopictus* que experimentaron en su etapa larvaria efectos competitivos, disminuyeron su tamaño y resultaron más susceptibles de ser infectadas y de diseminar el VDEN que hembras de mayor tamaño.⁽²⁹⁾

La tasa de supervivencia de las hembras adultas disminuyó bajo condiciones de altas densidades, lo que puede asociarse con el tamaño de los mosquitos. Esta asociación permite entender la dinámica de un sistema compensatorio entre el tamaño y la supervivencia. A pesar de que los mosquitos sobreviven menos tiempo, determinado por su pequeño tamaño, pudieran tener la capacidad para alimentarse más a menudo de un hospedero y la habilidad de recorrer mayores distancias, lo cual puede estar determinado por su pequeño tamaño.⁽²⁹⁾

Conclusiones

El efecto de la relación larvaria intraespecífica bajo condiciones de alta densidad presentada en los hábitats de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* tuvo un efecto negativo en cada una de las variables del ciclo de vida evaluadas. Estas alteraciones observadas son importantes dentro de los componentes de la capacidad vectorial con implicaciones en la epidemiología de las enfermedades transmitidas por estos mosquitos.

Los resultados obtenidos a nivel de laboratorio nos pueden ayudar a dar respuestas al comportamiento que pudieran presentar estos mosquitos en su entorno natural. Este panorama, en última instancia, podría estar generando un aumento en los patrones de transmisión del VDEN, así como un mayor riesgo de infección para la población humana.

Referencias bibliográficas

1. Wesula O, Obanda V, Lindström A, Ahlm C, Evander M, Náslund J, *et al.* Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Risk Factors for Arbovirus Pandemics. *J Vector Borne Dis.* 2020;20(2):71-81.
2. Juliano S, Lounibos L. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on resident species and on human health. *Ecol Lett.* 2005;8:558-74.

3. Paixão ES, Teixeira MG, Rodrigues LC. Zika, Chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. *BMJ Glob Health*. 2018;3(suppl 1):e000530.
4. Jentes E, Pomeroy G, Gershman M, Hill D, Lemarchand J. Informal WHO working group on geographic risk for yellow fever. The revised global yellow fever risk map and recommendations for vaccination, 2010: Consensus of the informal WHO working group on geographic risk for yellow fever. *Lancet Infect Dis*. 2011;11:622-32.
5. Rey J, Lounibos P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión de enfermedades. *Biomédica*. 2015;35:177-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i2.2514>
6. Margalef R. Ecología. Omega E, editor. Barcelona; 1986.
7. Reiskind M, Lounibos L. Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol*. 2009;23:62-8.
8. Beserra E, Fernandes C. Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) em laboratório. 2009. *Neotrop Entomol*. 2009;38(6):847-52.
9. Walsh R, Facchinelli L, Ramsey J, Bond JFG. Assessing the impact of density dependence in field populations of *Aedes aegypti*. *J Vector Ecol*. 2011;36(2):300-7.
10. Lounibos LP. Competitive displacement and reduction. *J Am Mosq Control Assoc*. 2007;23(2 Suppl):276-82.
11. Muturi J, Blackshear M. Temperature and density dependent effects of larval environment on *Aedes aegypti* competence for an alphavirus. *J Vector Ecol*. 2012;37(1):154-61.
12. Pérez O, Rodríguez J, Bisset J, Leyva M, Díaz M, Fuentes O. Manual de indicaciones técnicas para insectarios. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2004.
13. DOUE-L-. Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2010, relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos. 2010 [Citado 17/06/2017]:81868. Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/?uri=CELEX:32010L0063>
14. González R, Carrejo N. Introducción al estudio taxonómico de *Anopheles* de Colombia: claves y notas de distribución. Colombia: Claves y notas de distribución; 2009. p. 248.

15. Vargas M. El mosquito: un enemigo peligroso: biología, control e importancia en la salud humana (Diptera: Culicidae). Editorial Universidad de Costa Rica. 1998;264(1).
16. Mitchell F, Warsame A, Logan C, Rau M. The influence of larval density, food stress, and parasitism on the bionomics of the dengue vector *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae): implications for integrated vector management. *J Vector Ecol.* 2012;37(1):221-9.
17. Arrivillaga J. Food as a limiting factor for *Ae. aegypti* in water storage containers. *J Vector Ecol.* 2004;29:11-20.
18. Telang A, Frame L. Larval feeding duration affects ecdysteroid levels and nutritional reserves regulating pupal commitment in the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Am J Exp Biol.* 2007;210(5):854-64.
19. Bargielowski I, Nimmo D, Alphey L, Jacob C. Comparison of life history characteristics of the genetically modified OX513A line and a wild type strain of *Aedes aegypti*. *PLoS One.* 2011;6(6):20699.
20. Manrique P, Che-Mendoza A, Rizzo N, Arana B, Pilger D, Lenhart A, *et al.* Operational guide for assessing the productivity of *Aedes aegypti* breeding sites. Geneva: WHO; 2011.
21. Mastrantonio V, Crasta G, Puggioli A, Bellini R, Urbanelli S, Porretta D. Cannibalism in temporary waters: Simulations and laboratory experiments revealed the role of spatial shape in the mosquito *Aedes albopictus*. *PLoS One.* 2018;13(5).
22. Koenekoop R. Cannibalism among *Aedes triseriatus* larvae. *Ecol Entomol.* 1986;11(1):111-4.
23. Braks M, Honorio L, Lounibos P, Lourenc R, Juliano A. Interspecific competition between two Invasive Species of Container Mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. *Ann Entomol Soc Am.* 2004;97(1):130-9.
24. Constanzo K, Mormann K, Juliano S. Asymmetrical competition and patterns of Abundance of *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 2005;42(5):559-70.
25. Giraldo B, Martínez M. Efecto de la competición larval sobre poblaciones del vector del dengue colectadas en Medellín, Colombia. *Rev Cubana Med Trop.* 2014;66(1):84-100.
26. Gama R, Alves K, Martins R, Eiras A, Resende M. Effect of larval density on adult size of *Aedes aegypti* reared under laboratory conditions. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2005;38(1):64-6.

27. Maciel R, Codeco C. Body size associated survival and dispersal rates of *Aedes aegypti* in Rio de Janeiro. *Med Vet Entomol.* 2007;21(3):284-92.
28. Briegel H. Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity of *Aedes aegypti*. *J Insect Physiol.* 1990;36(3):16.
29. Alto B, Lounibos LP, Mores CN, Reiskind MH. Larval competition alters susceptibility of adult *Aedes* mosquitoes to dengue infection. *Proceedings of the Royal Society B. J Biol Sci.* 2008;275(1633):463-71.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiación

Este estudio fue financiado por un proyecto institucional perteneciente al Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí, Código 18004, apoyado por el Ministerio de Salud Pública de Cuba.

Contribución de los autores

Conceptualización: Yanisley Martínez López.

Curación de datos: Maria del Carmen Marquetti Fernández.

Análisis formal: Juan A. Bisset Lazcano, René Gato de Armas, Maria del Carmen Marquetti Fernández.

Investigación: Yanisley Martínez López.

Metodología: Yanisley Martínez López, Yanet Martínez Pérez, Erick Camacho Acosta, Miriam Acosta Rodríguez.

Supervisión: Juan A. Bisset Lazcano, Maria del Carmen Marquetti Fernández.

Redacción del borrador original: Juan A. Bisset Lazcano, Maria del Carmen Marquetti Fernández.

Redacción, revisión y edición: Juan A. Bisset Lazcano, Maria del Carmen Marquetti Fernández.