

BIONOMÍA DE *Aedes albopictus* (Skuse)

Gustavo Ponce, Adriana. E. Flores, Mohammed H. Badii, Ildefonso Fernández y María L. Rodríguez

Departamento de Entomología Médica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León (México)

E-mail: gponce@fcb.uanl.mx



Introducción

Hasta principios de la década de los 80` se creía que *Aedes albopictus* habitaba exclusivamente en algunas islas del Océano Índico. En distintos países de la zona oriental de Asia y en las islas Hawai del Océano Pacífico(1). Sin embargo, a mediados de los años ochenta este contexto experimentó un cambio rápido.

En agosto de 1985 se descubrió que *Ae. albopictus* se procreaba en depósitos de neumáticos al aire libre en los alrededores de Houston, Texas (Estados Unidos). Esta infestación representaba la primera reconocida en el Continente Americano (2).

Hasta el momento, se ha encontrado *Ae. albopictus* en otros 22 estados de Estados Unidos y en su movimiento hacia el sur esta especie ha alcanzado la ciudad fronteriza, con México, de Brownsville, Texas (Estados Unidos) (3).

Ae. albopictus se ha hallado en otros países de América, como Brasil y República Dominicana (4,5). Si embargo, en México el primer reporte fue llevado a cabo en la ciudad fronteriza con Estados Unidos de Matamoros, Tamaulipas, posteriormente se localizó en los municipios Ciudad Acuña, Muzquiz y Piedras Negras del estado Coahuila (6,7). Posteriormente en 1995, realizó el primer reporte en América de infección natural por virus del dengue en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas (8). En el estado de Veracruz se reportó en 1999 y en lo que respecta al estado de Nuevo León se tiene reportado *Ae. albopictus* en los municipios de Allende y Santiago (9,10).

Sin duda la amenaza potencial planteada por la presencia en el Continente Americano de esta exótica y eficiente especie, vector del dengue y posiblemente de la fiebre amarilla y de otros arbovirus ha despertado gran preocupación en los países americanos y por las organizaciones mundiales encargadas de observar la salud de la población. (11).

Relaciones Filogenéticas y Distribución Geográfica

Ae. albopictus fue descrito por Skuse en 1984 en Calcuta, India. Filogenéticamente, la especie pertenece al orden Diptera, suborden Nematocera, Familia Culicidae, género Aedes, subgénero Stegomyia, grupo Scutellaris y sub-grupo albopictus (12).

Se cree que *Ae. albopictus* se originó en la selva tropical del Sudeste Asiático, donde coexiste con muchas especies íntimamente relacionadas. Esta zona también se considera el lugar origen del dengue clásico. Otro *Stegomyia* de importancia médica, *Aedes aegypti*, parece haberse introducido en Asia desde África. Estas dos especies son los principales vectores del dengue en el Sudeste Asiático. En Asia, *Ae. albopictus* llega por el norte hacia Pekín, China, a 40° de latitud. También se le encuentra en la península de Corea y en Japón, al norte de Honshu, su principal isla y llega a la

ciudad de Sendai a 36 °N (13). Pekín y Chicago, Illinois (aproximadamente a 42° de latitud norte en los Estados Unidos) aunque ya se localizo en la ciudad de Minnesota en el año de 1997.

En el Sudeste Asiático la especie se ha extendido a las ciudades costeras de Irian Jaya, las islas Salomón y Santa Cruz además de Papua Nueva Guinea; también se le ha encontrado en Brisbane y Darwin, en Australia, donde las infestaciones fueron erradicadas con rapidez (14) y en Nueva Zelanda también (15,16). Se ha localizado en las islas Marianas, Carolina y Hawai, Palaos, el Continente Ssiático y, hacia el oeste, en diversas islas del Océano Índico como Madagascar y Mauricio. (17); este vector se ha localizado en Europa (Albania e Italia) y en África (Sudáfrica y Nigeria) (18). Además de América como ya se cito.

En cuanto a la altitud, se ha encontrado *Ae. albopictus* hasta alturas de 1,800 m., como en las montañas de Tailandia como lo menciona Pant y sus colaboradores (19). Ho y colaboradores (20) informaron altitudes máximas oscilantes para *albopictus* entre 24 y 180m en Pakistán Occidental, Sri Lanka, Taiwán y Malasia. En Estados Unidos las mayores altitudes comunicadas corresponden a 305 m en New Alsace, Indiana (21).

Una de las diferencias más importantes entre las poblaciones norteamericanas de *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti* es su distribución según la latitud. Mientras que las poblaciones de *Ae. aegypti* se limitan a las regiones meridionales de los Estados Unidos, principalmente por su incapacidad para tolerar temperaturas muy bajas, las poblaciones de *Ae. albopictus* han desarrollado una diapausa fotoinducida en sus huevos, lo que les permite colonizar latitudes templadas y septentrionales. Además las cepas templadas de *Ae. albopictus*, como las de Norteamérica, muestran resistencia de los huevos al frío, lo que permite que la especie sobreviva a las temperaturas invernales subóptimas que se dan en las latitudes septentrionales (22).

Aunque la distribución de *Ae. albopictus* y la de *Ae. aegypti* se puede superponer en las ciudades, *Ae. albopictus* se encuentra con mayor frecuencia en zonas suburbanas y rurales donde predominan los espacios abiertos con vegetación. Por lo general se acepta de *albopictus* fue originalmente una especie selvática que se procreaba y alimentaba en los márgenes de los bosques, y que empezó a adaptarse al medio doméstico en diversas zonas de su distribución geográfica. En los Estados Unidos, los estudios basados en capturas con ovitrampas en Nueva Orleans, Luisiana, en 1987 mostraron que *Ae. albopictus* era la especie más abundante en los medios suburbanos. Estos hábitat se caracterizan por ser zonas abiertas con vegetación espesa rodeada por edificios. En cambio en zonas urbanizadas, la especie dominante es *Ae. aegypti* (23), sin embargo, algunos criaderos potenciales dentro de la ciudad son , llantas, floreros, cementerios, fuentes o charcas ornamentales, cubetas y tambos (24). En otras zonas de Estados Unidos y Brasil también se ha observado la tendencia de *Ae. albopictus* por vivir en recipientes naturales (cavidades de los árboles y depósitos de bromeliáceas) de zonas con vegetación abundante (25). Situación que sucede en Asia como en América donde *Ae. albopictus* muestra una tendencia superior a la de *Ae. aegypti* a utilizar recipientes naturales.

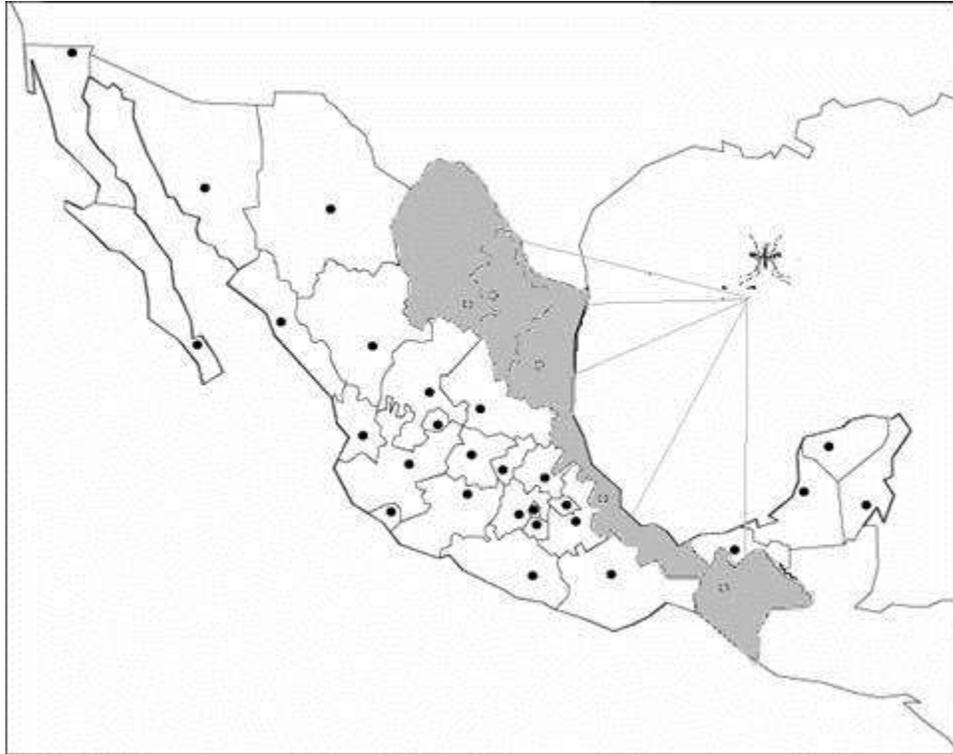


Figura 1 Distribución de *Aedes albopictus* en México

Biología

En los Estados Unidos, la duración de la fase de larva a adulto de *Ae. albopictus* se estimó en diez días a una temperatura de promedio 26 °C en la estación de primavera (26). En Vietnam, bajo condiciones naturales se observó que los huevos de *Ae. albopictus* alcanzaban la fase adulta en 1 a 20 días también durante la primavera y de 24 días en invierno (27).

Matsuzawa y Kitahara encontraron que para *Ae. albopictus* el ciclo de desarrollo era de 12, 13.7 y 24.3 días con una temperatura del agua de 30°C, 25°C y 20°C respectivamente (28). Hien determinó su ciclo de desarrollo de 11 días a 30°C, 14 días a 25°C y 23 días a 20°C (29). La temperatura del agua óptima para el desarrollo de *Ae. albopictus* parece ser de 25°C; con esta temperatura el periodo de incubación de los huevos es de 2 días (30).

Además de la temperatura, el aporte de nutrientes también afecta al tamaño y al tiempo de desarrollo de las larvas de *Ae. albopictus*. Las larvas colocadas en aguas contaminadas con un elevado contenido de materia orgánica se desarrollan más rápidamente, mientras que la carencia de alimento y la sobrepoblación demoran el desarrollo y aumentan la mortalidad, bajo condiciones de laboratorio y campo (31). En general la duración de la fase de larva aumenta al reducir el aporte de nutrientes y se acorta al incrementarlo.

Se sabe que las variables que afectan al ciclo vital de cualquier especie de mosquito son el alimento, foto periodo, la humedad relativa y la temperatura.

Huevos

Los huevos de los mosquitos no son fertilizados sino hasta inmediatamente antes de la puesta. Después de este evento, en los huevos se produce la cariogamia y comienza el desarrollo

embrionario, cuya duración depende ante todo de la temperatura y de la humedad relativa a las que están expuestos los huevos.

En observaciones de laboratorio se ha demostrado que en los huevos 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 (32). Las condiciones ideales para la embriogénesis de huevos de cepas americanas de *Ae. albopictus* es a una temperatura de 21° C, una humedad relativa de 70-80% y un foto período de 16D:6N horas durante seis a siete días (33). Una vez completada la embriogénesis los huevos pueden permanecer fuera del agua y casi completamente secos durante periodos prolongados sin pérdida de viabilidad.

La supervivencia del huevo depende de una combinación de presiones selectivas. Entre los sucesos que producen pérdida de huevos están la desecación, la depredación, y la congelación. La supervivencia del huevo, también puede verse afectada por algunos factores parentales de la hembra, como los huevos no embrionados que se colapsan o los que se pierden por no estar adheridos adecuadamente a un sustrato.

El número de huevos 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. Gubler encontró que los huevos 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 (34). En el mismo estudio se registró una longevidad máxima del huevo de 243 días a 25° C y a una humedad relativa de 70 a 75%.

Un factor dependiente de la densidad que parece desempeñar un papel importante en la supervivencia de los huevos de *Ae. albopictus* es la depredación. Un estudio realizado en Nueva Orleans, Luisiana, examinó la supervivencia de huevos de *Ae. albopictus* en cubiertas de neumático (35); y encontró que la supervivencia de los huevos recogidos en el campo en ambas condiciones fue entre el 10% y el 30% a las 24 horas. Su supervivencia parece depender de que sean pocos y estén separados unos de otros, lo que evita la depredación.

Las hembras de *Ae. albopictus* ponen los huevos de uno en uno y los distribuyen por todo el recipiente a diversas distancias de la superficie del agua; los huevos eclosionan cuando se exponen a un estímulo específico. Cuando se ha completado el desarrollo embrionario, dependiendo principalmente de la temperatura del agua y de la disponibilidad de nutrientes. Otro parámetro importante para la eclosión de huevos 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 (36). Cuando el huevo 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.

Diapausa del huevo, foto período y adaptaciones

La supervivencia de *Ae. albopictus* de las zonas septentrionales depende de que todos o la mayor parte de los huevos entren en un estado de detención de la eclosión suficiente para superar el invierno, esta propiedad determinada genéticamente es llamada diapausa; la cual es un fenómeno en el que intervienen mecanismos neurohormonales y que lleva a un estado de baja actividad metabólica debido a un estímulo específico. El estímulo parece estar relacionado principalmente con el foto período y la temperatura (37). Los días más cortos (<13.5 horas) desencadenan la diapausa del huevo y las bajas temperaturas aumentan la respuesta al foto período. Los días más largos tienden a favorecer un crecimiento y desarrollo continuos sin diapausa. Existen otras variables ambientales, como la latitud y altitud que también influyen en la inducción de la diapausa en *Ae. albopictus*.

Las cepas de *Ae. albopictus* de los trópicos y subtropicos no demuestran sensibilidad al foto período. Así mismo, los huevos de *Ae. albopictus* de zonas tropicales no han dado prueba de tener capacidad de hibernación; para *Ae. albipictus* de las regiones tropicales la supervivencia parece depender de la eclosión errática, más que de su retraso. *Ae. albopictus*, se le considera una especie con diapausa facultativa.

La resistencia al frío desempeña un papel importante en el ciclo vital de varios insectos, ya que afecta factores como la adaptación a los cambios estacionales, las fluctuaciones de población a largo plazo y las tendencias de distribución geográfica y colonización de especies invasoras (38).

En general se acepta que hay dos tipos diferentes de insectos resistentes al frío: los que evitan la congelación y los que la toleran. Los insectos que evitan la congelación producen anticongelantes como hidrato de carbono de bajo peso molecular, polioles, proteínas de histéresis térmica, además puede eliminar sustancias que sirven de núcleos de los cristales de hielo para disminuir los puntos de súper-refrigeración (PSR) (temperatura a la cual se congela el insecto). En lo que respecta a los insectos tolerantes a la congelación sobreviven ya que producen agentes que sirven de núcleo a los cristales de hielo y aumentan su PSR al inducir la formación de hielo.

Se han llevado a cabo algunos estudios de resistencia al frío de huevos en varias especies de *Aedes* incluyendo *Ae. albopictus*, como el de Hawley y colaboradores (39) que encontró que los huevos de *Ae. albopictus* del norte de Asia y de los Estados Unidos son más tolerantes al frío que los de zonas tropicales. En este estudio se trataron huevos de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* a -10° C por 24hrs., observando que los de *aegypti* murieron todos y los de *albopictus* tuvieron una eclosión del 80 a 90%; este y otros estudio demostraron que esta especie sobre hiberna en el norte de Estados Unidos y que la aclimatación al frío y la diapausa aumentan la resistencia al frío de las cepas de *Ae. albopictus* de zonas templadas (40).

Larvas

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 (41). El agua con aminoácidos, amoníaco y en general, un contenido elevado de nitrógeno orgánico parece ser el hábitat ideal para *Ae. albopictus*. Las mediciones en los hábitats naturales de las larvas de las cepas en un estudio de Nueva Orleáns mostraron que los límites de pH variaban de 6.33 a 8.35 para las cubiertas de neumáticos y de 6.43 a 8.23 para cavidades de árboles. Se sabe que las larvas sobreviven a proporciones de oxígeno disuelto comprendido entre 3 y 6 ppm en diversos hábitat (42). Asimismo se han encontrado larvas vivas en cubiertas de neumáticos en Nueva Orleáns con valores de oxígeno disuelto tan bajos como 1.3 ppm (43).

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 (44), también se han determinado ciclos de cuatro a nueve días a 25° C. La temperatura afecta significativamente y es inversamente proporcional en etapas inmaduras de *albopictus*, ya que se requiere de un mayor tiempo para completar su desarrollo que a elevadas temperaturas. En el caso de mosquitos adultos de *Ae. albopictus*, la temperatura baja no es un impedimento para poder distribirse como lo es el caso de *Ae. aegypti*.

En cuanto al efecto del aporte de alimentos, el ayuno amplía e período de desarrollo larvario a una media de 42 días, con 80% de mortalidad. Así como se ha determinado que *Ae. albopictus* tolera largos períodos de ayuno (45).

Hábitat larvario

Ae. albopictus utiliza recipientes para reproducirse, y se concibe en receptáculos tanto naturales como artificiales. Se lo ha encontrado en hábitat naturales como cavidades de árboles, agujeros en cañas de bambú, y tacones de árboles, cáscaras de coco, axilas de plantas (bromeliáceas), charcas y acumulaciones de agua en las grietas de las rocas. Entre sus hábitat artificiales están las cubiertas de neumático, 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 (46,47).

En relación con la flora y fauna acuáticas, el agua del hábitat larvario se clasifica como α o β mesosapróbico. Las aguas β mesosapróbicas tenían una flora y una fauna ricas y diversas compuestas por varias especies de diatomeas, désmidos, microcrustáceos, fitoflagelados (euglenaceas), ciliados y gran variedad de rotíferos, ciclopoideos, ostrácodos y decápodos. Todos ellos proporcionan condiciones ideales para el desarrollo de esta especie, por la abundancia de alimento y la concentración relativamente baja de sustancias deletéreas. En su contraparte el hábitat α mesosapróbico es menos apropiado para *Ae. albopictus*.

Depredación y organismos patógenos de las larvas

Se ha descrito en publicaciones varios depredadores y organismos patógenos de las larvas de *Ae. albopictus*. Por ejemplo, se encontró el hongo *Coelomomyces stegomyiae* en varias larvas de *Ae. albopictus* en Singapur; las elevadas tasas de infección en pruebas experimentales con *Coelomomyces stegomyiae* var. *Chapmani* han demostrado la capacidad del hongo como agente de control biológico para *Ae. albopictus* y otros culicidae (48).

Se sabe que el parásito protozoo gregarino *Ascogregarina taiwanensis*, desarrolla trofozoítos en las células que revisten el intestino medio de las larvas de *Ae. albopictus*; se han encontrado también otros agentes patógenos como los ciliados *Tetrahymona pyriformis* y *Epistylis lacustris*, el alga *Oscillatoria brevis* y la bacteria *Sphaerotilus dichotomus*.

Encuanto a los depredadores, Marten (49) observó un copépodo depredador, *Mesocyclops leuckarti* pilosa, alimentándose de larvas de primer estadio de *Ae. albopictus*; además se han encontrado varias especies de mosquitos Toxorynchites depredadoras de larvas de *Ae. albopictus*.

Pupas

En condiciones ideales *Ae. albopictus* permanece en estado de pupa y como en otras especies, los machos de *Ae. albopictus* aparecen antes que las hembras. Livingstone y Krishnamoorthy (50) demostraron que el período de desarrollo pupal era de 32-36 horas para lo machos, mientras que las hembras alcanzaban la fase adulta en 49-52 horas. Se han hecho otros estudios donde se observo 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 (51).

Adultos

Los estudios de longevidad (supervivencia) en diferentes poblaciones de mosquitos, suelen proporcionar importante información epidemiológica, porque una mayor longevidad aumenta la probabilidad de transmitir enfermedades. Unas de las cuestiones más importantes en relación con *Ae. albopictus* es si las hembras adultas de esta especie son capaces de vivir el tiempo suficiente para infectarse y transmitir posteriormente agentes infecciosos. También pueden ser muy útiles los estudios de la supervivencia de los machos, especialmente en la aplicación de ciertas medidas de control genético. Además, los datos de supervivencia pueden ser de utilidad para la evaluación y administración de operaciones de control de vectores.

Los factores ambientales estimulan respuestas que modifican mucho el comportamiento y biología del mosquito adulto. La temperatura y la humedad relativa están entre los factores que desempeñan un papel esencial en la supervivencia del adulto. En observaciones de *Ae. albopictus* en cautiverio a temperaturas de $25\pm 1^\circ\text{C}$ y humedad relativa del 80%, la longevidad máxima de las hembras adultas fue de 30 a 40 días.

Por otra parte, existen dos enfoques generales para medir la tasa de supervivencia en los insectos: métodos indirectos basados en la edad fisiológica en una población y estimaciones directas por experimentos de marcado-liberación-recaptura.

Los métodos indirectos para evaluar la supervivencia de las hembras se basan principalmente en la traqueación de los ovarios y las dilataciones ovariolares. El análisis de la traqueación de las ovariolas proporciona la tasa de paridad, es decir, la proporción de la población que ha puesto huevos. Por consiguiente, la población de mosquitos se puede separar en dos grupos: un grupo más viejo con uno o más ciclos de ovipositura (multíparas) y un grupo más joven sin ciclo de ovipositura (nulíparas). Cuanto mayor sea la proporción de hembras nulíparas, más vieja es la población.

En los métodos de marcado liberación-recaptura usados para la estimación directa de la supervivencia se suele marcar un número conocido de especímenes con varios colorantes; se liberan en el campo y se intenta recapturados por diferentes métodos. Además de su importancia fundamental en los estudios de supervivencia, los métodos directos, como el análisis de marcado-liberación-recaptura, también se utilizan para los siguientes objetivos: estimar densidades de adultos, medir la dispersión, determinar el momento de los procesos reproductivos, evaluar el grado en que un vector individual recurre a la misma especie para obtener sangre e identificar los sitios de reposo, especialmente en exteriores y durante la estación de densidad mínima.

En la velocidad de la producción de huevos, como en la de otros procesos fisiológicos de los insectos, tienen gran influencia los factores ambientales, como la temperatura. El conocimiento del intervalo entre oviposaduras sucesivas (duración del ciclo gonotrófico) permite la conversión de la edad fisiológica en una medición de longevidad para la población y también posibilita el estudio de la dinámica de la población. En general, los experimentos de laboratorio con *Ae. albopictus* parecen concordar con los estudios de campo e indican una duración media de cinco días para el primer y segundo ciclo gonotrófico. Mori y Wada (52) demostraron que en condiciones naturales, con una temperatura media de campo de 25°C , el período transcurrido desde que *Ae. albopictus* emerge hasta su primera ingestión de sangre fue de dos días aproximadamente y la duración de un ciclo gonotrófico fue de cinco días. Estos resultados estaban de acuerdo con experimentos de laboratorio.

El número de huevos puestos por *Ae. albopictus* depende de la fisiología del mosquito, del peso corporal después de emerger y, especialmente, de la cantidad de sangre ingerida. En general, parece que hay una correlación lineal entre la cantidad de sangre ingerida y el número de huevos puestos.

La cantidad de huevos puestos también dependen de la edad fisiológica de la hembra, ya que decrece progresivamente con la edad. En general, el primer ciclo gonotrófico produce el mayor número de huevos, con una disminución gradual en ciclos posteriores. Por término medio las hembras de *Ae. albopictus* en el laboratorio producen 283 a 344 huevos por mosquito durante su ciclo vital.

Se ha observado autogenia en cepas de laboratorio de *Ae. albopictus*. En este caso la autogenia se define como la maduración del huevo sin fuente exógena de proteína, es decir, la sangre ingerida. Caso contrario, una especie que requiere alimentos proteicos para el desarrollo del huevo se conoce como especie anautógena. Se ha sugerido que los mosquitos autógenos acumulan reservas considerablemente mayores durante su vida larvaria que los anautógenos. La autogenia

en los mosquitos no depende exclusivamente de las condiciones de nutrición de las larvas sino también de componentes genéticos. Por tanto, la autogenia tiene importancia ecológica, ya que permite al mosquito poner huevos incluso en ausencia de huésped al que picar, garantizando de esta manera la continuidad de la especie.

En lo que respecta a las zonas de puesta de huevos depende del tipo de hábitat, la luz, temperatura y la humedad, así como de influencias tan sutiles como las características del agua e incluso la superficie de ovipostura. En la naturaleza se ha observado que las hembras de *Ae. albopictus* rara vez ponen todos sus huevos maduros en una sola puesta. En cambio, se desplazan de un lugar a otro dejando en cada uno de ellos algunos huevos. La hembra probablemente deposita todos sus huevos maduros en varias puestas, interrumpiéndolas periódicamente para volar a otro recipiente. Esta estrategia se considera como un mecanismo de supervivencia de esta especie.

Preferencia por huéspedes

Las hembras de *Ae. albopictus* se alimentan de una amplia variedad de mamíferos y aves. Las pautas de selección de huéspedes en poblaciones naturales de *Ae. albopictus* en el Nuevo Mundo muestran que este mosquito es un hematófago oportunista al que parecen atraer fundamentalmente los mamíferos más que otro tipo de huéspedes. Savage y colaboradores, realizaron estudios en veranos de 1989 y 1990 en un gran depósito de cubiertas de neumáticos. La muestra estudiada se encontró compuesta por 172 hembras de *Ae. albopictus* que fueron analizadas mediante prueba de precipitina y ELISA directa. Los resultados mostraron que el 64% de los mosquitos se habían alimentado de mamíferos y el 16.9% de aves. Se identificaron como huéspedes nueve tipos de mamíferos: conejos, ciervos, perros, seres humanos, ardillas, zarigüeyas, miomorfos (excepto *Rattus*), bóvidos y mapaches. También se identificaron cuatro tipos de aves como huéspedes: passeriformes, columbiformes, ciconiformes y gallináceas (53).

Según Ho y colaboradores (54), *Ae. albopictus* prefiere alimentarse de seres humanos, pero la disponibilidad de huéspedes parece ser fundamental en la conducta media de las poblaciones de mosquitos. La confirmación en estudios de Estados Unidos de que *Ae. albopictus* es un hematófago oportunista apoya los hallazgos de otros investigadores y confirma la capacidad de la especie para intervenir en ciclos de transmisión enzoóticos/endémicos de arbovirosis autóctonos y de otras enfermedades transmitidas por vectores. *Ae. albopictus* se reproduce en zonas adyacentes al entorno de los humanos y muestra una conducta antropofílica; por tanto, la especie puede participar en ciclos zoonóticos selváticos y transmitir enfermedades al hombre.

Modalidad de picadura

Por término medio, las hembras de *Ae. albopictus* ingieren sangre por primera vez dos días después de emerger. Las hembras adultas son principalmente picadoras diurnas y típicamente lo hacen en exteriores. El ciclo de picadura diurno de *Ae. albopictus* parece ser bimodal, con un periodo por la mañana temprano y otro al atardecer.

Aunque la modalidad de picadura de las hembras se produce fundamentalmente a nivel del suelo, se ha observado hasta a los nueve metros de altura. Estudios poblacionales de *Ae. albopictus* ha revelado que la atracción de los seres humanos depende de características tales como el género, edad, raza y la vestimenta, así como de la capacidad de respuesta del mosquito, en la que influye el ritmo circadiano, las condiciones micro climáticas y factores no determinados y relacionados con cada huésped. Las hembras atacan a los seres humanos guiadas por el CO₂, humedad, sustancias químicas orgánicas y factores visuales como el movimiento. Se determinó además que el alcance de atracción es de 4 a 5 metros en círculo alrededor de los humanos.

Alcance de vuelo

Se ha determinado mediante estudios de marcado-liberación-recaptura que la distancia máxima de recaptura, es de 134 metros. Alcanzando rara vez los 500 metros, observando que las hembras se distribuyen mayormente que los machos, determinando que la mayoría (90%) de los mosquitos se distribuyeron no más de 100mts.

Modalidad de reposo

Se han encontrado mosquitos adultos posados en claros y plantaciones de caucho en Malasia, en China sobre mosquiteros, cocinas, salas, chiqueros y malezas. En estados Unidos se han localizado en márgenes de bosques, donde hay entepiso vegetal. Las hembras de *Ae. albopictus* reposan en zonas con vegetación y alta humedad. El apareamiento se puede dar 5 días después de la emergencia (55).

Estudio sobre la competencia entre *Ae. albopictus* y *Ae. Aegypti*

Ae. albopictus usa el mismo tipo de receptáculos artificiales de agua que *Ae. Aegypti*, y varios estudios indican que *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti* pueden compartir el mismo hábitat. Debido a esta asociación se ha planteado la hipótesis de que en algunas partes del Sudeste Asiático *Ae. aegypti* ha sustituido completamente a *Ae. albopictus* autóctono de 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*. (56,57).

Se han utilizado otros enfoques para tratar 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 de *Ae. aegypti*. En general, los investigadores están de acuerdo en que no hay pruebas suficientes de que la disminución *Ae. aegypti* y de *Aedes. triseriatus* haya sido causada por *Ae. albopictus*. Con toda probabilidad hay una combinación de varios factores que contribuyen la disminución de *Ae. aegypti* y otros *Aedes* de Norteamérica.

En cuanto a la situación en Asia, donde *Ae. aegypti* parece haber desplazado a *Ae. albopictus*, Edgerly y colaboradores (58), de acuerdo con Hawley (59), considera que los cambios de hábitat pueden producir efectos espectaculares en el resultado de las invasiones biológicas; la creciente urbanización del Sudeste Asiático al parecer estimuló un aumento de la abundancia de *Ae. aegypti* procedente de África, a expensas de *Ae. albopictus* nativo.

A pesar de varias explicaciones probables, ambos fenómenos de sustituciones competitivas de *Aedes* en Asia y Norteamérica todavía representan un enigma ecológico.

Relación con enfermedades

La potencial importancia para la salud pública de *Ae. albopictus* depende de su capacidad para transmitir varios arbovirus, filarias y protozoos. Los estudios, tanto de laboratorio como de campo, indican que esta especie es susceptible a la infección por numerosos agentes patógenos de importancia médica, y que es capaz de transmitirlos. Bajo condiciones de laboratorio es un competente vector ya que se ha infectado con 22 arbovirus, incluyendo aquellos de importancia en salud pública (60). Este mosquito es bien conocido por ser un efectivo vector de una variedad de enfermedades incluyendo fiebre amarilla, dengue y numerosos tipos de encefalitis (61). En agosto del 2002 se confirmó por medio del Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos la infección de *Ae. albopictus* por el virus del oeste del Nilo (62).

Sin embargo, poco se ha demostrado del papel de *Ae. albopictus* en la transmisión de enfermedades de importancia para la salud pública de América. En el siguiente cuadro se presenta información general sobre enfermedades arbovirales y una visión general de algunas de las más significativas, así como su potencial relación con *Ae. albopictus*.

Virus	Infección oral	Transmisión oral	Infectado en la naturaleza
Chikungunya ^{a,b}	+	+	No
Dengue 1,2,3,4 ^{a,b}	+	+	Si
EEE ^b	+	+	Si
Jamestown ^b Canyon	+	+	No
EJ ^a	+	+	Si
Keystone ^b	+	¿	SI
La Crosee ^b	+	+	No
Mayaro ^b	+	+	No
Nodamura ^a	+	¿	No
Oropuche ^b	+	-	No
Orungo ^a	+	+	No
Potosí ^b	+	+	Si
Fiebre del valle de Rift	+	+	No
Río Ross ^{a,b}	+	+	No
Sindbis ^b	+	+	No
San Angelo ^b	+	+	No
ESL ^a	+	+	No
Tensaw ^b	¿	¿	Si
Trivittatus ^b	+	-	No
Nilo Occidental ^b	+	+	No
EEO ^b	+	+	No
EEV IAB ^b	+	+	No
Fiebre Amarilla ^{a,b}	+	+	No

^a estudios realizados con cepas de *Ae. albopictus* de Hawai, de Asia o de ambos.

^b estudios realizados con cepas de *Ae. albopictus* de Estados Unidos, Brasil o de ambos

Transmisión transovárica

Además de una alta susceptibilidad a la infección oral, *Ae. albopictus* es capaz de transmitir numerosos virus a su descendencia por vía transovárica. Se sabe que las cepas de *Ae. albopictus* de Hawai o de Asia pueden transmitir verticalmente 15 arbovirus: Den-1,2,3 y 4, Bnzi, Bussuquara, Ilheus, Kokobera, Kunjin, EJ, ESLy Uganda S en la familia Flaviviridae; KEY, LAC y San Angelo en la Familia Bunyaviridae (63,64). Se producen infecciones estabilizadas del virus San Angelo en *Ae. albopictus* y hay una transmisión vertical muy eficiente hasta 38 generaciones consecutivas (65,66). Bajo condiciones de laboratorio cepas de *Ae. albopictus* de América han transmitido verticalmente virus DEN-1 y 4, FA, POT, LAC (67,68).

Enfermedades por protozoos y filarias

Ae. albopictus se considera un importante vector de *Dirofilaria immitis*, el agente causal de la dirofilariasis en el Japón y Estados Unidos (69,70). Las poblaciones de *Ae. albopictus* de los Estados Unidos tienen una marcada variabilidad genética en cuanto a la susceptibilidad

a *Dirofilaria immitis*. Sin embargo, *Ae. albopictus* no es un vector de la filariasis humana causada por especies de *Brugia* o *Wuchereria*; ya que las larvas de los gusanos no se llegan a desarrollar en los músculos torácicos.

Malaria aviar

Ae. albopictus ha transmitido experimentalmente malarías aviares. La especie se infectó con *Plasmodium lophurae* y lo empezó a transmitir 12 días después de picar a un pato infectado. Asimismo, *Ae. albopictus* es susceptible a la infección con *Plasmodium gallianceum*; las hembras de mosquito desarrollaron esporozoítos en las glándulas salivales y en el intestino 15 días después de tomar sangre infectada.

Modo de control

Resulta difícil controlar o erradicar *Ae. albopictus*, debido a que vive más lejos de las viviendas de los seres humanos y tiene una gran variedad de hábitat. Antes de la infestación de los Estados Unidos había muy pocos estudios o evaluaciones sobre el control de *Ae. albopictus*. A continuación se hace referencia a algunos de estos trabajos.

Las campañas de control casa por casa dirigidas específicamente contra *Ae. aegypti* parecen ser menos efectivas contra *Ae. albopictus*, cuyo control exige cobertura de zonas más extensas. En Tailandia, las aplicaciones de temefós y la fumigación con malatión suprimieron eficazmente la población de *Ae. aegypti* pero no redujeron en forma significativa la de *Ae. albopictus* (71).

Dowling en 1955 notificó el control de *Ae. albopictus* utilizando dieldrin al 15% aplicado a una dosis de 88 ml/ha con fumigador térmico portátil SwingFog. Con un tratamiento de toda una isla de 11.5 Km² cerca de Singapur, se consiguió un buen control durante 10 días; sin embargo, la población se recuperó rápidamente durante la tercera semana. Con dos tratamientos separados por una semana, se obtuvo un control más prolongado (un 92% de reducción en ocho semanas) (72).

En Luisiana, la aplicación de volumen ultrabajo (VUB) del piretroide sintético biorresmetrín redujo la población adulta de *Ae. albopictus* en un 60%, pero la reducción, duró solo tres días aproximadamente. En Nueva Orleans, se probaron fórmulas de gránulos de núcleo arenoso de permetrín con 1.5% de ingrediente activo para controlar larvas en parcelas experimentales con depósitos de cubiertas de neumático. Se aplicó el plaguicida con vaporizadores manuales. El peso medio aproximado por cubierta de neumático tratada fue 8 gr. Una sola aplicación consiguió un control de larvas de casi el 100% durante un período de 121 días y mayor del 80% durante casi 300 días. Se realizó un experimento similar, también en depósitos de cubiertas de neumático en Nueva Orleans, para evaluar los efectos de una combinación de material de mazorcas de maíz impregnadas con fenoxicarb (1% de ingrediente activo) y fórmulas granulares de *Bacillus thuringiensis israelensis* (200 UTI). El peso medio de gránulos por cubierta fue de 5.8g. La mortalidad de las larvas en las cubiertas tratadas superó el 80% a los 60 días, pero cayó al 90% a los 81 días (73).

Durante el verano de 1989 se llevaron a cabo tratamientos aéreos de VUB con malatión en dos zonas urbanas de Nueva Orleans. Las dosis de tratamiento aéreo fueron 210g/ha, cubriendo 150 m de anchura; este tratamiento consiguió suprimir la población de *Aedes* durante siete o más días (74).

Jardina (75) publicó la erradicación de *Ae. albopictus* de Indianápolis en Marion Country, Indiana, mediante una combinación de tratamiento químico y una reducción de fuentes (eliminación de cubiertas de neumáticos y basura). El tratamiento clásico de malatión y abate granular fue sustituido por resmetrín sinergizado y *Bti* granular. En septiembre de 1987, se realizó un tratamiento con adulticidas alrededor de una empresa de recauchado de cubiertas infestadas y

en las calles adyacentes con una unidad de fumigación con VUB montada en un camión. Se utilizó resmetrín sinergizado a una dosis de 130 ml/min durante 5 días consecutivos. Además, se utilizó una unidad de VUB portátil en zonas inaccesibles. Simultáneamente, se llevaron a cabo operaciones larvicidas con *Bti* en 3500 cubiertas de neumáticos seis veces durante un período de 45 días. Las operaciones de control realizadas en 1988 y 1989 no consiguieron detectar ningún *Ae. albopictus*.

Otros estudios de poblaciones de *Ae. albopictus* de los alrededores de Houston, Texas, demostraron los efectos adulticidas del resmetrín, que produjo un 96% de mortalidad en concentraciones de 1.5mg/hembra (48 horas después del tratamiento a 21°C) (76). Otro piretroide que mostró efectos moderadamente tóxicos sobre cepas de *Ae. albopictus* de Malasia fue el responsar (77).

Los estudios realizados con cepas estadounidenses de *Ae. albopictus* han mostrado una considerable variación en la respuesta de poblaciones de diversos orígenes a insecticidas oranofosforados (78,79,80).

Brown y Neng y colaboradores publicaron que *Ae. albopictus* es resistente a los organoclorados DDT y HCH en China, Filipinas, India, Japón, Malasia y Sudeste Asiático y resistente a los organofosforados malatión en Singapur y Vietnam, fenitión en Malasia y fenitrotión en Madagascar (81,82)

Conclusiones

Algunos funcionarios del área de salud e investigadores han sugerido que *Ae. albopictus* (Skuse) tiene menos importancias como vector del virus del dengue que *Ae. aegypti*. Sin embargo no se debe subestimar la amenaza que presenta *Ae. albopictus* (Skuse) ya se considera como una especie compleja, además existe información que indican que este mosquito es un competente vector de varios arbovirus bajo condiciones experimentales y de forma natural como encefalitis Japonesa, Potosí y equina del este, entre otras.

Debido a que esta especie es más tolerante a las bajas temperaturas y mantiene una gran variedad de criaderos tanto artificiales como naturales, lo cual lo transforma en un vector más difícil e improbable de controlar; se ha considerado como un verdadero competidor de *Ae. aegypti* (L) logrando desplazarlo en algunos sitios, después de un tiempo de coexistencia.

A catorce años de su introducción en América *Ae. albopictus* (Skuse) se ha distribuido en las Américas y el Caribe, por lo cual se considera urgente la atención de los organismos de salud para su control

Resumen

Desde su introducción al Continente Americano en 1985 *Aedes albopictus* (Skuse) se ha distribuido en 678 municipios de 25 estados de la Unión Americana. Fue introducida desde Malasia; últimamente se ha ubicado en 866 ciudades de 26 estados de los Estados Unidos. Esta especie es una plaga importante en los estados del Sureste de Estados Unidos. *Aedes albopictus* es un importante vector de varios virus como Encefalitis Japonesa, Río Ross y Nilo Occidental, además se encuentra en algunos países de Centro y Sudamérica. En México *Ae. albopictus* se ha distinguido como vector del virus del dengue y su distribución actual ocupa los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz y Chiapas.

Palabras clave: Aedes albopictus, bionomía

Abstract

From its introduction to the American Continent in 1985 *Aedes albopictus* (Skuse) has been distributed in 678 municipalities of 25 states of the American Union. It was introduced from Malaysia. Recently has been located in 866 cities of 26 states of the United States. This species is an important plague in the states of the Southeastern of the United States. *Aedes albopictus* is an important vector of several virus like Japanese Encefalitis, River Ross and Western Nile, besides it was found in some countries of Centro and South America. In Mexico *Ae. albopictus* has been distinguished as vector of the virus of dengue and its present distribution occupy the states of Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz and Chiapas.

Key words: Aedes albopictus, bionomics

Referencias

1. Huang, H. M. 1972. The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in Southeast Asia. The *Scutellaris* group of species. *Contrib. Am. Entomol. Inst.* 9(1): 108.
2. Center for Disease Control and Prevention. 1986. *Aedes albopictus* introduction in Texas. *MMWR.* 35: 141-142 pp.
3. Womack, M. 1993. Distribution, abundance and bionomics of *Aedes albopictus* in Southern Texas. *J. Am. Mosq. Control.* 9: 367-369 pp.
4. Forattini, O. P. 1986. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) identification in Brazil. *Rev. Saúde Pública,* 20(3):244-245.
5. Parigot, P., L. Calheiros, C. Rodopiano and M. Lima, 1986. Relacao de municipios positivos para *Aedes albopictus*, por estado. SUCAM-Brasil, outubro de 1986.
6. Ibañes- Bernal, S. and C. Martínez. 1994. *Aedes albopictus* in México. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 10 (2): 231-232 pp.
7. Rodríguez-Tovar, M. L. 1994. *Aedes albopictus* in Muzquiz city, Coahuila, México. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 10 (4): 587 pp.
8. Ibañes – Bernal, S., B. Briseño, J. P. Mutebi, E. Argot, G. Rodríguez, C. Martínez, R. Paz, P. F. San Román, R. T. Conyer and A. Flisser. First record in america of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, México. *Med. Vet. Entomol.* 11, 305-309 pp.
9. Aguilar Gueta, J. 2000. *Aedes albopictus* (Skuse), sua asociación con *Aedes aegypti* L. y otros culícidos en Allende, N. L., México. Tesis inédita F.C.B, UANL.
10. Rodríguez-Tovar, M. L. 2000. Distribución, densidad estacional y estructura de edades de *Ae. albopictus*(Skuse) en Nuevo León y Coahuila. Reporte Final/Proyecto PAICYT-Universidad Autónoma de Nuevo León (Monterrey, N.L. México).
11. Organización Panamericana de la Salud. 1987. *Aedes albopictus* en la Americas: plan de acción. OPS. Washington D. C.. Documento CE99/15.
12. Huang, H. M., *Op.cit.*

13. Hong, H. K., J. C. Shim, H. K. Shin and H. Y. Young. 1971. Hibernation studies of forest mosquitoes in Korea, 1971. Korean J. Entomol, 1:13-16.
14. Elliot, S. A. 1980. *Aedes albopictus* in the Solomon and Santa Cruz Islands, South Pacific. Trans R. Trop. Med. Hyg, 74(6): 747-748.
15. Kay, B. H., W. Ives, P. Whelan, P. Barker-Hudson, I.D. Fanning and E. Marks. 1990. Is *Aedes albopictus* in Australia? Med. J. Aust, 153(1):31-34.
16. Craig, G. 1993. The dispersal of the Asian Tiger Mosquito. En: B McKnight (ed.) Biological Pollution. The control and impact of invasive species. Proceedings of a symposium, University place conference, Indiana University-Purdue University, Indianapolis; 25-26 Oct. 1991. Indiana Academy of Science. pp 101-120.
17. Ho, B. C., K. L. Chan and Y. C. Chan. 1972. III. Control of *Aedes* Vectors. The Biology and bionomic of *Aedes albopictus*. En: Y. C. Chan et al. (eds.) Vector Control in Southeast Asia. Proceedings 1st SEAMEO Workshop, 15-17 August 1972, Singapore.
18. Craig, G., *Op.cit.*
19. Pant, C. P., S. Jatanasen and M. Yasuno. 1973. Prevalence of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* and observation on the ecology of dengue haemorrhagic in several areas of Thailand. South Asian J. Trop. Med. Public Health. 4: 113-121.
20. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*
21. Focks, D., S. Linda, G. B. Craig, W. Hawley and C. Pampuni. 1994. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): A statistical model of the role of temperature, photoperiod, and geography in the induction of egg diapause. J. M. Entomol, 31:278-286.
22. Hawley, W. A. 1988. The biology of *Aedes albopictus* J. Am. Mosq. Control Assoc. 4(Suppl):1-37.
23. New Orleans Mosquito Control Board. 1987. Annual Report. City of New Orleans. /NOMCB
24. Novak, R. 1992. The asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*. Wing Beats, Vol. 3(3):5
25. Gomes, A. de C., O. Forattini, I. Kakitani, G. Marques, C. de Azevedo Marques, D. Marucci y M. de Brito. 1992. Micro habitats of *Aedes albopictus* (Skuse) in the Paraíba Valley Region of the State of Sao Paulo, Brazil. Rev. Saúde Pública, 26(2):108-118.
26. New Orleans Mosquito Control Board. 1989. Annual Report. City of New Orleans./NOMCB
27. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*
28. Matsuzawa, H. and N. Kitahara. 1966. Some Knowledge on the biology of *Aedes albopictus*. Jpn. J. Sanit Zool. 17: 232-235.
29. Hien, D. S. 1975. Biology of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) Effect of certain environmental conditions on the development of larvae and pupae. Acta Parasitol Pol, 23(36): 395-402.

30. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*
31. Mori, A. 1979. Effects of larval density and nutrition on some attributes of immature and adult *Aedes albopictus*. *Trop. Med.* 21(2): 85-103.
32. Hawley. W. A., *Op. cit.*
33. Hanson, S. M. and G. M. Craig. 1994. Cold acclimation, diapause and geographic origin affect cold hardiness in eggs of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *J. M. Entomol*, 31:192-201.
34. Gubbler, D. J. 1971 Studies on the comparative oviposition behaviour of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* and *Aedes* (*Stegomyia*) *polynesiensis*. *J. Med. Entomol*, 8:675-687.
36. Edgerly, J., M. S. Willey and T. P. Livdahl. 1993. The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for mosquito invasion. *Ecol. Entomol*, 18:123-128.
38. Hanson, S. M. 1991. Cold hardiness of *Ae. Albopictus* eggs. University of Notre Dame, Department of Biological Science. Indiana, August 1991. Tesis doctoral.
39. Hawley, W. A., P. Reiter, C. B. Pumpuni, R. Coperland and G. B. Craig, Jr. 1987. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in North America: Probable introduction in tires from Northern Asia for North Asian origin. *Science*, 236-1114-1116.
40. Hawley, W. A., C. Pumpuni, R. Brady and G. B. Craig. 1989. Overwintering survival of *Ae albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana. *J. Med. Entomol*, 26(2):122-129.
41. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*
42. *Idem.*
44. Hien, D. S. *Op.cit.*
45. *Idem.*
46. Moore, C. G and C. J. Mitchell. *Aedes albopictus* in the Unites States: Ten year presence and public health implications. CDC and prevention, Fort Collins, Colorado, USA.
47. Frankhauser, D. B. 2002. Asian Tiger Mosquito, Now in Clermont, Country, Ohio.
48. Lien, J. and Y. Lin. 1990. The pathogen of Taiwan mosquitoes, *Coelomomyces* species. *Kao Hsiung I Hsueh Ko Hsueh Tsa Chin.* 6(7): 350-359.
49. Marten, G. 1984. Impact of the copepod *Mesocyclops leukarti pilosa* and the green alga *Kirchneriella irregularis* upon larval *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Bull. Soc. Vector Ecol.* 9(1): 1-5.
50. Livingstone, D., and K. Krishnamoorhy. 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. Hist. Soc.* 82:30-37.
51. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*

52. Mori, A., and Y. Wada. 1977. The gonotrophic cycle of *Aedes albopictus* in the field. *Trop. Med.* 19(3-4):141-146.
53. Savage, H., M. Niebylski, G. Smith, C. Mitchell and G. B. Craig. 1993. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) at a temperature North American site. *J. Med. Entomol.* 30(1): 27-33.
54. Ho, BC, *et. al. Op.cit.*
55. Grantham, R. 2002. Life cycle of *Aedes albopictus*. Oklahoma State Entomology Page.
56. Nasci, R., C. Hare and F. Willis. 1989. Interspecific mating between Louisiana strain of *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti* in the field and the laboratory. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 5(3): 416-421.
57. O` Meara, G., A. Gettman, L. Evans and G. Curtis. 1993. The spread of *Aedes albopictus* in Florida. *Am. Entomol.* 39(3):163-172.
59. Hawley. W. A., *Op. cit.*
62. Holick, J. 2002. Discovery of *Aedes albopictus* infected with west nile virus in Southeastern Pennsylvania. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 18(2):131pág.
63. Tesh, R. and D. A. Shroyer. 1980. The mechanism of arbovirus transovarial transmission in mosquitoes: San Angelo Virus in *Aedes albopictus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 29(1): 394-404.
64. Shroyer, D. 1986. *Aedes albopictus* and arboviruses: A concise review of the literature. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 2(4): 424-428.
67. Mitchell, C. 1991. Vector competence of North and South American strains of *Ae. albopictus* for certain arboviruses: review. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7(3): 446-451.
70. Scoles, G. and C. Craig. 1993. Variation in susceptibility to *Dirofilaria immitis* among U. S. strains of *Aedes albopictus*. *Vector Control Bull North Central States.* 2(1): 98-103.
68. Streit, T. and P. Grimstad. 1990. Vector competence of *Aedes albopictus* for La Crosse encephalitis. *Proc. Ohio Mosq. Control Assoc.* 19:45-50.
71. Gould, D. J., G. A. Mount, J. E. Scanlon, H. R. Ford, and M. F. Sullivan. 1970. Ecology and control of dengue vectors on an island in the Gulf of Thailand. *J. Med. Entomol.* 7:499-508.
72. Estrada Franco, J. y G. B. Craig. 1995. Biología, Relaciones con Enfermedades y Control de *Aedes albopictus*. OPS. 1-51 pp.
75. Jardina, B. 1990. The eradication of *Aedes albopictus* in Indianapolis, Indiana. *J. Am. Mosq. Control.* 6: 310-311 pp.
76. Khoo, B., D. Shuterland, D. Sprenger, D. Dickerson and H. Nguyen. 1988. Susceptibility status of *Ae. Albopictus* to three topically applied adulticides. *J. Am Mosq Control Assoc.* 4:310-313.

77. Vythilingam I., G. Chiang and C. Amatachaya. 1992. Adulticidal effect of cyflutrin against mosquitoes of public health importance in Malaysia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*. 23(1):111-115.
79. Robert, L. and J. Olson. 1989. Susceptibility of female *Ae. albopictus* from Texas to commonly used adulticides. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 5:251-253.
80. Wesson, D. 1990. Susceptibility to organophosphate insecticides in larval *Aedes albopictus*. *Am. Mosq. Control Assoc.* 6:258-264.
81. Brown, A. W. A. 1986. Insecticide resistance in mosquitoes: A pragmatic review. *J. Am. Mosq. Control Ass.* (2): 123-140 pp.
82. Neng, W. X, Yan, H. Fuming and C. Dazong. 1993. Susceptibility of *Aedes albopictus* from China and mechanism of DDT resistance. *J. Am. Mosq. Control.* 9(4): 394-397 pp.