



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

COMPETENCIA LARVAL INTERESPECIFICA ENTRE *Aedes aegypti* Y *Aedes albopictus* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

VÍCTOR GUADARRAMA PERALTA

Dr. MIGUEL ÁNGEL MORENO GARCÍA

M. en C. CASSANDRA GONZÁLEZ ACOSTA

CODIRECTORES

CUERNAVACA, MORELOS

12 De febrero del 2023

*“El hombre encuentra a Dios detrás
de cada puerta que la ciencia
logra abrir”*

Albert Einstein

Agradecimientos.

Hay tantas personas a quienes quiero agradecer; a mi familia, maestros, amigos y a cada una de las personas que han pasado por mi vida para enseñarme y dejarme un gran aprendizaje.

Principalmente le doy gracias a Dios por permitirme tantos años de felicidad, amor, salud y por darme vida para lograr cada una de las metas y sueños que me propongo.

A mi amada madre Arely Peralta Alamilla, gracias por ser el vínculo de Dios para darme la vida, es un orgullo ser tu hijo, gracias por ser mi mamá y enseñarme que todo en esta vida se puede conseguir con el mayor de los esfuerzos, que ningún obstáculo es tan grande en esta vida.

A mi querido abuelo Tomás Peralta Muñoz, que es mi pilar más grande, gracias por enseñarme todo lo bueno de esta vida y luchar por los sueños, gracias por estar conmigo en todo momento y por guiar mi camino de la mejor forma.

Al Dr. Miguel Ángel Moreno García y la M. en C. Cassandra González Acosta les agradezco infinitamente por abrirme las puertas de su equipo de trabajo, por ser la parte fundamental de este proyecto, por confiar en mí y dedicarme el tiempo necesario para enseñarme con paciencia cada paso a seguir de mi tesis, por ser mi ejemplo profesional a seguir, gracias por enseñarme que no importa que jerarquía tengas siempre se debe ser humilde, gracias por enseñarme a compartir y a trabajar en equipo, gracias por ayudarme a formarme profesionalmente.

A mis amigos y compañeros de trabajo del Centro Regional de Vectores Panchimalco, Jojutla Morelos, a los Biólogos Andrés Jonathan Martínez Gaona, Carlos Marx Ramírez Huicochea y al Tec. Lucio Leopoldo Rosas Trinidad, gracias por compartir conmigo parte de su conocimiento y formarme como estudiante, por orientarme en este proyecto y por ser esos buenos amigos.

A mis hermanos que siempre me dan el apoyo y la felicidad que yo necesito para poder seguir en este camino, que son uno de mis motivos más grandes para salir adelante, les agradezco con todo mi corazón el siempre estar a mi lado.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETVs)	5
1.2. Problemática de las ETVs en México y Morelos	5
1.3. <i>Aedes aegypti</i> como la principal especie transmisora de Arbovirus.....	6
1.4. Interacción entre especies.....	7
2. COMPETENCIA POR RECURSOS ENTRE LARVAS DEL GÉNERO <i>Aedes</i>	8
2.1. Capacidad Vectorial.....	8
3. ESPECIES DE ESTUDIO Y CICLO BIOLÓGICO	8
3.1 <i>Aedes aegypti</i>	8
3.2 <i>Aedes albopictus</i>	12
4. ANTECEDENTES	15
5. JUSTIFICACIÓN	16
6. HIPÓTESIS	16
7. OBJETIVOS	16
7.1 Objetivo general.....	16
7.2 Objetivos específicos.....	16
8. MATERIAL Y MÉTODOS	17
9. ANALISIS ESTADÍSTICO	23
10. RESULTADOS	23
11. DISCUSIÓN	29
12. CONCLUSIONES	33
13. REFERENCIAS	34

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES

Los insectos vectores son organismos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente los transmiten a un nuevo portador sano al ingerir su sangre.

Las enfermedades transmitidas por vectores (ETV'S) representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas. En su mayoría, son trastornos causados por agentes patógenos (virus, bacterias y parásitos) al ser humano. En el mundo se registran cada año más de 1000 millones de casos y más de 1 millón de defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, tales como paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana, Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis (OMS, 2017). Actualmente los mosquitos son los principales vectores de enfermedades, ya que se encargan de transmitir parásitos como *Plasmodium spp.* (causante de malaria) y arbovirus (acrónimo del término en inglés "arthropod-borne virus") como Dengue, Zika, Virus del Oeste del Nilo y Chikungunya. El concepto de arbovirus no hace referencia a una clasificación taxonómica, sino a un conjunto de diferentes familias y géneros de virus que comparten la característica de ser transmitidos por artrópodos (Gámez, 2005).

1.2 PROBLEMÁTICA DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES EN MÉXICO Y MORELOS

Las ETV'S representan un importante problema para la salud pública en México. Se estima que cerca del 60% del territorio nacional presenta condiciones que favorecen la transmisión de las ETV's. En estas zonas de riesgo residen aproximadamente 50 millones de personas y se localiza la mayor parte de los centros agrícolas, ganaderos, industriales, pesqueros, petroleros y turísticos de importancia para el país (CENAPRECE, 2017). En México las principales enfermedades transmitidas por vectores son: Dengue, Chikungunya, Zika, Chagas y Rickettsiosis, las cuales han ido incrementando durante la última década debido a factores bióticos y abióticos, pero muy en particular, por la competencia por los hábitats usados para el desarrollo de los estadios juveniles. Estos hábitats se crean comúnmente por la creciente urbanización y pueden ser muy bien explotados por insectos invasores, haciendo que diferentes especies coexistan; y al estar en contacto con la población humana, pueden transmitir cada uno de los diferentes patógenos.

El estado de Morelos se caracteriza por contar con una amplia gama de climas, con un gradiente que va desde los 3000 msnm en la zona norte, hasta los 820 msnm en la zona sur, dando como resultado varias zonas térmicas, destacando las zonas cálidas y semicálidas. Estas condiciones ambientales son propicias para la reproducción de diversas especies de flora y fauna, como es el caso de algunos grupos de insectos, muchos de estos mosquitos vectores invasores, capaces de transmitir un agente infeccioso y producir enfermedades en los humanos (SSM, 2001).

Morelos registró el brote de dengue más importante de su historia en 2019, con 5953 casos acumulados de fiebre por dengue (FD) y 2165 casos de fiebre hemorrágica por dengue (FHD), con una tasa de incidencia de 489 por 100000 habitantes y una tasa de letalidad de 0.7 por 100 casos (secretaría de Salud de Morelos-SSM, datos no Publicados). Ante la experiencia de 2019, el programa estatal de prevención y control replanteó parte de sus estrategias con base en nuevos lineamientos para el control de vectores, donde ahora se incluye: el manejo integrado del dengue, de acuerdo con el riesgo entomológico, y la estratificación dinámica de casos probables (riesgo epidemiológico) con acciones inmediatas e integrales. Con respecto a las intervenciones entomológicas, se seleccionaron métodos que inciden en las poblaciones del vector a nivel local, lo que marca la pauta para el control focalizado y que potencialmente reduzca a niveles significativos la transmisión de la enfermedad y la morbilidad. Los métodos de control seleccionados emplean herramientas de comprobado costo-efectividad, pudiendo incluir una combinación de intervenciones usadas en sinergia (Villegas et al., 2008). Dentro de estas estrategias se contempla no solo la participación comunitaria o uso de insecticidas sino también la investigación biológica/ecológica de las poblaciones de insectos vectores.

1.3 Aedes Aegypti como la principal especie transmisora de Arbovirus en México

De todas las especies de mosquitos conocidos con importancia en salud pública, *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1762) es considerada la más peligrosa por tener la capacidad de transmitir al hombre un gran número de arbovirus como Zika, Dengue, Fiebre amarilla, Chikungunya, Virus del Nilo Occidental, Denguevirus, Virus Mayaro (OMS, 2017). Se cree que esta especie se introdujo al Continente Americano durante las primeras incursiones colonizadoras con esclavos de África; llegando a establecerse principalmente en los trópicos y subtropicales (Nelson, 1986).

Históricamente, el mosquito se ha distribuido a través de la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales inferiores a 1700 msnm. Actualmente, existen poblaciones

que se encuentran a mayores altitudes en regiones con climas fríos y secos sugiriendo que estas condiciones no limitan la colonización y el crecimiento poblacional de *Ae. aegypti*. Como antecedente se encuentra el estudio entomológico realizado en el 2015, donde se colectaron e identificaron larvas de mosquitos de *Ae. aegypti* en la Ciudad de México, registradas a 2250 msnm (Kuri et al., 2017), excluyendo la distribución límite que se creía inferior a los 1700 msnm. Esto revela la gran plasticidad adaptativa de esta especie.

Por otro lado otra importante especie, también transmisora de arbovirus, es *Aedes albopictus*. Este mosquito transmisor de enfermedades ha sido registrado en México y otros países de Latinoamérica, Asia, Australia, África y Europa. En el continente americano fue en Colombia donde describieron uno de los primeros casos en donde se involucraba a *Ae. albopictus* en la transmisión del dengue tras un brote en el país (Méndez et al., 2006). Desde ese entonces, esta especie se ha implicado en la transmisión del dengue en otros países, incluyendo México y Brasil (Ibáñez et al., 1995); sin embargo, se desconoce el impacto real de esta especie en brotes epidémicos. A diferencia de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* tiene preferencia por criaderos naturales como pueden ser los agujeros de los troncos de árbol, bromeliáceas, plantas de bambú y puede encontrarse además en contenedores artificiales como los utilizados por *Ae. aegypti*. Una característica que ha permitido que *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti* sean especies invasoras exitosas es que sus huevecillos pueden sobrevivir en condiciones muy secas, frías y permanecer viables durante meses en ausencia de agua (fenómeno conocido como diapausa) (Juliano et al., 2002).

1.4 INTERACCIÓN ENTRE ESPECIES

Durante varios años se pensaba que *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* eran dos especies que vivían en hábitats diferentes debido a que *Ae. aegypti* predomina en áreas urbanas por su tipo de alimentación antropofágica, y prefiere poner los huevecillos, reposar y picar a humanos bajo techo (Harrington et al., 2001). Por el contrario, *Ae. albopictus* predomina en áreas rurales porque las hembras necesitan alimentarse además de néctar de sangre, pero de hospederos silvestres, y prefieren poner los huevecillos, reposar y picar a la intemperie (Hawley, 1998). Sin embargo, hoy en día debido a varios factores como la urbanización se ha encontrado que estas dos especies comparten los mismos hábitats y que frecuentemente compiten entre sí en sus zonas de distribución, lo que a menudo puede causar el desplazamiento competitivo de una de las especies (Novak, 1992).

2. COMPETENCIA POR RECURSOS ENTRE LAS LARVAS DEL GÉNERO *Aedes*

La reciente expansión geográfica de *Ae. albopictus* ha tenido como consecuencia que en algunas zonas se dé una disminución en número, pero no la eliminación total de *Ae. aegypti* (O'Meara et al., 1995). Este fenómeno se ha asociado con la competencia entre las dos especies. El desplazamiento competitivo se da debido a que comúnmente dos especies no pueden ocupar el mismo nicho, lo cual conlleva una reducción de la población de una de las especies debido a la competencia con la otra (Hornby et al., 1994). En el caso de mosquitos, la competencia entre *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* ocurre porque en sus etapas inmaduras ambas especies se desarrollan en los mismos recipientes que acumulan agua y porque se aparean durante el día cerca de fuentes de alimentación sanguínea, por ejemplo, los humanos.

2.1 CAPACIDAD VECTORIAL

La habilidad para transmitir un patógeno es conocida como capacidad vectorial (Beerntsen et al., 2000). La capacidad vectorial de especies que son vectores de enfermedades infecciosas comprende factores extrínsecos o ecológicos, entre los que se encuentran: temperatura, humedad, hábitats y alimento disponible, etc. Estos factores impactan la supervivencia y abundancia del vector. Por otro lado, están los factores intrínsecos relacionados con las bases genéticas del vector. Las bases genéticas incluyen la susceptibilidad a la infección, la permisividad para el desarrollo del patógeno y la eficiencia en la transmisión, los cuales son definidos en conjunto como competencia vectorial. La competencia vectorial se refiere a la capacidad intrínseca del vector para infectarse con el virus, permitir su replicación y posteriormente su transmisión a un huésped susceptible (Beerntsen et al., 2000). A su vez, la habilidad para ser un buen vector depende principalmente de barreras naturales a la infección, barreras inmunológicas y presencia de receptores específicos para el virus. Todas estas características, sumadas a las propias del virus, favorecerán o no la transmisión del vector (Higgs, 2005). Hasta este momento la evidencia de los efectos de la competencia entre especies sobre características extrínsecas o intrínsecas de la capacidad vectorial es limitada.

3. ESPECIES DE ESTUDIO Y CICLO BIOLÓGICO

3.1 *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)

Aedes aegypti probablemente es originaria de Etiopía y se le ha conocido como el "mosquito de la fiebre amarilla", que durante siglos fue una enfermedad grave en los

trópicos de América y África. Llegó a extenderse hasta áreas templadas, causando epidemias con alta mortalidad (Nelson, 1986).

Pertenece al orden Diptera, de la familia Culicidae, género *Aedes*, subgénero *Stegomyia*. Son característicos de zonas cálidas (tropicales y subtropicales) y de no más de 2000 msnm. Sin embargo, este límite altitudinal se ha incrementado en los últimos años. En estado adulto machos y hembras se alimentan de néctar de flores y/o frutos (Nelson, 1986). Las hembras son específicamente hematófagas, esta alimentación sanguínea es necesaria para la maduración de sus óvulos (Thiri6n, 2003). Este mosquito es de gran impacto en el sector salud a nivel mundial ya que las hembras de *Ae. aegypti* son las principales transmisoras de arbovirus (Almiron et al., 2009).

El ciclo de vida de *Ae. aegypti* comprende: huevecillo, cuatro estadios larvales, pupa y adulto. Los primeros tres estados son acuáticos mientras que, cuando llegan a adulto son de vida terrestre-voladora (Thiri6n, 2003) (Fig. 1). Las hembras suelen poner sus huevecillos en la interfaz tierra-agua, pero tambi6n los llegan a poner sobre lugares h6medos que pueden ser inundados (Nelson, 1986). Estos pueden soportar la desecaci6n por meses o incluso a6os despu6s de la puesta (Almiron et al., 2009). Son el6pticos y al momento de la puesta, son de color blanco, pero cambian r6pidamente a un color m6s oscuro. El desarrollo embrionario dura 48 horas si el ambiente es h6medo, o cinco d6as aproximadamente, si el ambiente es m6s seco (Nelson, 1986). Las larvas reci6n eclosionadas son muy peque6as; el tiempo necesario para desarrollar los cuatro estadios larvarios depende de la temperatura del agua. Despu6s de 5-7 d6as la larva se convierte en pupa. Durante esta fase, la pupa no se alimenta, pero no pierde la movilidad. Los adultos voladores emergen luego de 1-2 d6as de la aparici6n de pupas (Nelson, 1986).

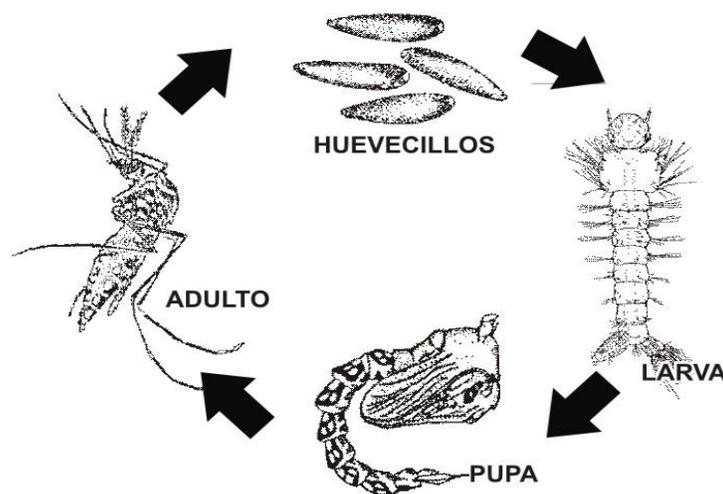


Figura 1. Ciclo biol6gico de mosquitos Culc6idos

Morfología

Larva

Es semejante a la de otros mosquitos; consta de cabeza, tórax ovoide y un abdomen de nueve segmentos. El segmento posterior anal tiene cuatro branquias lobadas para la regulación osmótica, al otro lado se encuentra el sifón que utiliza para captar oxígeno atmosférico. A simple vista muestran, a diferencia de otros géneros, un sifón corto y ancho, en posición de reposo con relación a la superficie del agua se observa casi vertical (Fig.2). Su desplazamiento lo hace con movimientos serpentinos, son sensibles a los cambios bruscos de la intensidad de la luz, lo que ocasiona que se sumerjan al fondo del recipiente cuando son perturbadas o si se proyecta una sombra. A lo largo de los cuatro estadios larvales la morfología se mantiene, siendo el aumento de tamaño el único cambio observable.

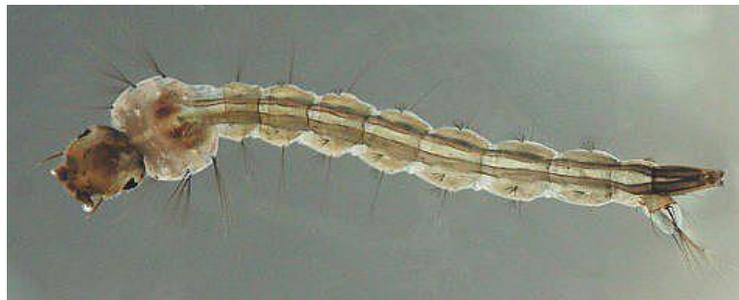


Figura 2. Larva de *Ae. aegypti*

Pupa

En la base del tórax tiene un par de estructuras respiratorias (trompetas), que hacen contacto con la superficie del agua permitiéndole tomar oxígeno atmosférico contenido en el aire. En la base del abdomen hay un par de remos o paletas que les sirven para nadar. Las pupas de *Ae. aegypti* se distinguen de otros géneros por tener trompetas cortas en forma cilíndrica, no acampanada distalmente y por tener en el ápice de cada paleta natatoria una sola seda (Nelson, 1986).



Fig. 2.1 Pupa de Ae. aegypti

Adulto

El adulto es oscuro con bandas blancas basales en los segmentos dorsales, en el mesonoto posee un diseño característico en forma de lira que puede desaparecer a través del tiempo (Fig. 2.2). Las escamas blancas del cílopeo y las de los palpos también permiten la identificación de la especie. Como en otras especies de culícidos, el macho se distingue de la hembra por sus antenas plumosas, menor tamaño corporal y palpos más largos (Nelson, 1986). El cuerpo del adulto es menor de 5 mm de longitud, antenas con numerosos artejos, alas delgadas con venas en diferente proporción ornamentadas por escamas. Tienen definida la región cefálica, torácica y abdominal, poseen exoesqueleto de quitina con escleritos (Martínez, 1987).

La especie es predominantemente doméstica, prolifera en recipientes artificiales o naturales que se encuentran en las viviendas o en sus alrededores. Únicamente las hembras son hematófagas, se alimentan de sangre humana o de los animales domésticos que detectan por estímulos visuales, movimientos, tamaño, olor, humedad, temperatura, concentración de CO₂, entre otros. Rara vez se encuentran a más de 100 metros de la vivienda humana (Martínez, 1987).



Figura 2.2. Adulto hembra de Ae. aegypti

3.2 *Aedes albopictus* (Skuse, 1984)

Aedes albopictus fue descrita por Skuse en 1984 en India. Filogenéticamente, la especie pertenece al orden Díptera, suborden Nematocera, familia Culiciidae, género *Aedes*, subgénero *Stegomyia*, grupo *Scutellaris* y sub-grupo *albopictus*.

Morfología

Los tiempos y condiciones ambientales de desarrollo, así como morfología general es parecida a los de *Ae. aegypti*. En observaciones de laboratorio se ha demostrado que en los huevecillos de cepas asiáticas de *Ae. albopictus* el embrión se desarrolla en periodos de dos a cuatro días a temperaturas de 24° C a 27° C (Helinski et al., 2012). La supervivencia del huevecillo también puede verse afectada por algunos factores parentales de la hembra, como los huevecillos no embrionados que se colapsan o los que se pierden por no estar adheridos adecuadamente a un sustrato (Gubler, 1971).

El número de huevecillos de *Ae. albopictus* que sobreviven a la escasez de humedad parece depender de la fase de desarrollo de los embriones antes de estar expuestos a condiciones de sequedad. Los huevecillos de *Ae. albopictus* son resistentes a condiciones de sequedad si se conservan en un medio húmedo durante cuatro días antes de exponerlos a la desecación (Gubler, 1971). Se ha registrado una longevidad máxima del huevo de 243 días a 25° C y a una humedad relativa de 70 a 75%.

Las hembras de *Ae. albopictus* ponen los huevecillos de uno en uno y los distribuyen por todo el recipiente a diversas distancias de la superficie del agua. El desarrollo embrionario depende principalmente de la temperatura del agua y de la disponibilidad de nutrientes. Otro parámetro importante para la eclosión de huevecillos de *Ae. albopictus* es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Los niveles bajos de oxígeno, por lo general relacionados con niveles elevados de actividad microbiana y de nutrientes en el agua, estimulan la eclosión (Edgerly et al., 1993). Cuando el huevecillo se ha humedecido hay microorganismos que colonizan su superficie, lo que da lugar a una disminución del oxígeno disuelto debido a un aumento de la actividad metabólica microbiana; esto a su vez, estimula la eclosión del huevo.

Larva

En condiciones naturales las larvas de *Ae. albopictus* se pueden desarrollar en aguas poco turbias, con un pH que oscila de 5.2 a 7.6 y con un pH óptimo de 6.8 a 7.6 en

Asia (Gubler, 1971). El agua con aminoácidos, amoníaco y en general, un contenido elevado de nitrógeno orgánico parece ser el hábitat ideal para *Ae. albopictus*.

En el tamaño de las larvas y en la duración de su desarrollo influyen la temperatura, el aporte de alimentos, la densidad y el género. Se han desarrollado estudios en laboratorio donde se han determinado ciclos de desarrollo de seis días a 30° C y de nueve y 13 días a 25° C y 20° C respectivamente (Edgerly et al 1993), también se han determinado ciclos de cuatro a nueve días a 25° C.

Las larvas de *Aedes albopictus* se pueden desarrollar en contenedores naturales como artificiales. Se le ha encontrado en hábitats naturales como cavidades de árboles, agujeros en cañas de bambú, y trozos de árboles, cáscaras de coco, axilas de plantas (bromeliáceas), charcas y acumulaciones de agua en las grietas de las rocas. Entre sus hábitats artificiales están las llantas, las latas, barriles, recipientes de barro, botellas, macetas de flores, cisternas y cubos, colocándolos cerca del nivel del agua pudiendo permanecer en estado de latencia (Moore et al.,2002).

Consta de cabeza, tórax ovoide y un abdomen de nueve segmentos. El segmento posterior anal tiene cuatro branquias lobadas para la regulación osmótica, al otro lado se encuentra el sifón que utiliza para captar oxígeno atmosférico. Tiene sifón corto y oscuro (Fig. 3). También son sensibles a los cambios bruscos de la intensidad de la luz, lo que ocasiona que se sumerjan al fondo del recipiente.

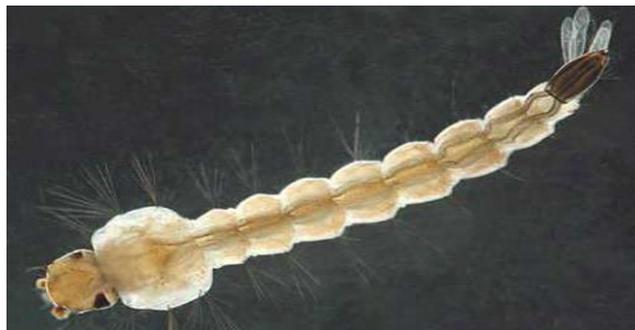


Figura 3. Larva de *Ae. albopictus*

Pupa

Livingstone y Krishnamoorthy (1982) demostraron que el período de desarrollo pupal era de 32-36 horas para los machos, mientras que las hembras alcanzaban la fase adulta en 49-52 horas. Se han hecho otros estudios donde se observó que la pupa dura dos días a una temperatura del agua de 30° C, tres días a 25° C y cinco días a

20° C, además se ha determinado que las pupas resisten por 2 días la desecación a una temperatura de 26° C (Frankhauser, 2002).

En la base del tórax tiene un par de estructuras respiratorias (trompetas). En la base del abdomen tienen paletas que les sirven para nadar (Fig. 3.1).



Figura 3.1. Pupa de *Ae. albopictus*

Adulto o Imago

Se caracteriza por su coloración negra con ornamentación de una conspicua línea blanca longitudinal central en tórax y cabeza (Fig. 3.3). Consta de escamas blancas y negras en abdomen. Patas con bandas negras y blancas. Tiene una longitud de entre unos 5 y 10 mm. La hembra posee una trompa fina y alargada, la probóscide, que, a modo de estilete, utiliza para picar y extraer sangre de vertebrados, El macho se distingue de la hembra por sus antenas plumosas, menor tamaño corporal y palpos más largos (Nelson, 1986).



Figura.3.3. Adulto hembra de *Ae. albopictus*

4. ANTECEDENTES

Las hembras *Ae. albopictus* presentes en zona urbanas usan el mismo tipo de recipientes artificiales de agua que *Ae. aegypti*, y varios estudios indican que pueden compartir el mismo hábitat. Debido a esta asociación se ha planteado que en algunas partes del Sureste Asiático *Ae. aegypti* ha sustituido a *Ae. albopictus* completamente en zonas urbanas. Por el contrario, las observaciones sobre la dispersión de *Ae. albopictus* en los estados costeros meridionales de los Estados Unidos indican que la expansión parece producirse a expensas de *Ae. aegypti*. La introducción de *Ae. albopictus* se ha acompañado de una drástica y rápida disminución de las poblaciones de *Ae. aegypti*. (Nasci et al., 1989).

Existen varios estudios que hablan acerca de los efectos de la competencia larval entre estas dos especies. Por ejemplo, O'Meara y colaboradores (1995) evidenciaron en el Sur de Estados Unidos, que la introducción de *Ae. albopictus* causó la rápida eliminación de *Ae. aegypti* en muchos sitios y la reducción de su distribución en el sureste del país. En el mismo estudio se observó el aumento y la disminución de la abundancia de ambas especies en los recipientes artificiales en diversos condados (O'Meara et al., 1995). *Ae. albopictus* se encontró por primera vez en 1986, y en 1994 se había extendido por todo el estado, con excepción de los Cayos, en el extremo sur de la Florida. En menos de ocho años, la distribución de *Ae. aegypti* se redujo a la parte sur de la península de la Florida.

En otros sitios también se observó la rápida disminución de *Ae. aegypti* luego de la llegada de *Ae. albopictus*, o una intensa disminución de sus poblaciones, especialmente en sus áreas rurales. En Brasil (Braks et al., 2003), *Ae. aegypti* persistió a pesar de la invasión de *Ae. albopictus*. Los mecanismos competitivos causantes de este rápido desplazamiento han sido motivo de muchas conjeturas, y han dado lugar a varios estudios de campo y de laboratorio.

Otros estudios han demostrado que en varias regiones *Ae. aegypti* ha empezado a recuperarse después de muchos años de ausencia. Por ejemplo, en varios cementerios de Florida, donde se consideraba que *Ae. aegypti* estaba totalmente ausente, se observó que había sobrepasado a *Ae. albopictus* en el número de individuos (Novak, 1992). Recuperaciones similares se han detectado en otros países, incluidos Colombia (Carvajal, 2013) y Argentina (Vezzani y Carbajo, 2005).

Se ha tratado de explicar la disminución de *Ae. aegypti* en Norteamérica y el papel que ha desempeñado en ella *Ae. albopictus*, pero no se ha llegado a una explicación general concluyente. Se necesitan más estudios para evaluar el auténtico efecto de *Ae. albopictus* en las poblaciones y en la capacidad vectorial de *Ae. aegypti*. En general, los investigadores están de acuerdo en que no hay pruebas suficientes de

que la disminución *Ae. aegypti* haya sido causada por *Ae. albopictus*. Con toda probabilidad hay una combinación de varios factores que contribuyen la disminución de *Ae. aegypti* y otros Aedinos de Norteamérica (New Orleans Mosquito Control Board, 1987).

5. JUSTIFICACIÓN

Aedes aegypti y *Ae. albopictus* se encuentran en el estado de Morelos (Villegas, 2010), y pueden estar coexistiendo en una misma localidad (inclusive en un mismo criadero (González-Acosta, datos no publicados). Sin embargo, se desconoce el impacto de la competencia por recursos sobre la densidad poblacional y características que pueden estar involucradas con la capacidad de transmitir virus causantes de enfermedades de ambas especies. Debido a que parece ser que la competencia por recursos tiene un impacto diferente en cada localidad, es necesario evaluar estas dos especies en laboratorio y medir el impacto en poblaciones mexicanas donde esta interacción esté ocurriendo.

6. HIPÓTESIS

La competencia inter e intraespecífica entre larvas, pupas y adultos en machos y hembras de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* tiene efectos sobre parámetros poblacionales de ambas especies.

7. OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos de la competencia larval interespecífica e intraespecífica con distintos grados de hacinamiento sobre el número de organismos larvas, pupas y adultos y la proporción de sexos en *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* de Jojutla, Morelos, bajo condiciones de laboratorio.

7.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar si la competencia entre larvas de distintas especies coexistiendo a distintas densidades de individuos afecta el número de individuos larva, pupa y

adulto y la proporción de hembras y machos de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.

- Determinar si la competencia entre larvas de la misma especie criadas a distintas densidades de individuos afecta el número de individuos larva, pupa y la proporción de hembras y machos de cada una de las especies de mosquitos evaluadas.

8. MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico

Para la realización de los bioensayos se utilizaron huevos colectados de ovitrampas provenientes de la localidad de Tlatenchi, Jojutla, Morelos (18°35'47"N, 99°11'11"O). La ovitrampa es un recipiente de plástico color negro con capacidad de un litro de agua, al cual se le coloca una tira de papel pellón de 20 cm por la parte interna (Fig.4). Se sabe que los mosquitos *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* tienen preferencia por este tipo de lugares para oviponer (Fig. 4.1). Las ovitrampas fueron monitoreadas semanalmente del mes de marzo a noviembre del año 2018 (Fig.4.2). Cada semana las tiras de papel pellón con huevecillos fueron retiradas y reemplazadas por un pellón nuevo. Las tiras de pellón colectadas se trasladaron al insectario del Centro Regional de Control de Vectores Panchimalco (CERECOVE Panchimalco) perteneciente a los Servicios de Salud de Morelos, ubicado en la localidad Panchimalco municipio de Jojutla, Morelos. Dentro del insectario las tiras de papel pellón con huevecillos fueron incubados a una temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa de $70\% \pm 10\%$ con un fotoperiodo natural de 12 h L: 12 h O. Las tiras con huevecillos fueron colocadas en cubetas con agua para inducir la eclosión de larvas. Las larvas fueron mantenidas y crecidas hasta adultos donde fueron determinadas taxonómicamente para poder tener organismos *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* por separado.



Figura 4. Ovitrapa



Figura 4.1. Ovipostura



Figura 4.2. Monitoreo de ovitrampas

Identificación taxonómica.

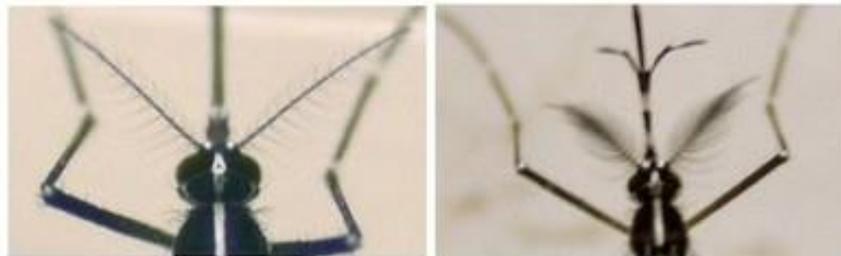
La identificación taxonómica en adultos se realizó en parentales (provenientes de la emergencia de ovitrampas) en un microscopio estereoscópico con ayuda de las claves de Darsie y Ward (2005). La principal característica morfológica observada fue la coloración de las escamas del tórax: el adulto de *Ae. aegypti* tiene un dorso con bandas de color plateado o amarillo blanquecino sobre fondo oscuro y un dibujo característico en forma de lira en el dorso del tórax. El adulto de *Ae. albopictus*, presenta una línea plateada transversal blanquecina en el dorso del tórax (Fig. 5). Para poder identificar entre sexo se observaron las antenas, las hembras tienen su antena en forma de aguja, mientras que los machos en forma de plumero (Fig. 6).



Ae. aegypti

Ae. albopictus

Figura 5. Coloración de las escamas del tórax, *Ae. aegypti* son color plateadas o amarillas con un dibujo en forma de lira y *Ae. albopictus* presenta sus escamas en forma de línea transversal.



Hembra

Macho

Figura 6. Antenas de las hembras son en forma de aguja mientras que las antenas de los machos en forma de plumero. Este dimorfismo sexual se presenta en ambas especies, *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*.

La identificación taxonómica de larvas se realizó en el microscopio estereoscópico, con las claves de Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos (1994). La estructura morfológica más importante para diferenciar ambas especies se encuentra en las espinas del peine presentes en el octavo segmento del tórax, *Ae. aegypti* presenta *espinas* en forma de trinche, mientras que *Ae. albopictus* en forma de punta de lanza (Fig. 7).

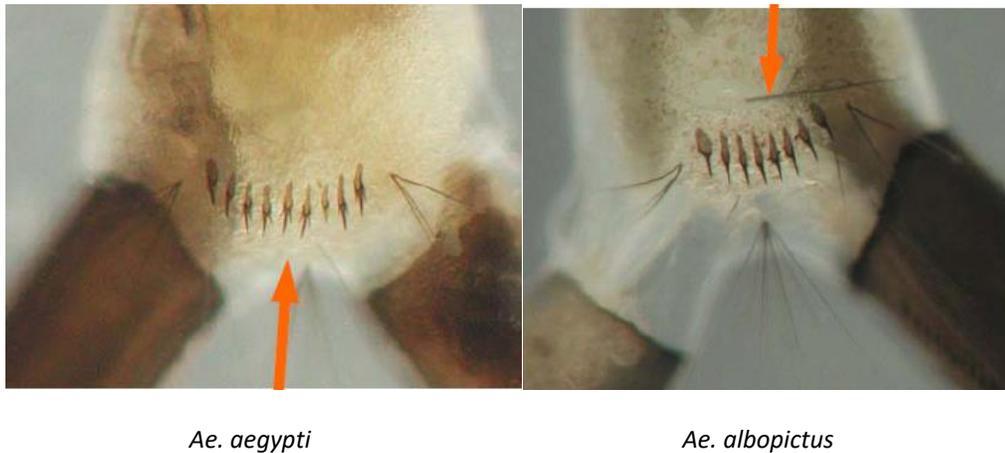


Figura 7. Diferencia entre la forma de las espinas del octavo segmento para diferenciar entre las especies *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*.

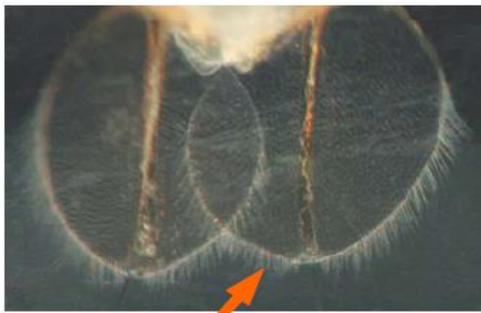
Posterior a la identificación y separación por especie, las hembras de cada especie fueron alimentadas con sangre y se les permitió la ovipostura. Los huevecillos obtenidos (F1) fueron utilizados por los posteriores bioensayos.

BIOENSAYOS

Para evaluar el efecto de la competencia interespecífica (entre especies) e intraespecífica (dentro de especies) larval y el efecto del hacinamiento sobre *Ae. Aegypti* y *Ae. Albopictus*, se realizaron dos tipos de bioensayos, en la cual la variable principal fue la cantidad (hacinamiento) de larvas dentro de un mismo criadero, denominándolos de baja y alta densidad.

Baja densidad poblacional. A tres charolas de plástico (30x16x5 cm) se agregó 600 ml de agua a cada una. A la primera charola (competencia interespecífica) se le colocaron 50 larvas de primer estadio (L1) de *Ae. Aegypti* más 50 larvas L1 de *Ae. albopictus*. En la segunda charola se colocaron 100 L1 de *Ae. Aegypti*, y en la tercera charola se colocaron 100 larvas L1 de *Ae. albopictus*, las dos últimas fueron utilizadas

como grupos control (competencia intraespecífica). Las larvas fueron alimentadas diariamente con un gramo de alimento para rata, macerado y esterilizado en cada charola, el recambio de agua se realizó de acuerdo con la turbidez en cada charola. Las larvas fueron contadas e identificadas taxonómicamente en el 4to estadio (L4). Posteriormente, las larvas fueron colocadas nuevamente en la charola con agua para que pudieran alcanza el estadio pupal. Las pupas también fueron identificadas (utilizando la forma de la paleta caudal) (Fig. 8), y contadas por especie. Se colocaron dentro de una jaula de emergencia (30x30x30 cm) para completar su fase adulta. Los adultos fueron contados e identificados por especie y sexo. El mismo procedimiento se realizó para las charolas con los grupos control.



Ae. Albopictus

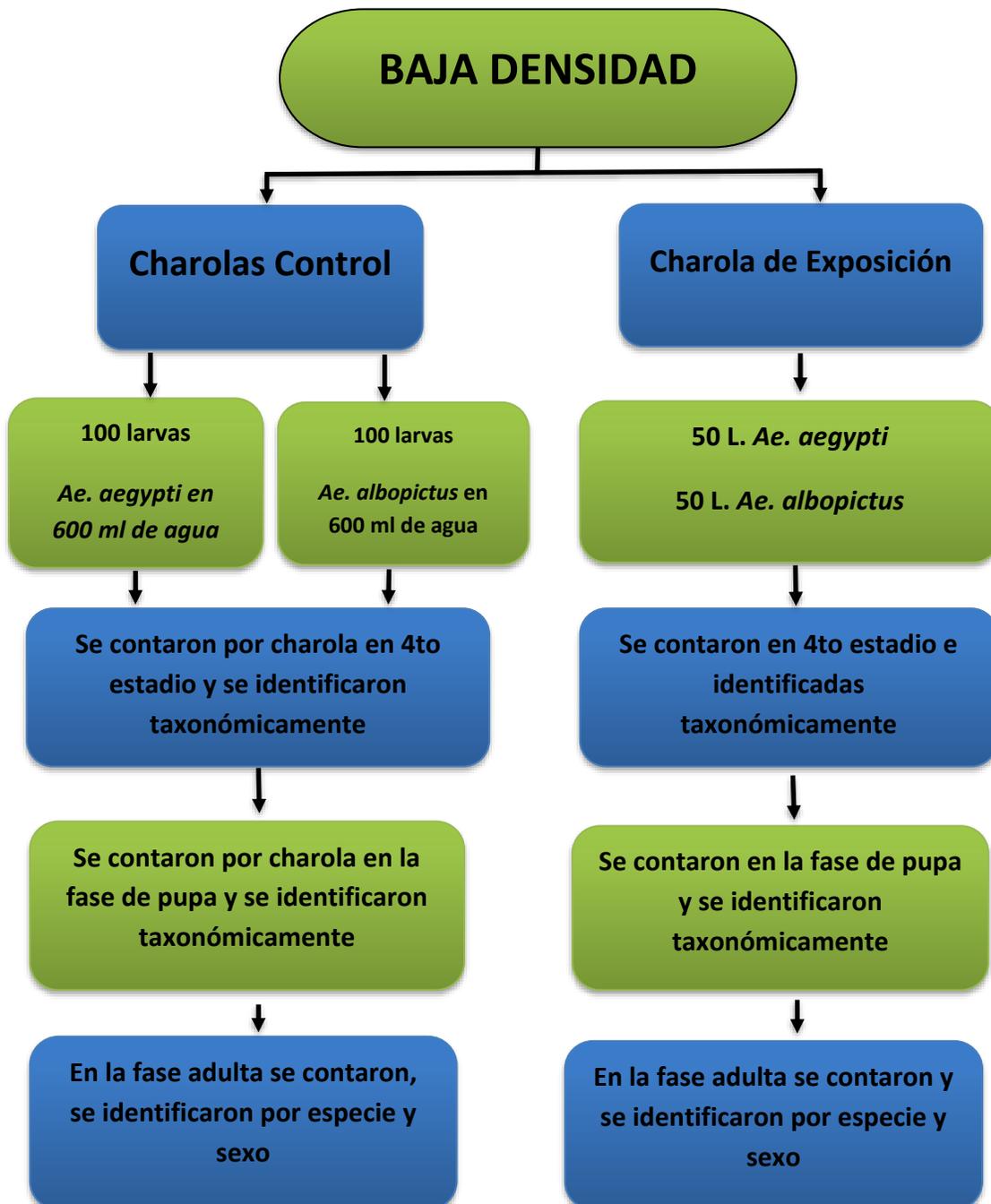


Ae. Aegypti

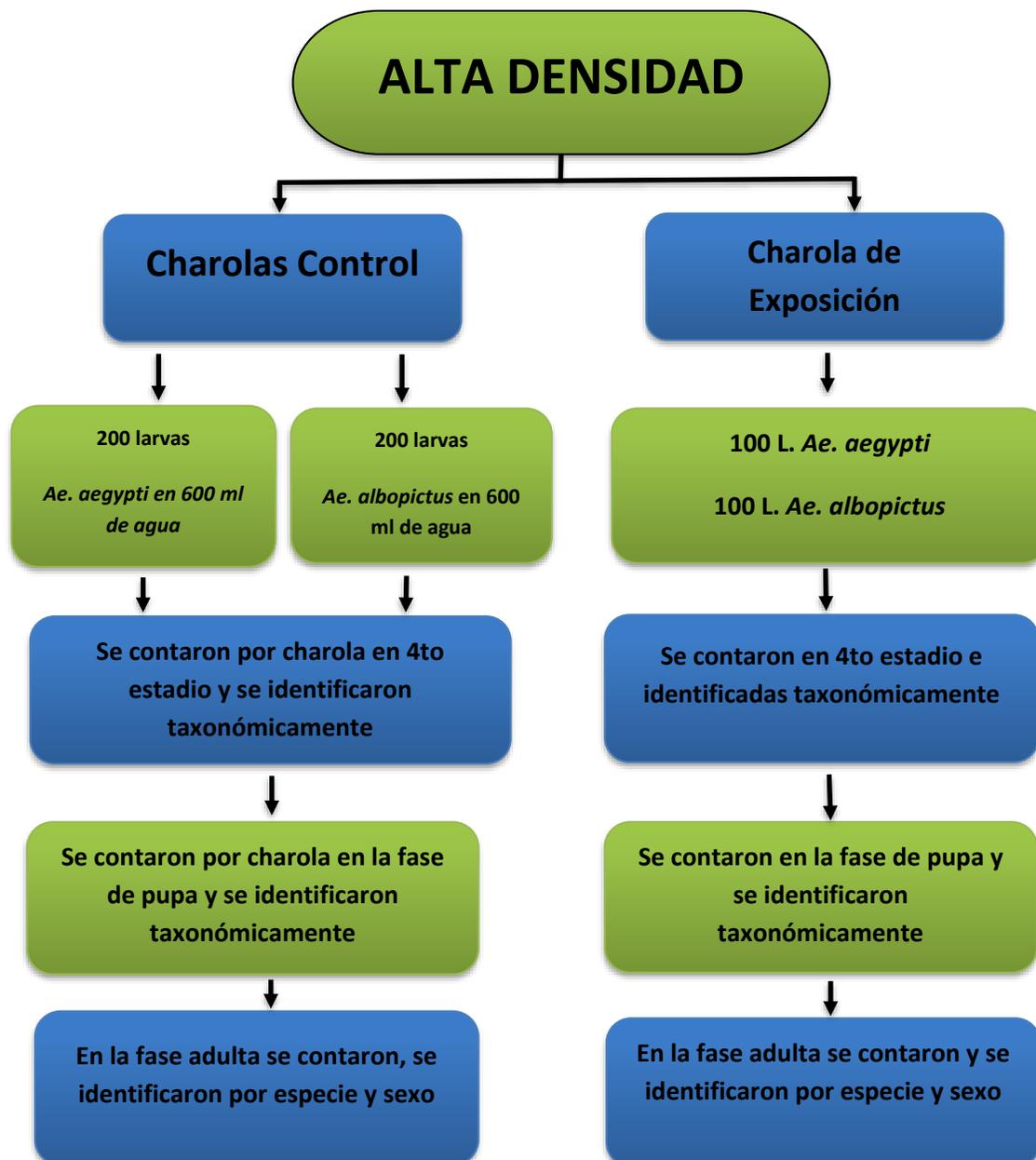
Figura 8. Paletas natatorias, *Ae. Albopictus* posee una paleta con apéndice en forma de punta y margen con sedas (pelos). *Ae. Aegypti* posee una paleta más o menos tan larga como ancha (redonda), y con dentículos submarginales.

Se anexa diagrama de flujo.

Cada bioensayo fue realizado dos veces.



Alta densidad poblacional. A tres charolas de plástico (30x16x5 cm) se agregó 600 ml de agua a cada una. En la primera charola (competencia interespecífica) se colocaron 100 larvas de *Ae. aegypti* y 100 larvas de *Ae. albopictus* a competir. En la segunda charola se colocaron 200 larvas de *Ae. aegypti*. En una tercera charola se colocaron 200 larvas de *Ae. albopictus*, las dos últimas fueron utilizadas como grupos control (competencia intraespecífica). El método de crianza, cuantificación e identificación se realizó de la misma forma utilizada en el experimento de “Baja densidad”. Se anexa diagrama de flujo.



Cada bioensayo fue realizado dos veces.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para comparar la proporción de individuos vivos y muertos entre grupos (inter e intracompetencia), se utilizaron pruebas de χ^2 usando el programa estadístico JMP 6.0 (SAS institute, 2008). Se contabilizaron los datos de supervivencia/mortalidad para larvas que llegaron al 4to estadio larval. Para el estadio pupal se registró el número total de larvas que puparon. Finalmente, se registró el número de adultos (hembras y machos) que emergieron. Se contabilizó la emergencia de adultos durante un rango de 2 a 4 días (hasta que la última pupa emergiera a adulto). Los adultos fueron sexados.

10. RESULTADOS

LARVAS

Los resultados indican que las larvas de la especie *Ae. aegypti* muestran una menor supervivencia en comparación con las larvas de *Ae. albopictus* (Tabla 1, Fig. 7). Esta menor supervivencia se observa tanto en las larvas que estuvieron en competencia interespecífica (*Ae. aegypti* vs. *Ae. albopictus*) en baja y alta densidad de larvas. La supervivencia de larvas de *Ae. aegypti* en alta competencia fue de 64%, mientras que en la baja competencia fue del 63%. Para larvas de *Ae. albopictus* en alta densidad, la supervivencia fue del 97% y en la baja densidad 98%. En la figura 7, se observa el promedio de un 68 y 74% del total de larvas vivas de *Ae. aegypti* en competencia intraespecífica en alta y baja densidad respectivamente. Para *Ae. albopictus* la supervivencia fue mayor al 98% en ambas densidades; esto indica que la competencia no generó un gran impacto en la proporción de supervivencia de las larvas de esta especie.

Únicamente las larvas de *Ae. aegypti* se vieron afectadas por la competencia interespecífica cuando fueron criadas en una alta densidad de individuos (*Ae. aegypti* competencia interespecífica alta (63%) vs. *Ae. aegypti* competencia intraespecífica alta densidad (74%), $\chi^2= 8.822$, $P=0.003$). Las larvas de *Ae. albopictus* no se vieron afectadas por la competencia interespecífica o intraespecífica y por la densidad poblacional en la cual fueron criadas (Tabla 1).

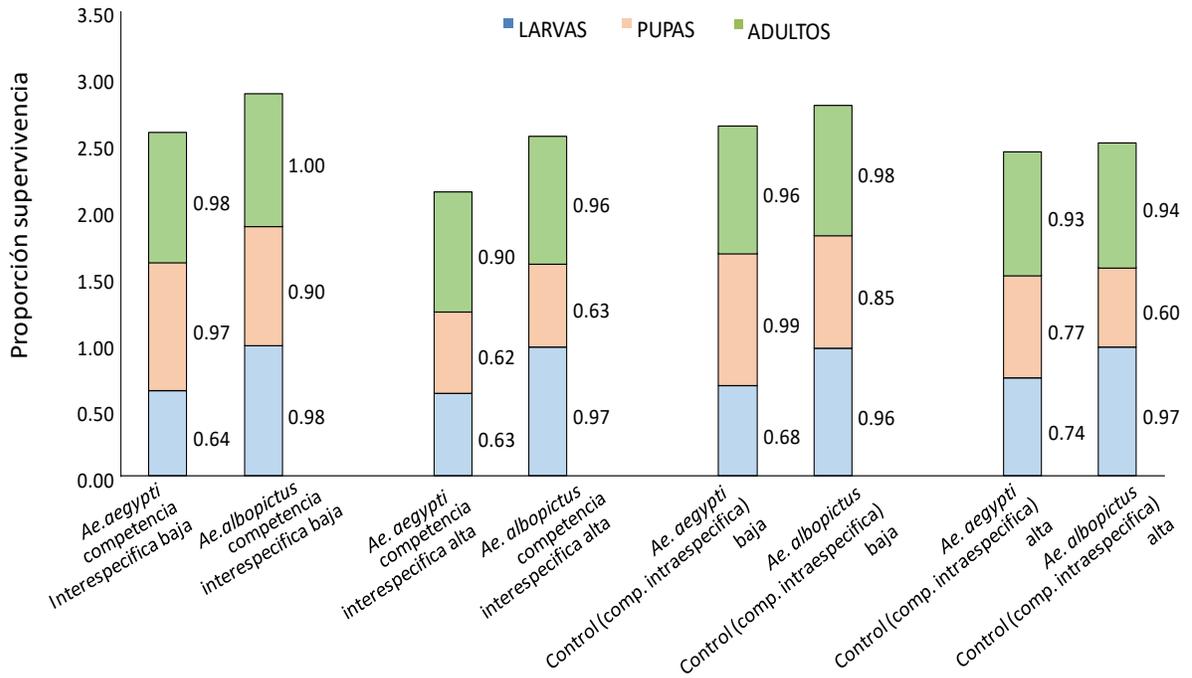


Figura 7. Proporción de supervivencia de larvas, pupas y adultos de las especies *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en competencia interespecifica, intraespecifica con baja y alta densidad de individuos.

Tabla 1. Diferencias en la proporción de vivos/muertos entre larvas de cuarto estadio de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Los grupos que mostraron diferencias estadísticamente significativas se muestran en **negritas**.

LARVAS	χ^2	P
<i>En competencia interespecífica</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	37.557	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	73.703	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	0.054	0.799
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	0.257	0.612
<i>Controles (competencia intraespecífica)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	53.117	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	86.584	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	2.316	0.128
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	0.679	0.409
<i>Competencia interespecífica vs. Intraespecífica (control)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control baja densidad	0.48	0.488
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control alta densidad	8.822	0.003
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control baja densidad	0.826	0.363
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control alta densidad	0.03	0.861

PUPAS

Los resultados indican que la competencia interespecífica de baja densidad no genera diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia de las pupas de ambas especies (Tabla 2). Sin embargo, para la supervivencia de las pupas de *Ae. aegypti* tanto como las de *Ae. albopictus* se observó una mayor mortalidad en las densidades altas, ya sea competencia interespecífica o intraespecífica (control) (Tabla 2, Fig. 7). Interesantemente, las larvas de *Ae. albopictus* en competencia intraespecífica (alta y baja densidad) son las que muestran una menor supervivencia, esto en comparación con las supervivencias de las pupas de *Ae. aegypti* (Fig. 7). El porcentaje de supervivencia de las pupas de *Ae. aegypti* en competencia intraespecífica en baja y alta densidad fue del 99% y 77 respectivamente, mientras que la para supervivencia de las pupas de *Ae. albopictus* 85% y 60%. Esto podría ser debido al estrés larval que sufren las dos especies en altas densidades. Únicamente las pupas de *Ae. aegypti* se

vieron afectadas por la competencia interespecífica cuando el estadio larval fue criado en una alta densidad de individuos (*Ae. aegypti* competencia interespecífica (62%) vs. *Ae. aegypti* control alta densidad (77%, $\chi^2= 10.61$, $P=0.001$).

Tabla 2. Diferencias en la proporción de vivos/muertos entre pupas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Los grupos que mostraron diferencias estadísticamente significativas se muestran en **negritas**.

PUPAS	χ^2	P
<i>En competencia interespecífica</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	2.829	0.096
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	0.054	0.816
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	27.071	<0.0001
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	23.344	<0.0001
<i>Controles (competencia intraespecífica)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	18.942	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	22.678	<0.0001
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	34.197	<0.0001
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	38.687	<0.0001
<i>Competencia Interespecífica vs. Intraespecífica (control)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control baja densidad	1.682	0.194
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control alta densidad	10.61	0.001
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control baja densidad	1.093	0.295
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control alta densidad	0.486	0.485

ADULTOS

Los resultados muestran que la supervivencia de los adultos es mayor al 90%. Se observa una mayor supervivencia para los individuos de *Ae. albopictus* (Fig. 7). Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativamente en altas bajas densidades y/o en competencia interespecífica (Tabla 3). Solo para los adultos de *Ae. aegypti*, la competencia interespecífica impacta negativamente a los organismos que fueron criados en altas densidades ($\chi^2= 4.483$, $P=0.034$). La supervivencia de los adultos de *Ae. aegypti* en baja densidad fue del 98%, mientras que la supervivencia

en alta densidad fue del 90%. Para los adultos de *Ae. albopictus*, la competencia interespecífica impacta negativamente a los organismos que fueron criados en altas densidades. La supervivencia de los adultos en baja densidad fue del 98%, mientras que la supervivencia en alta densidad fue del 100% mientras que la supervivencia en alta densidad fue del 96%. Sin embargo, esta diferencia fue marginalmente no significativa ($\chi^2= 3.695$, $P=0.054$).

Tabla 3. Diferencias en la proporción de vivos/muertos entre pupas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Los grupos que mostraron diferencias estadísticamente significativas se muestran en **negritas**.

ADULTOS	χ^2	P
<i>En competencia interespecífica</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	1.406	0.2357
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	3.0602	0.0802
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	4.483	0.034
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	3.695	0.0546
<i>Controles (competencia intraespecífica)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> baja densidad	1.03	0.5976
<i>Ae. aegypti</i> vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	0.125	0.9396
<i>Ae. aegypti</i> baja vs. <i>Ae. aegypti</i> alta densidad	0.999	0.3175
<i>Ae. albopictus</i> baja vs. <i>Ae. albopictus</i> alta densidad	0.058	0.8103
<i>Competencia Interespecífica vs. Intraespecífica (control)</i>		
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control baja densidad	0.655	0.4184
<i>Ae. aegypti</i> interespecífica vs. <i>Ae. aegypti</i> control alta densidad	1.222	0.269
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control baja densidad	1.629	0.2018
<i>Ae. albopictus</i> interespecífica vs. <i>Ae. albopictus</i> control alta densidad	0.577	0.4478

Proporción de sexos

Se observa una mayor proporción de machos (57%) (Fig. 8). La mayor proporción de machos fue común para todos los grupos (competencia inter e intraespecífica y alta o baja densidad). No se encontraron diferencias en la proporción de machos entre grupos ($\chi^2=6.006$, $P=0.539$), esto indica que la mayor proporción de machos entre grupos fue una constante entre grupos.

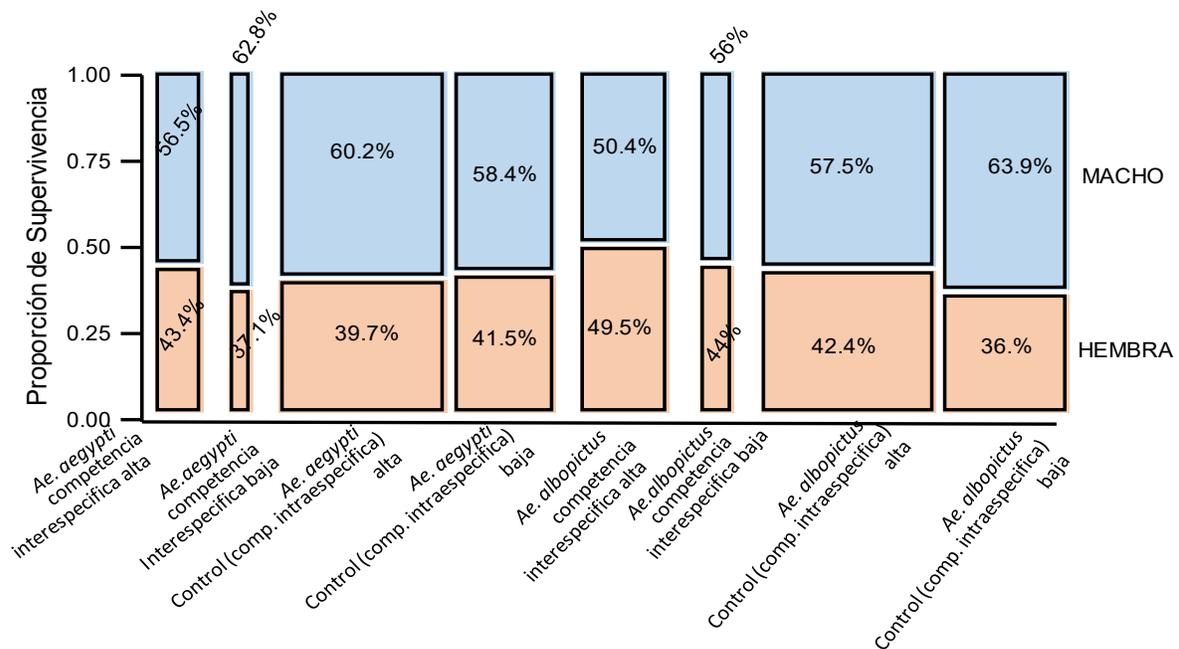


Figura 8. Proporción de sexos observados en individuos que estuvieron bajo competencia inter e intraespecífica y en alta o baja densidad de larval.

11. DISCUSIÓN

Competencia larval y coexistencia de especies en estadio larval

Los resultados de este estudio muestran dos aspectos importantes de la biología larvas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* colectados en Morelos: **(1)** las larvas de *Ae. aegypti* tienen una menor supervivencia en comparación con las larvas de *Ae. albopictus*. Esta diferencia en mortalidad fue independiente de la coexistencia intra o interespecífica. La supervivencia en las larvas de *Ae. aegypti* estuvo por debajo del 70%, mientras que la supervivencia de *Ae. albopictus* fue mayor al 95% en todas las condiciones (alta o baja densidad, competencia intra e interespecífica). **(2)** La competencia interespecífica con alta densidad de individuos incrementa aún más la mortalidad de larvas de *Ae. aegypti*. Esto podría estar indicando que las larvas de *Ae. albopictus* tienen una ventaja competitiva, en cuanto a la captación de recursos se refiere. Es decir, que a pesar de contar con menos alimento debida al número de individuos que están coexistiendo, el recurso se está canalizando eficientemente para mantener la supervivencia del individuo. Como consecuencia, esto estaría generando un incremento en la densidad poblacional de *Ae. albopictus*.

Se podría argumentar que la dieta utilizada en los experimentos pudiera ser un factor que está afectando la mortalidad natural de las larvas y podría estar llevando a interpretaciones de resultados erróneas. Sin embargo, Juliano (1998), Barrera (1996) y (Yee et al., 2004) también reportaron una mayor capacidad competitiva de *Ae. albopictus* (comparada con la de *Ae. aegypti*) cuando las larvas de ambas especies fueron sometidas a una dieta natural (hojarasca). De igual forma, Braks y colaboradores (2004), mencionan que la mayor habilidad competitiva que ellos observaron en *Ae. albopictus* es debida a la capacidad fisiológica de canalizar los recursos a la supervivencia larval. Estos investigadores realizaron sus experimentos usando alimento que comúnmente se encuentra en los sitios naturales donde se desarrollan las larvas.

Aunado a la eficiente explotación de recursos por parte de *Ae. albopictus*, nuestros resultados y los de otros estudios, evidencian la baja resistencia de *Ae. aegypti* por los escasos recursos. Una posible explicación de la mortalidad de *Ae. aegypti* observada (independiente de la coexistencia intra o interespecífica) es la posible ocurrencia de trade-offs o disyuntivas ecológicas. Una disyuntiva ecológica ocurre cuando un organismo no puede dirigir los recursos a dos o más características (de desarrollo, metabólicas, fisiológicas, conductuales, etc.) al mismo tiempo, esto a pesar de que las características en disyuntiva pueden estar contribuyendo a incrementar la supervivencia y estar genéticamente correlacionadas (Cheveraud et al., 1983). Dado que los organismos tienen acceso limitado a los recursos no pueden maximizar la inversión hacia todas las características relacionadas con la supervivencia (o

reproducción). Los individuos deben “*decidir*” fisiológicamente cómo invertir esos recursos para así maximizar su éxito de supervivencia y reproducción. La aparición de estas disyuntivas dependerá del hábitat (que incluye condiciones de temperatura y humedad, depredadores, patógenos, competidores, y otros factores bióticos y abióticos) donde se encuentre el organismo en cuestión (Schlichting y Pigluicci, 1998).

Un gran número de poblaciones de *Ae. aegypti* presentan elevados grados de resistencia a insecticidas, la cepa “Morelos” de *Ae. aegypti* no es la excepción. Los mosquitos de esta cepa presentan alto grado de resistencia hacia un gran número de piretroides (Kuri et al., 2017). A pesar de que la resistencia a insecticidas pudiera estar confiriendo ventajas en supervivencia, otras características se pueden ver afectadas negativamente. Por ejemplo, en poblaciones con individuos resistentes a insecticidas se ha observado un incremento en el riesgo de depredación (Berticat et al., 2004), decremento en la longevidad del adulto (Agnew et al., 2004), decremento en la ingesta de sangre y frecuencia de hembras inseminadas (Belinato et al., 2012), decremento en la producción y eclosión de huevecillos (Kumar et al., 2009). Es posible que la resistencia a insecticidas en *Ae. aegypti* pudiera estar afectando la habilidad competitiva y asignación de recursos de las larvas, lo que podría estar explicando la mortalidad observada en nuestros resultados. Sin embargo, esto necesita ser comprobado experimentalmente.

Aedes albopictus usa el mismo tipo de recipientes artificiales de agua que *Ae. aegypti* y existen varios estudios que indican que pueden estar compartiendo criaderos larvales en el mismo hábitat (Carvajal, 2013). Esto es muy relacionado a un estudio que se realizó en Florida, donde *Ae. albopictus* en menos de ocho años había confinado a las poblaciones de *Ae. aegypti* a la zona sur del estado (O’ Meara et al., 1995). *Aedes albopictus* es de reciente introducción, en el estado de Morelos el primer registro se dio en 2009 (Villegas-Trejo, 2010). La reciente presencia de *Ae. albopictus* pudiera no solo estar evidenciando las disyuntivas ecológicas de *Ae. aegypti*, sino que también podría estar afectando negativamente la densidad poblacional esta especie. Este aspecto se discutirá más adelante.

Efectos de la competencia larval y coexistencia de especies sobre el estadio de pupa

Contrario a lo que se observó en larvas, las pupas de *Ae. albopictus* presentan una menor supervivencia en comparación con *Ae. aegypti*. Además, la alta densidad y la competencia interespecífica tienen un mayor impacto en la mortalidad de pupas de *Ae. albopictus*. La elevada mortalidad de pupas y la baja mortalidad de larvas en *Ae. albopictus* parece contradictorio. Sin embargo, un estudio con *Anopheles stephensi*

se encontró que larvas criadas con baja disponibilidad de alimento presentaban mayor mortalidad, los autores solo mencionaron que las pupas tenían una inhabilidad en el desarrollo (Reisen, 1975). Es posible que los efectos de la competencia larval sobre la mortalidad de pupas observada en nuestro trabajo y en el trabajo en *An. stephensi*, se deba a diferencias entre especies a la susceptibilidad de las pupas a las condiciones durante el estadio larval. A pesar de que el alimento pueda ser acaparado por las larvas de *Ae. albopictus*, la cantidad de recursos almacenados no es suficiente para garantizar la supervivencia de pupas. En comparación, las pupas de *Ae. aegypti* podrían necesitar de menos recurso para completar la metamorfosis y tener un mayor éxito de supervivencia. Esto se podría empezar a validar comparando el peso de las pupas de ambas especies. Se podría esperar que el peso de *Ae. albopictus* fuera mayor que la de *Ae. aegypti*, esto significaría que *Ae. albopictus* necesita una mayor cantidad de recursos para poder pasar por la fase de metamorfosis. Por lo que competencia intra e interespecíficas y distintas densidades podría estar afectando la supervivencia de pupas.

Los resultados de este estudio indican que cuando *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* comparten criadero durante el estado de larva, de algunos rasgos de historia de vida (como la supervivencia en la metamorfosis) se modifican como resultado de la competencia entre larvas.

Efectos de la competencia larval y coexistencia de especies sobre el estadio adulto

La única diferencia estadísticamente significativa que se observó fue que adultos de *Ae. aegypti* cuyas larvas fueron criadas en baja densidad de individuos y en competencia interespecíficas tienen una mayor supervivencia que los adultos de *Ae. aegypti* alta densidad (y competencia interespecífica). La supervivencia de los adultos de ambas especies es muy similar. Joy y colaboradores (2010) reportaron que cuando la dieta en larvas fue restringida, los adultos mostraron un ligero incremento en la supervivencia. Probablemente la supervivencia del estadio adulto no se vea tan afectada por las condiciones en las cuales las larvas se desarrollan. Sin embargo, otras características se podrían ser afectadas. Una característica no medida en nuestro estudio fue el tamaño corporal. Otros estudios muestran que el tamaño corporal en condiciones de competencia se ve reducido. Esto es importante ya que se ha observado que mosquitos hembra de mayor tamaño consumen una mayor cantidad de sangre incrementando así su periodo de vida (Haramis, 1983; Hawley, 1985; Nasci, 1986). Por lo que, si la escasez de recurso (ocasionada por la competencia y densidad larval) afecta negativamente el tamaño, la cantidad de huevecillos que podría producir

podría ser menor, excrementando la tasa de crecimiento poblacional de la especie de mosquito más afectada.

Un resultado interesante, y que hasta donde nosotros sabemos no hay reportes, es que la proporción de machos fue mayor en todas las condiciones que se encontró en mayor porcentaje fueron machos. Esto puede deberse a que la condiciones bióticas y abióticas de los sitios de colecta de donde provienen las cepas, tenga condiciones de alimentación limitada u otros factores que puedan afectar la proporción de sexos. Ante condiciones adversas de recursos, Hardy (2010) propuso que la inversión parental va a ser por el sexo que compita menos por los recursos, para nuestro caso serían los machos.

En mosquitos del género *Aedes* el dimorfismo sexual en pupas y adultos es evidente, siendo las hembras de ambos estadios los de mayor tamaño (Cantrell, 1939). Esto tiene como consecuencia que las hembras necesiten más recursos para alcanzar un tamaño corporal que le pueda permitir incrementar su éxito de supervivencia y de reproducción (Steinwascher, 1982). Por lo que el sexo que estará en mayor competencia es la hembra. Esto podría explicar la proporción de sexos cargada hacia machos.

Efecto de la competencia larval en salud pública

El desplazamiento competitivo es el resultado de principios ecológicos que dicen que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho, lo cual conlleva una reducción de la población de una de las especies debido a la competencia de una con la otra. Nuestros resultados permiten concluir que *Ae. albopictus* está desplazando a *Ae. aegypti*. Sin embargo, nuestros resultados son muy similares a lo que se observa en otros estudios donde ha ocurrido un desplazamiento de una de las especies. En estados Unidos (O'Meara et al., 1995) y en Brasil (Braks et al., 2003) se observó la disminución de las poblaciones de *Ae. aegypti* luego de la llegada de *Ae. albopictus*, sin embargo, *Ae. aegypti* no fue desplazado por completo. Por lo que es probable que esto esté pasando en Morelos.

Mucho se ha argumentado acerca de la capacidad vectorial de las dos especies. Algunos autores mencionan que *Ae. albopictus* tiene una mayor replicación de dengue en sus tejidos por lo que podría transmitir una mayor carga viral al humano del cual se alimenta (Whitehorn et al., 2015). Sin embargo, otros autores mencionan que, a pesar de la alta infectividad, la tasa de transmisión (probabilidad de infección a humanos por picadura) de *Ae. albopictus* es menor que la de *Ae. aegypti* (Wei-June, 1993). La contribución real de *Ae. albopictus* de epidemias de arbovirus en México se

desconoce. El desplazamiento de *Ae. aegypti* podría tener un impacto favorable en caso de que *Ae. albopictus* no tenga una elevada capacidad vectorial.

Ae. aegypti y *Ae. albopictus* son los principales vectores en la transmisión de enfermedades, y a lo largo de los años se ha llevado una lucha contra esta especie para terminar con los brotes de enfermedades como Dengue, Chikungunya y Zika. Los servicios de salud pública día con día llevan la tarea de controlar mediante insecticidas el aumento en densidad población de mosquitos. En caso de que *Ae. albopictus* pueda estar contribuyendo a la ocurrencia de casos de dengue, esta especie puede ser controlada a través del uso de insecticidas. La cepa de Morelos es aún susceptible a un gran número de insecticidas (datos no publicados), por lo que las acciones que se llevan para controlar a *Ae. aegypti* serían efectivas para controlar a *Ae. albopictus*.

12. CONCLUSIONES

- *Aedes albopictus* tiende a ser más competitivo que *Aedes aegypti* en altas densidades.
- *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* ocupan el mismo espacio y compiten entre sí, como resultado podría ser que *Ae. albopictus* esté desplazando a *Ae. aegypti* en un proceso gradual.
- La competencia por recursos entre larvas de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* afecta las densidades poblacionales de las mismas.

REFERENCIAS

- Almirón WRF, Ludueña Imelda FF, Domínguez MC. 2009. Preferencia de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) por sitios de oviposición. *Rev. Soc. Entomol Argent.* 58: 159-164.
- Anderson JR, Rico-Hesse R. 2006. *Aedes aegypti* vectorial capacity is determined by the infecting genotype of dengue virus. *Am J Trop Med Hyg.* 75: 886-8.
- Agnew, P., Berticat, C., Bedhomme, S., Sidobre, C. and Michalakis, Y. 2004. Parasitism increases and decreases the costs of insecticide resistance in mosquitoes. *Evolution*, 58: 579-586.
- Braks MA, Honorio NA, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA, Lounibos LP. 2003. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. *J Med Entomol.* 40:785-94.
- Beerntsen BT, James AA, Christensen BM. 2000. Genetics of mosquito vector competence. *Microbiol Mol Biol Rev.* 64:115-137.
- Begon M, Townsend C, Harper J. 2005. *Ecology: from individuals to Ecosystems*, 4th edition, Ed. Wiley-Blackwell.
- Belinato, T.A., Martins, A.J. and Valle, D. 2012. Fitness evaluation of two Brazilian *Aedes aegypti* field populations with distinct levels of resistance to the organophosphate temephos. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 107:916-922.
- Berticat, C., Rousset, F., Raymond, M., Berthomieu, A. and Weill, M. 2002. High *Wolbachia* density in insecticide-resistant mosquitoes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 269:1413–1416.
- Bosio CF, Beaty BJ, Black WC 4th. 1998. Quantitative genetics of vector competence for dengue-2 virus in *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg.* 59: 965-970.
- Cantrel, W. 1939. Relation of size to sex in pupae of *aedes aegypti* (L.), *A. triseratus* (Say), and *A. vexans* (Meig.). *Jour. Parasit.* 25(4): 448-449.
- Carvajal JJ. 2013. Variação espacial e temporal dos vetores do dengue *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) e *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) na área urbana do município de Leticia (Amazonas-Colômbia) e sua associação com a transmissão do dengue na tríplice fronteira amazônica (Colômbia-Brasil-Peru).
- Centro Nacional De Programas Preventivos y Prevención De Enfermedades. (CENAPRECE), 2017. Programa de enfermedades transmitidas por vector. Disponible en http://www.cenaprece.salud.mx/programas /interior/ portada_vectores.html.

Cheverud, J.M., Rutledge, J.J. and Atchley, W.R. 1983. Quantitative genetics of development: genetic correlations among age-specific trait values and the evolution of ontogeny. *Evolution* 37: 895-905.

Darsie RF, Ward RA. 2005. Identification and Geographical Distribution of the Mosquitoes of North America, North of Mexico. 2nd ed. Gainesville, FL: University Press of Florida.

Dissertação de Mestrado em Medicina Tropical. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 2013. p. 126.

Edgerly J, Willey MS, P Livdahl. 1993. The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for mosquito invasion. *Ecol. Entomol.* 18:123-128.

Environmental Entomology, Volume 11, Issue 1, 1 February 1982, Pages 150–153.

Frankhauser DB. 2002. Asian Tiger Mosquito, Now in Clermont, Country, Ohio. Probable introduction in tires from Northern Asia for North Asian origin. *Science.* 236-1114-1116.

Gámez S, 2005. Infección Neurológica por Virus Toscana en la provincia de Granada: Estudio Clínico - Epidemiológico. [Tesis Doctoral]. Pp 10, Granada: Editorial de la Universidad de Granada.

Gomes A, Forattini O, Kakitani I, Marques G, de Azevedo Marques C, Marucci D, de Brito M. 1992. Micro habitats of *Aedes albopictus* (Skuse) in the Paraíba Valley Region of the State of Sao Paulo, Brazil. *Rev. Saúde Pública.* 26:108-118.

Gubler DJ. 1971. Studies on the comparative oviposition behaviour of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* and *Aedes* (*Stegomyia*) *polynesiensis*. *J Med Entomol.* 8:675-687.

Hardy, ICW. 2010. Sex allocation, sex ratio and reproduction. *Encyclopedia of Animal Behavior.* Ed. Michael D. Breed and Janice Moore. Academix Press. Pp: 146-151.

Harrington LC, Edman JD, Scott TW. 2001. Why do female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) feed preferentially and frequently on human blood? *J Med Entomol.* 38: 411-22. 1.

Hawley W. The effect of larval density on adult longevity of a mosquito *Aedes sierrensis* - epidemiological consequences. *Journal of Animal Ecology* 1985;54:955–964.

Hawley WA. 1998. The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc.* 14(Suppl.1):1-39.

Helinski MEH, Deewatthanawong,P, Sirot LK, Wolfner MF, Harrington LC. 2012. Duration and dose-dependency of female sexual receptivity responses to seminal fluid proteins in *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti* mosquitoes. *J Insect Physiol.* 58:1307-1313.

Higgs S, Beaty BJ. 2005. Natural cycles of vector– borne pathogens. En: Marquardt WC, editor. *Biology of Disease Vectors*. 2nd Edition. Elsevier Academic Press 2005. p. 167– 185.

Hornby JA, Moore DE, Miller TW. 1994. *Aedes albopictus* distribution, abundance, and colonization in Lee County, Florida, and its effect on *Aedes aegypti*. *J Am Mosq Control Assoc.* 10:397-402.

Ibanez-Bernal S, Martinez-Campos C. 1994. Clave para la identificación de larvas de mosquitos comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae). *Folia Entomol Mex.* 92: 43–73.

Ibáñez-Bernal S, Briseño B, Mutebi JP, Argot E, Rodríguez G, Martínez-Campos C. 1995. First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Med Vet Entomol.*11:305-9.

James Whitehorn, Duong Thi Hue Kien, Nguyet Minh Nguyen, Hoa L. Nguyen, Peter P. Kyrylos, Lauren B. Carrington, Chau Nguyen Bich Tran, Nguyen Thanh Ha Quyen, Long Vo Thi, Dui Le Thi, Nguyen Thanh Truong, Tai Thi Hue Luong, Chau Van Vinh Nguyen, Bridget Wills, Marcel Wolbers, Cameron P. Simmons, Comparative Susceptibility of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* to Dengue Virus Infection After Feeding on Blood of Viremic Humans: Implications for Public Health, *The Journal of Infectious Diseases*, Volume 212, Issue 8, 15 October 2015, Pages 1182–1190.

Joy TK, Arik AJ, Corby-Harris V, Johnson AA, Riehle MA. The impact of larval and adult dietary restriction on lifespan, reproduction and growth in the mosquito *Aedes aegypti*. *Exp Gerontol.* 2010 Sep;45(9):685–90.

Joy TK, Arik AJ, Corby-Harris V, Johnson AA, Riehle MA. The impact of larval and adult dietary restriction on lifespan, reproduction and growth in the mosquito *Aedes aegypti*. *Exp Gerontol.* 2010 Sep;45(9):685–90

Juliano SA, O'Meara GF, Morrill JR, Cutwa MM. 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecología.* 130:458–69.

Juliano SA, Lounibos LP. 2005. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on resident species and on human health. *Ecol Lett.* 8:558-74.

Kumar, S., Thomas, A., Samuel, T., Sahgal, A., Verma, A., and Pillai MK. 2009. Diminished reproductive fitness associated with the deltamethrin resistance in an Indian strain of dengue vector mosquito, *Aedes aegypti* L. *Tropical Biomedicine*, 26:155-64.

Kuri-Morales P, Correa-Morales F, González-Acosta C, Sánchez-Tejeda G, Dávalos-Becerril E, Fernanda Juárez-Franco M, Díaz-Quiñonez A, Huerta-Jiménez H, Mejía-Guevara MD, Moreno-García M, González-Roldán JF. 2017. First report of *Stegomyia aegypti* (*Aedes aegypti*) in Mexico City, Mexico. *Med Vet Entomol*. 31: 240-242.

Kuri-Morales PA, Correa-Morales F, González-Acosta C, Moreno-García M, Santos-Luna R, Román-Pérez S, et al. Insecticide susceptibility status in Mexican populations of *Stegomyia aegypti* (= *Aedes aegypti*): A nationwide assessment. *Med Vet Entomol*. 2017;32(2):162–74.

Livingstone D, Krishnamoorthy K. 1982. Studies on the activity patterns of the larvae and adults of *Aedes albopictus* (Skuse) and *Aedes vittatus* (Bigot) of the scrub jungles of Palghat-Gap, India. *J Bombay Nat His Soc*. 82:30-37.

Martínez TE 1995. Dengue y dengue hemorrágico: aspectos clínicos. *Salud Pública Méx*. 37:29-44.

Méndez F, Barreto M, Arias JF, Rengifo G, Muñoz J, Burbano ME. 2006. Human and mosquito infections by dengue viruses during and after epidemics in a dengue endemic region of Colombia. *Am J Trop Med Hyg*.74:678-83.

Moore, CG Mitchell J. 2003. *Aedes albopictus* in the United States: Ten year presence and public health implications. CDC and prevention, Fort Collins, Colorado, *Ecol Lett*. 8:558-74.

Musso D, Cao-Lormeau VM, Gubler DJ. 2017. Zika virus: following the path of dengue and chikungunya? *The Lancet*. 386: 243–244.

Narro-Robles J, Gómez-Dantés H, 1995. El dengue en México: un problema prioritario de Salud Pública. *Salud Públ Méx*. 37:12-20.

Nasci RS, Hare SG, Willis FS. 1989. Interspecific mating between Louisiana strain of *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti* in the field and the laboratory. *J Am Mosq Control Assoc*. 5: 416-421.

Nasci R. Relationship between adult mosquito (Diptera: Culicidae) body size and parity in field populations. *Environmental Entomology* 1986; 15:874–876

Nelson M. 1986. *Aedes aegypti*: Biología y Ecología. Organización Panamericana de la Salud. REF: PNSP/86-93. Washington, D.C: 50.

New Orleans Mosquito Control Board. 1987. Annual Report. City of New Orleans. /NOMCB.

Novak R. 1992. The Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*. *Wing Beats*. 3:5.

O'Meara GF, Evans LF Jr., Gettman AD, Cuda JP. 1995. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *A. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. *J Med Entomol*. 32:554-62.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2017. El dengue en México. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117>.

Relationship Between Pupal Mass and Adult Survivorship and Fecundity for *Aedes aegypti*.

Resien, W.K. 1975. Intraspecific competition in *Anopheles stephensi* Liston. *Mosquito news*.35:473-482

Schlichting, C.D. & M. Pigliucci. 1998. *Phenotypic Evolution: A Reaction Norm Perspective*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.

Servicios de Salud Morelos (SSM). 2001. Enfermedades transmitidas por vectores. Disponible en <http://www.ssm.gob.mx/portal/index.php/noticias/216-enfermedades-transmitidas-por-vectores-en-morelos>.

Thirión JI. 2003. El mosquito *Aedes aegypti* y el dengue en México. Bayer Environmental Science. México.

Vezzani D, Carbajo. 2008. *A. Aedes aegypti, Aedes albopictus*, and dengue in Argentina: Current knowledge and future directions. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 103:66-74.

Villegas-Trejo A, Manrique-Saide P, Che-Mendoza A, Cruz-Canto W, Fernández MG, González-Acosta C, Dzul-Manzanilla F, Huerta H. y Arredondo-Jiménez JI. 2008. First report of *Aedes albopictus* and other mosquito species in Morelos, Mexico. *J Am Mosq Control Assoc*. 26: 321–323.

Wei-June Chen, Huang-Liang Wei, Err-Lieh Hsu, Eng-Rin Chen, Vector Competence of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) to Dengue 1 Virus on Taiwan: Development of the Virus in Orally and Parenterally Infected Mosquitoes, *Journal of Medical Entomology*, Volume 30, Issue 3, 1 May 1993, Pages 524–530.

Cuernavaca, Morelos a 16 de agosto de 2022

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **VICTOR GUADARRAMA PERALTA**, con el título del trabajo: **COMPETENCIA LARVAL INTERESPECIFICA ENTRE *Aedes aegypti* Y *Aedes albopictus* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación Profesional por Tesis como lo marca el artículo 4° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: M. EN C. ADRIANA G. TREJO LOYO

SECRETARIO: M. EN C. VERÓNICA CHÁVEZ LÓPEZ

VOCAL: DR. MIGUEL ÁNGEL MORENO GARCÍA

SUPLENTE: DR. VÍCTOR H. TOLEDO HERNÁNDEZ

SUPLENTE: M. EN C. CASSANDRA GONZÁLEZ ACOSTA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MIGUEL ANGEL MORENO GARCIA | Fecha:2022-08-16 14:06:02 | Firmante

hYkcP2IOFFxJwDYkv8A1hqseK2mzxmc9xpW/6kAaWvSe+5XCJ1RKf1tzT2AXa/76Nbypparx5M6C5k4+k2QkqvUrwQdr/8mmGP85Z/KLB1viL3teplpyr8UaLShvfmjPPwEP5iPbS2arZBGD8lnBbp0hrt4mMFAma+8+jNI9eh+Qw2JFJ36XtVft5j3sYBihCABgzxJZeYrFA2DIJRJKWgL+b31y6dEU8gofMal8NdpWpEC/+0B96BY9KFdPezFUyjeXg6oUrZ91Cj3+toIfRFjQcUWTrn76aKeeykijbmmwSxYHNn7j8XCa+VLfRUONk1wHdeX6+ej9+rrOvETKAhw==

CASSANDRA GONZALEZ ACOSTA | Fecha:2022-08-16 15:15:53 | Firmante

tOmYQTaQQNuuhgAOA8xwSBft9E6Q+q49Bb1/+AsnC0jdCxI8JnBv/UX1P2DgvLmByqNfntoG3idgUe9IwCgo/eY09riqYAfW5dip0w0m+qacokVfEAzf0jVw8cN8qel7QveWEQh/KpvKbo+uYI7XHYTs/k2BhIgljno8gXy6sHqO50wNBbgSml/sfnOZwUQOwfvx02LLfl/sHRUdfpyYIZuGa7pT0PFRWZKR4XX7g6TEY//cj7un+L4yavkatPhOHumN9duQDgwNHuL7tJbriMH3BGozW3R7uaZ6gBlfAw8d0tGtVz0PgcA6XjShgHV5mA8Gsi91CJvMV0UoNg==

VICTOR HUGO TOLEDO HERNANDEZ | Fecha:2022-08-24 17:09:04 | Firmante

jB9E1gQaPiLYe2PkPRuRzV8ctmpcGYIbEtORAoQ93TIQ7LG9dtx6D67mPXNia6RKRQVknYkC5hixRzqyEZ+pNSdlgIe1ADDLpbyRO6gWRFsGLBtUwwYgIWaExwzmUQRh2QMgZO8o6msiDxJg4KSNR0cJSkFEPwb67eF0zY6KVxkoPq81kk0AZav7+lyDBroWP6KbMslNvvhgxAAGUpncyZ46vP8DpYFUF6JDjREyksbtjYFrEhny1K2hZFXXYcu8wPYWnYWJqI0UmRtMzVHFd6MfXCBf1jaXiPeQh/IIH4nvVK2QEDMrhYCiHqFN5WsnzlpLpykiyIiW485Jg==

VERONICA CHAVEZ LOPEZ | Fecha:2022-08-29 11:45:36 | Firmante

TCIEsvjoNSb95Y/grA4vV8jONiJ9Ck/TII7DhHUciwsgc4e7ADdJ+nnvkuDut6AjxpmCOT1CdW4nCcFeyKPAODzgtSvr4DHGMYdx2A0K0nvE1sTIRC9ECHdkzyJ7Pr+kjui4B0/FcxNbqOfQMST/QpYafVBBVL4PASuJkdgoy4SVZpkhHnkUJQSOUYZdJzl03n7NLVL+su1YcTBwAkR4v0ut9VLpBY2fgGzRaK/fk9fndUD1alxV1CeJ368fgilWrzbCVz+5IQE1Qvko9PsexUKq7g+c8LByjR8q3Zd1I9JtRMho3PJ09eiojzQTIIMKXLtoHON2kFXq/nGSTA==

ADRIANA GABRIELA TREJO LOYO | Fecha:2022-09-09 15:27:45 | Firmante

UBQlhSp/jhAbgmwJXBcGFNSwH09WxqL/9BTvrwIFfDPuKe+0OAxTY7Q5FCzdKzb67MLk8HugkRUh79SPwDDsHV0GXZEnuRfB3U51jByrLKO3QhtwgHP4AwwhtRTL67uxhz8FfK6E30pCqdHhug+aGA/8XcsOw8Ze04nMjCxe95t0GD+ytlpUNAZAxOSEHNGoA/OHhviU14OWPnzl/Vk+dSOQBDfXkZaZeGNz6RtASmHi/F7R13I2Ekh+uXBU1ZLYNpHicUeiiS16iF4E+iCX92f3KulsYp4Ev7IMzd/WrUWUUI2PVJpH0aJBWbqib50z/mkwZnc5uWUcyus6t/GHEg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



yMetkvC6w

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/nlpsXkbY5W0Zu4THsjHWNX5L01Ej2Gpj>

