

El mosquito *Aedes aegypti*, vector principal del Dengue y otros arbovirus

Dra. Victoria Pando-Robles
Laboratorio de Proteómica.
Área de infección e inmunidad.
Centro de Investigación sobre
Enfermedades Infecciosas
(CISEI).
Instituto Nacional de Salud
Pública.

Cuando hablamos de mosquitos o zancudos nos referimos a diferentes insectos que se alimentan de sangre, también conocidos como hematófagos (hema=sangre y phagos=que come). En este grupo, el mosquito *Aedes aegypti* tiene un papel protagonista debido a su rol como vector de enfermedades, es decir, transmite diferentes patógenos entre humanos o bien, de animales a humanos. Transmite principalmente arbovirus (virus transmitidos por artrópodos) como: el Virus Dengue, el Virus Zika, el Virus de la Fiebre Amarilla, el Virus Chikungunya, el Virus Mayaro; y también parásitos de la familia *Filaroidea*. Los arbovirus producen enfermedades con sintomatología diversa: fiebre con dolor muscular, dolor de ojos, conjuntivitis, salpullido (cambios en la piel que afectan su apariencia en el color y/o textura); fiebres hemorrágicas y encefalitis. Cabe resaltar que la mayoría de las infecciones (60-80%) pueden cursar de manera asintomática, es decir la persona no se da cuenta que está infectada. El diagnóstico clínico de un paciente no es diferencial, el médico puede sospechar de una arbovirosis, sin embargo, para conocer la identidad del arbovirus responsable de la sintomatología se debe realizar el diagnóstico en el laboratorio.

El mosquito *Ae. aegypti*, un mosquito de su historia

Aedes aegypti o mosquito de Egipto es un artrópodo de la clase Insecta, orden Díptera, de la familia de los *Culicidae* y subfamilia *Culicinae*, que incluye los géneros *Aedes* y *Culex*. El mosquito adulto de *Aedes aegypti* es de color oscuro-negro, tiene un dorso con bandas de color blanco-plateado formado por escamas que asemejan la forma de una lira, aunque su característica más notoria son sus patas con bandas en blanco y negro (Figura 1).

El género *Aedes* está constituido por más de 950 especies de mosquitos nativos de hábitats tropicales, sin embargo, estos mosquitos se han propagado hacia nuevas regiones geográficas principalmente por la actividad humana, como viajes, comercio, crecimiento poblacional, urbanización desordenada, cambio climático, etc. Las especies más

conocidas por su papel como vectores son los mosquitos *Aedes aegypti* (originario de África) y *Aedes albopictus* (originario de Asia). Por su estrecha relación con el hombre, *Aedes aegypti* es considerado un mosquito doméstico, sin embargo, en los últimos años ha invadido el medio rural, a veces a varios kilómetros de distancia de poblados o de las carreteras. Se cree que *Aedes aegypti* fue introducido en América desde Europa en barriles de agua transportados en barcos durante las expediciones de los colonizadores. Así también, se piensa que el virus de la fiebre amarilla llegó a América debido al tráfico de esclavos, y dado que la población nativa americana y los colonizadores no tenían inmunidad para este patógeno, se presentaron brotes devastadores. La primera epidemia confirmada de fiebre amarilla en América ocurrió en Barbados en 1647, en ese entonces no se conocía como se producía la enfermedad y su aparición era todo un misterio. En 1881, el médico cubano Carlos Finlay descubrió el papel del mosquito *Aedes aegypti* como agente transmisor de la enfermedad. En 1901, la fiebre amarilla fue erradicada de la Habana, principalmente gracias a la implementación de medidas de control de la población de mosquitos, y a la destrucción de las larvas de los mosquitos. En 1937, Max Theiler desarrolló una vacuna para la fiebre amarilla que protege a las personas que viven o viajan a zonas endémicas, la cual es efectiva.

La entrada de *Aedes albopictus* en el continente americano es más reciente, hace aproximadamente tres décadas y se la relaciona con el comercio internacional de neumáticos usados, pues estos suelen acumular agua de lluvia y los mosquitos depositan sus huevos allí. Estos mosquitos viven en zonas rurales, sin embargo, ambas especies conviven en algunas regiones en los alrededores de las ciudades.

Cabe resaltar que, en los últimos dos años, Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Perú y Surinam han notificado casos de fiebre amarilla. Por este motivo y tratando de prevenir casos en otros países, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que "todo viajero internacional debe vacunarse contra la fiebre amarilla, al menos 10 días antes de viajar a zonas donde circula el virus".

¿Dónde vive y cómo se reproduce el mosquito?

Aedes aegypti se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales del planeta, entre las latitudes 35° Norte y 35° Sur y por debajo

de los 1000 metros sobre el nivel del mar, aunque también se ha registrado su presencia a una altitud mayor. El mosquito se desarrolla principalmente en recipientes con agua acumulada en los alrededores de la casa, como tanques de agua, envases diversos, cubetas, plantas enraizando en agua, fuentes, floreros, bebederos de animales, fosas sépticas abiertas, o sin tela metálica en el respiradero, etc.

El ciclo de vida del mosquito *Aedes aegypti* comprende cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto, dura de 8 a 10 días y ocurre en el agua. (véase la Figura 2) El mosquito adulto vive aproximadamente un mes, generalmente dentro de las casas y pueden volar hasta 600 metros para encontrar recipientes donde colocar sus huevos. Después del apareamiento, la hembra del mosquito *Aedes* necesita alimentarse para la producción de los huevos, en cada oviposición puede producir de 250 a 300 que son depositados sobre las paredes internas de recipientes con agua. Los huevos pueden sobrevivir sin estar dentro del agua por un período de hasta ocho meses (desecación), lo que constituye un obstáculo para los programas de control vectorial, como se designan aquellas actividades destinadas a erradicar o disminuir considerablemente los mosquitos que transmiten enfermedades. Los mosquitos se reproducen mejor en la época de lluvia, aumenta su densidad poblacional y también se incrementa la posibilidad de transmisión de los arbovirus.

El mosquito adquiere el virus y lo transmite

Las hembras del mosquito se alimentan preferencialmente de sangre humana y pueden hacerlo varias veces durante su ciclo gonotrópico, facilitando así la transmisión consecutiva del virus. El ciclo de transmisión de cualquier arbovirus empieza cuando la hembra del mosquito *Aedes* se alimenta de la sangre de una persona infectada con el virus (durante la etapa febril). El arbovirus ingresa al mosquito y el primer tejido en infectarse es el intestino del mosquito, posteriormente el virus sale a la hemolinfa, y se propaga en otros tejidos del mosquito hasta llegar a la glándula salival, donde también se replica para luego ser secretado en la saliva durante la siguiente alimentación del mosquito, como resultado el virus puede ser transmitido a un hospedero susceptible (ver Figura 3). El período de replicación del arbovirus en el mosquito se denomina período de incubación extrínseca (EIP) y

dura de 7-14 días dependiendo del virus. Por ejemplo, para el virus dengue es 14 días, mientras para el virus chikungunya es de cinco días. La infección del mosquito *Ae. aegypti* con cualquier arbovirus es persistente, es decir, queda infectado de por vida (15-30 días); también se ha observado transmisión vertical, esto es que el mosquito hembra transmite el virus a su descendencia, aunque la frecuencia de este tipo de transmisión es baja.

Capacidad vectorial y competencia vectorial

La dinámica de transmisión de los arbovirus es compleja, está determinada por las interacciones entre el virus, el vector y el hospedero en un ecosistema particular, y aún no conocemos todos los factores que la gobiernan. Existe evidencia de que la susceptibilidad a la infección con el virus Zika, Dengue u otro arbovirus varía entre poblaciones de mosquitos *Ae. aegypti* de distintos orígenes geográficos, donde las diferencias genéticas y ecológicas entre poblaciones parecen ser las responsables de las diferentes susceptibilidades.

La capacidad de los vectores (mosquitos) para la transmisión efectiva de un patógeno (en este caso los arbovirus) a su hospedero (los humanos) está determinada por múltiples factores, los intrínsecos o propios del vector y los extrínsecos, como factores ambientales (por ejemplo la temperatura), factores del patógeno (virulencia), factores del hospedero (respuesta inmune) y combinaciones de estos (número de alimentaciones del mosquito). Los factores propios del vector que le confieren la capacidad de infectarse con un patógeno, diseminarlo en su organismo y transmitirlo mediante la saliva, se conoce como competencia vectorial; esta característica es particular de la relación patógeno-vector y es una variable fundamental en la dinámica de transmisión. Para que un mosquito sea considerado un vector efectivo, debe tener una alta competencia vectorial y una elevada capacidad vectorial. Así, un mosquito con una buena competencia vectorial puede tener una baja capacidad vectorial si no se encuentra en una densidad poblacional adecuada o si el hospedero no es susceptible a la infección y en consecuencia la transmisión es baja. Posiblemente, esto ocurrió con el virus Zika antes de los brotes epidémicos en el 2007.

La competencia vectorial puede ser influenciada por factores genéticos, ambientales y por la eficiencia de replicación del pa-

tógeno a transmitir; también depende de la capacidad del arbovirus para modular la respuesta inmune del vector en los diferentes tejidos. En condiciones de laboratorio, cepas adaptadas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* son competentes para transmitir 26 diferentes arbovirus; sin embargo, en condiciones naturales, la competencia vectorial de estos mosquitos por un virus en particular ha sido poco evaluada, principalmente en nuestro país.

Actualmente, en el Instituto Nacional de Salud Pública tenemos un proyecto que busca determinar la distribución geográfica y la competencia vectorial de los mosquitos *Ae. aegypti* provenientes de distintos estados de la República Mexicana para transmitir el virus Zika y el virus dengue. Pensamos que los resultados de este trabajo serán útiles para generar un mapa de riesgo entomológico de la diseminación de estos arbovirus en el territorio mexicano. Este proyecto se realiza en colaboración con el CENAPRECE (Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades).

Prevención de las enfermedades causadas por arbovirus

El control de las enfermedades por arbovirus se basa principalmente en el control vectorial, y en la inmunización preventiva (vacunación) para algunos de ellos. La vacuna atenuada con la cepa 17D para la fiebre amarilla es segura y efectiva y se usa ampliamente en Sudamérica y África para prevenir esta enfermedad. A finales del 2015 se aprobó en varios países el uso de la primera vacuna contra el dengue -Dengvaxia (CYD-TDV) de Sanofi Pasteur. Sin embargo, en diciembre del 2017, la OMS recomendó a los países considerar la introducción de Dengvaxia sólo en las zonas geográficas endémicas por dengue.

En otras palabras, aquellas regiones donde aproximadamente el 70% o un mayor porcentaje de la población presenten anticuerpos contra dengue. Cabe resaltar que la eficacia de la vacuna (capacidad de la vacuna para prevenir el dengue) es de 66% en los mayores de 9 años y de 44% en menores de 9 años.

Hoy en día, ante la ausencia de vacunas efectivas para prevenir la mayoría de las enfermedades arbovirales, el único método para controlar la transmisión de los virus de Dengue, Zika y Chikungunya, consiste en eliminar o reducir la población de los mosquitos vectores.

Continúa en la Pág. 32

Viene de la Pág. 31

En México, el encargado de la prevención de estas enfermedades es el CENAPRECE, que mediante una plataforma de vigilancia entomológica identifica la presencia, distribución y densidad de los vectores *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en sitios fijos de observación en distintos estados de la república donde tienen 190,000 ovitrampas con lecturas semanales durante todo el año. Estas medidas incluyen el control de larvas y de adultos.

campana desarrollada por la Secretaría de Salud (ver la Figura 4). 4) Controlar a los mosquitos adultos. Cuando las actividades de vigilancia realizadas por CENAPRECE muestran que las poblaciones de mosquitos adultos están aumentando o que hay propagación de algún arbovirus, los profesionales de salud pueden tomar la decisión de aplicar insecticidas. Para lo cual deben conocer el insecticida adecuado para una región y monitorear su efectividad. La falta de terapias específicas



Figura 1. El mosquito *Aedes aegypti*.

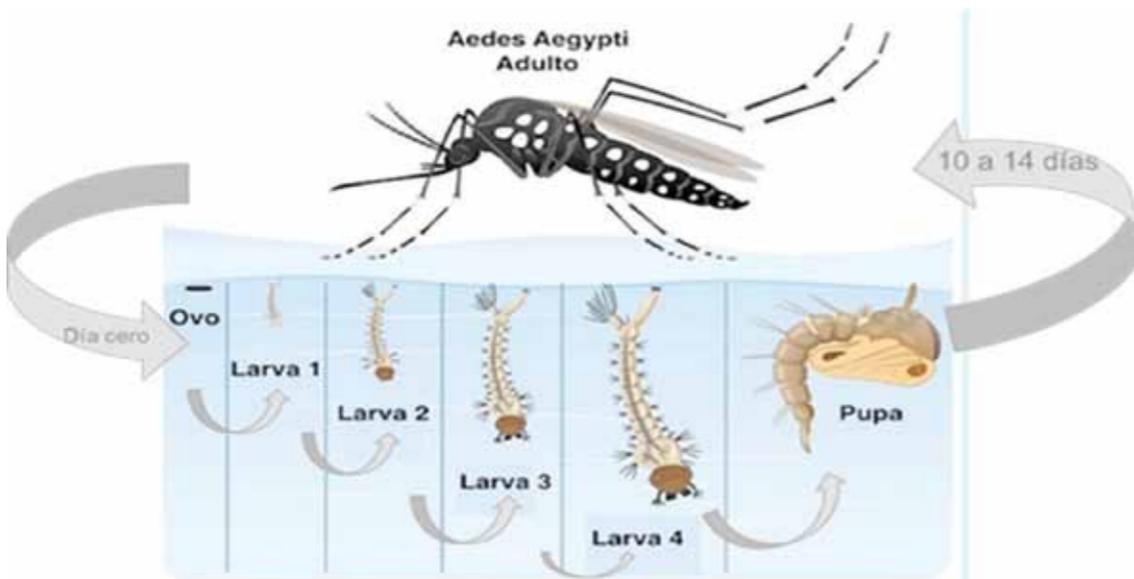


Figura 2. Ciclo de vida del mosquito *Aedes aegypti*. Los huevos del mosquito sólo necesitan una pequeña cantidad de agua para desarrollarse a los estadios larvales, donde se alimentan de materia orgánica y después de 5 días se convierten en crisálidas que se transforman en mosquitos adultos en 2-3 días. El ciclo dura

Los municipios y los programas de control de mosquitos a menudo utilizan un enfoque de manejo integral de mosquitos, que incluye: 1) Realizar la vigilancia de los mosquitos: encontrar y monitorear los lugares donde los mosquitos adultos depositan huevos y realizar un seguimiento de las poblaciones de mosquitos y de los virus que pueden propagar. 2) Evitar que los mosquitos encuentren lugares donde depositar sus huevecillos. Ordenar y limpiar el entorno de casas y de escuelas. 3) Controlar larvas y pupas. Se recomienda cubrir, vaciar y limpiar cada semana los recipientes donde se almacena agua para uso doméstico. En estas dos últimas acciones la sociedad tiene un papel muy importante y hacia ella se dedican campañas de promoción de la salud; a manera de ejemplo se muestra una de las publicaciones de la

como medicinas y/o vacunas para la mayoría de las arbovirosis y el fracaso de las estrategias para el control de los vectores, promueve que la **sociedad civil** tenga un papel muy importante en el control de mosquitos, **cada uno de nosotros debe ser consciente de no proveer alimento ni vivienda para los mosquitos**; es decir debemos evitar que los mosquitos nos piquen (ropa adecuada o repelente) y debemos ordenar-limpiar los alrededores de nuestra casa y comunidad, para evitar la acumulación de recipientes-cacharros con agua almacenada que facilite el desarrollo de los huevos de los mosquitos. Por la importancia de las enfermedades arbovirales, este año en Cuernavaca se organiza el Taller "Enfoque multidisciplinario para enfrentar el desafío de las enfermedades arbovirales en América", que se realizará en el Institu-

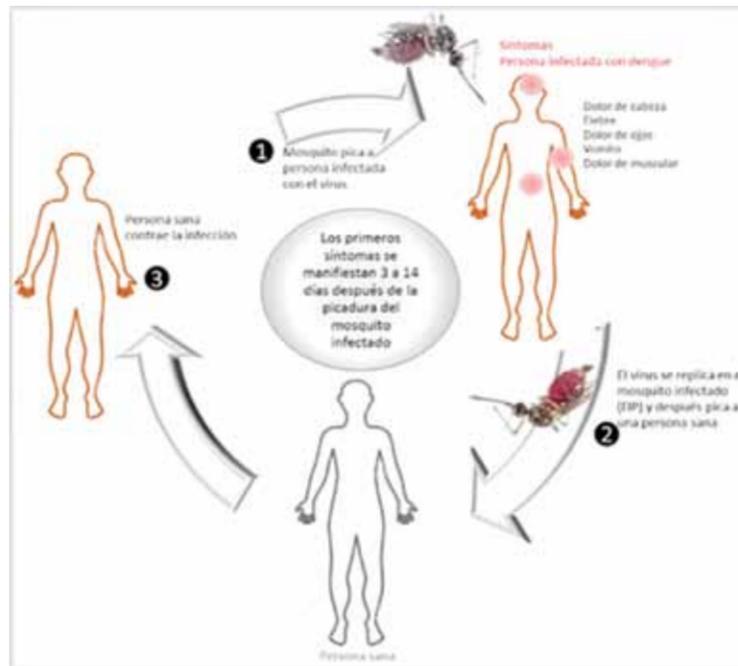


Figura 3. Ciclo de Transmisión.

to Nacional de Salud Pública del 17 al 22 de septiembre del 2018. Para mayor información consultar el sitio web <https://www.insp.mx/avisos/4710-arbovirus-workshop.html>.

Para saber más de este tema puedes consultar también: ¿Qué debemos saber sobre el dengue para evitar enfermarnos no-

contras. <http://www.acmor.org.mx/?q=content/vacuna-contradengue-pros-y-contras>

REFERENCIAS

http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/portada_vectores.html
<http://www.who.int/immuni->

zation/research/development/dengue_q_and_a/es/ Bennett, K. E. et al. (2002). Variation in vector competence for dengue 2 virus among 24 collections of *Ae. aegypti* from Mexico and the United States. *Am J Trop Med Hyg*, 67(1), pp. 85–92. Franz AWE, Kantor AM, Passarelli AL, C. R. (2015) 'Tissue barriers to arbovirus infection in mosquitoes', *Viruses*, 7(7), pp. 3741–3767. Gratz, N. G. (2004). Critical review of the vector status of *Ae. albopictus*, *Medical and Veterinary Entomology*, 18(3), pp. 215–227. Magalhaes T. et al. (2017). Mosquito-borne and sexual transmission of Zika virus: Recent developments and future directions. *Virus Res*. Jul 10. pii: S0168-1702(17)30381-7. McNeill JR. Yellow fever and geopolitics: environment, epidemics, and the struggles for empire in the American tropics, 1650-1900. *Hist Now* (Christch). 2002;8(2):10-6. Pando-Robles V, Batista CV. Aedes-Borne Virus-Mosquito Interactions: Mass Spectrometry Strategies and Findings. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2017 Jun;17(6):361-375.

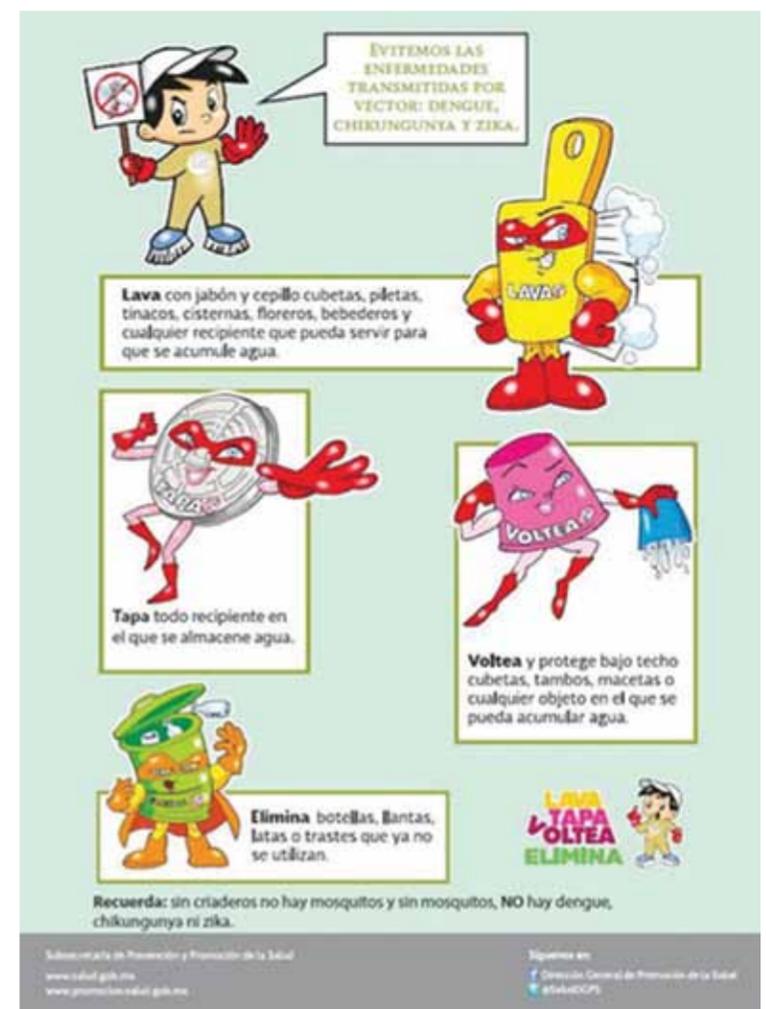


Figura 4. La Secretaría de Salud de México realiza acciones de promoción en toda la república, con diversas campañas y anuncios.

