

## INTRODUCCIÓN

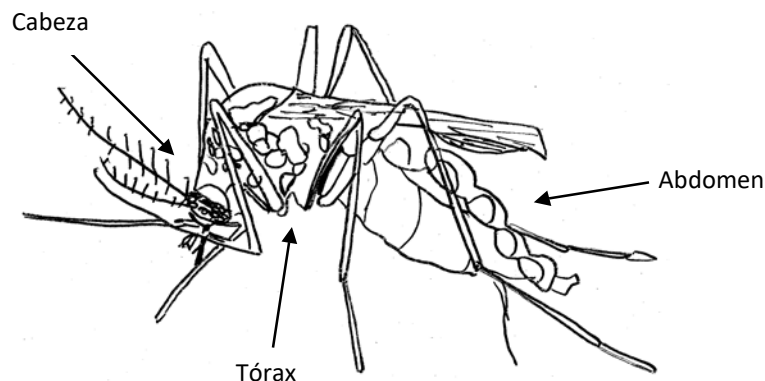
Los insectos (clase Insecta) son muy diversos y representan uno de los grupos de animales más exitosos. Habitan en casi todas las regiones del planeta: a grandes altitudes, en aguas dulces, océanos y desiertos. Se alimentan de plantas, cazan otros animales e incluso pueden consumir fluidos corporales como la sangre.

El mosquito, como todos los insectos, tiene seis patas, un aparato bucal articulado externo y tres regiones corporales distintas llamadas tagmas: la cabeza, el tórax y el abdomen (Figura 1). La familia del mosquito (Culicidae) pertenece al orden conocido como moscas (Diptera), insectos con un único par de alas. Con su largo y delgado cuerpo, a las estrechas y una probóscide, el mosquito se distingue fácilmente de las otras moscas. Existen más de 3,000 especies de mosquitos en todo el mundo, incluidos cientos de especies en Norteamérica.

La mayoría de las especies de mosquitos se alimentan de néctar de plantas y de sangre animal. Sin embargo, solamente las hembras consumen sangre, que proporciona nutrición adicional para sus huevos. Una hembra recientemente alimentada de sangre presenta un abdomen abultado.

Los mosquitos son vectores de muchas enfermedades humanas, entre ellas la malaria, la fiebre del Nilo occidental, la fiebre amarilla, la encefalitis y el dengue. Una especie que es común en los Estados Unidos, *Culex pipiens*, es el vector para el virus del Nilo occidental. Este virus causa enfermedades febriles, es decir, enfermedades caracterizadas por fiebre repentina en aves como los mirlos primavera, los cuervos, las charas o urracas azules, así como en humanos. Dos especies del género *Aedes*, *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, que también están presentes en Estados Unidos (*A. albopictus* es una especie invasora que proviene de Asia), son vectores para varias enfermedades virales, incluida la fiebre del dengue.

Para controlar enfermedades tales como el dengue y la fiebre del Nilo occidental, es esencial comprender el ciclo de vida del mosquito, así como conocer acerca de los hospederos y de los virus que causan estas enfermedades. También es importante comprender los diversos factores ambientales que pueden propiciar la transmisión de estas enfermedades, incluidos aquellos factores que pueden llevar a epidemias y pandemias.



**Figura 1.** Hembra de mosquito *Aedes* sp.

## Ciclo de vida del mosquito

El mosquito tiene cuatro etapas de vida: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 2). Todo el proceso de crecimiento se conoce como metamorfosis completa. Comienza cuando la hembra adulta recién emergida se aparea con un mosquito macho y busca alimentarse de sangre. Los nutrientes de la sangre digerida forman un vitelo o yema de huevo que nutre las larvas en desarrollo. Algunas especies de mosquito pueden desarrollar huevos sin este consumo de sangre utilizando proteínas y hormonas acumuladas durante la etapa larvaria. Estas hembras son autógenas, es decir, que producen los nutrientes necesarios dentro de sus propios cuerpos.

Cuando los huevos que fueron fertilizados con el espermatozoides acumulado desde el apareamiento maduran, la hembra de mosquito busca agua para desovar. Las larvas salen del huevo. Las larvas se alimentan abundantemente y gradualmente pasan por cuatro fases llamadas estadios, durante los cuales crecen progresivamente. Posteriormente, las larvas se convierten en pupas. Durante esta etapa ocurre la metamorfosis hacia el adulto. Finalmente, el adulto completamente formado emerge de su envoltura de pupa.

Los mosquitos son acuáticos durante las etapas de huevo, larva y pupa, y cuando se vuelven adultos son terrestres. En sus etapas acuáticas habitan ríos, lagos, charcos o cualquier otro espacio con agua. El agua de lluvia estancada en llantas viejas es propicia para la cría de los mosquitos que atacan a los humanos. Una forma común de controlar la repoblación de mosquitos es retirar las llantas viejas y drenar el agua para deshacerse del hábitat de las larvas en desarrollo.

Los mosquitos adultos se pueden alimentar y reproducir durante varias semanas antes de morir. Durante este tiempo, las hembras pueden consumir tanto sangre como azúcares. Los machos se alimentan exclusivamente de néctar.

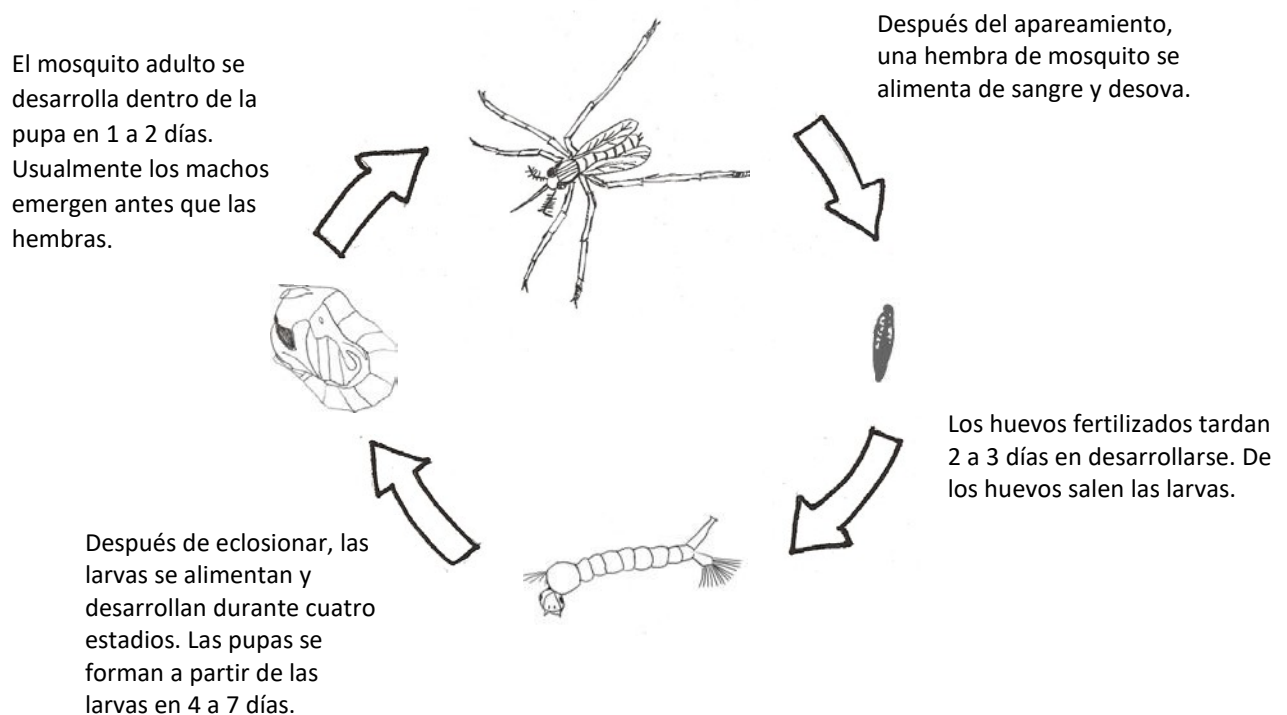
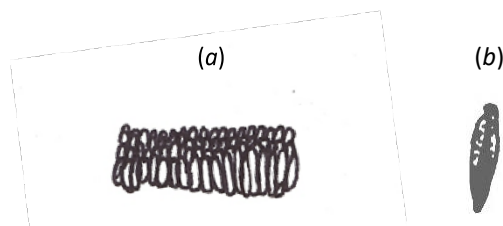


Figura 2. Ciclo de vida del mosquito.

## Etapas de vida

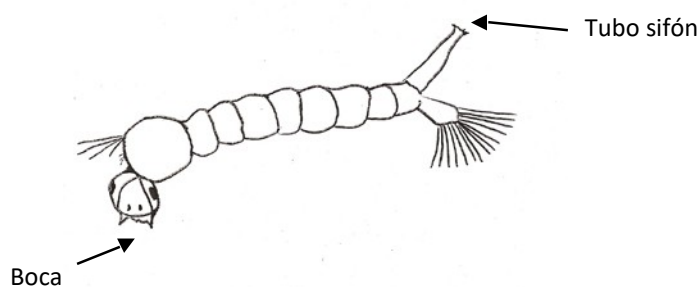
**Huevo:** Una hembra de *Culex* sp. (es decir, de cualquier especie del género *Culex*) desova en conjuntos llamados balsas, las cuales flotan en la superficie del agua (Figura 3a). Las hembras de *Aedes* sp. ponen huevos individuales (Figura 3b).



**Figura 3.** (a) Balsa de huevos de *Culex* sp. (b) Huevo de *Aedes* sp.

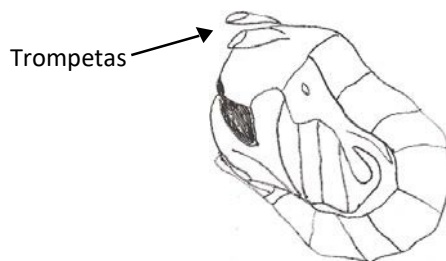
**Larva:** Las larvas salen de los huevos y viven justo por debajo de la superficie del agua. Debido a que no poseen branquias o alguna otra manera de obtener oxígeno del agua, extienden un tubo sifón fuera de ella para tomar el oxígeno atmosférico (Figura 4).

Las larvas se alimentan principalmente de detritus vegetal y animal presente en el agua. Este alimento generalmente es bajo en nutrientes, por lo que la nutrición proporcionada por el vitelo enriquecido por la sangre consumida por la hembra es muy importante para el desarrollo.



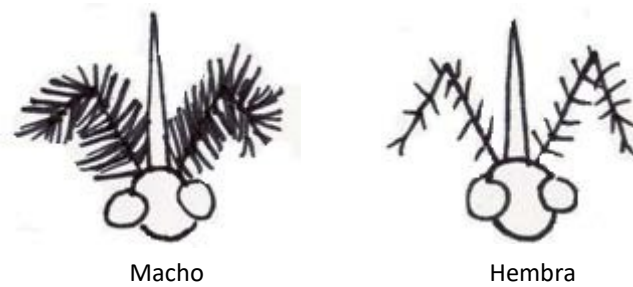
**Figura 4.** Larva de mosquito.

**Pupa:** Las pupas se asemejan a una larva enrollada (Figura 5) y tienen una cobertura endurecida. Al igual que las larvas, las pupas viven debajo de la superficie del agua. Utilizan estructuras llamadas trompetas para absorber el oxígeno atmosférico. Las pupas no comen.

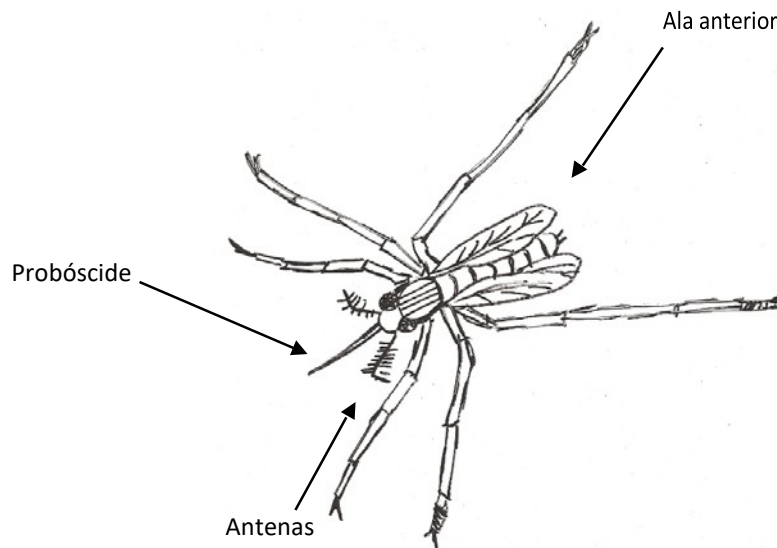


**Figura 5.** Pupa de mosquito.

**Adulto:** El mosquito se forma dentro de la cobertura de la pupa durante la metamorfosis. Cuando la metamorfosis está completa, el adulto emerge de la envoltura, seca sus alas y su exoesqueleto y emprende el vuelo. Los mosquitos machos tienen antenas plumosas, mientras que las hembras tienen antenas con pelos pequeños y finos (Figura 6). Los machos emplean sus antenas para detectar los sonidos reproductivos de las hembras. Ambos sexos se alimentan usando un aparato bucal especializado llamado probóscide (Figura 7). La probóscide tiene dentro un estilete duro que la hembra utiliza para perforar la piel de su hospedero y succionar la sangre. Las secreciones salivales del mosquito pueden albergar patógenos que podrían transferirse al hospedero durante la alimentación.



**Figura 6.** Cabezas de mosquitos adultos.



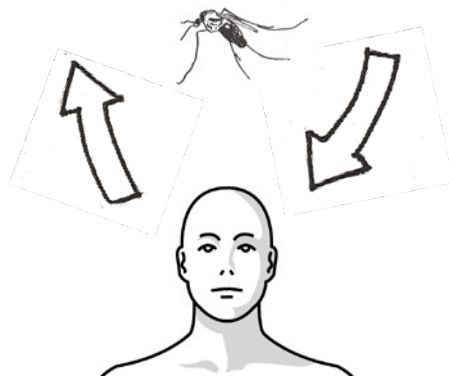
**Figura 7.** Mosquito hembra adulto.

## Los mosquitos y el virus del dengue

El virus del dengue (familia Flaviviridae) llega a infectar hasta 100 millones de personas al año. Las infecciones por dengue ocurren en todo el mundo, pero la prevalencia más alta se da en latitudes tropicales y subtropicales. Los vectores más comunes son *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, aunque otras especies del género *Aedes* también portan el virus. El virus del dengue comúnmente se transmite de mosquitos infectados a seres humanos, así como de humanos infectados a mosquitos (Figura 8). A medida que la tasa de infección aumenta en la población humana, también aumenta la tasa de infección en los mosquitos, lo cual puede causar brotes. Esto contrasta con las infecciones del virus del Nilo occidental (véase la sección siguiente), en las que las aves son cruciales para el ciclo de transmisión, y los humanos, aunque se infectan, no son fuente de virus para nuevas infecciones.

El término *serotipo* se refiere a las variaciones dentro de una especie de virus, dadas por la presencia de antígenos de superficie. Existen cuatro serotipos del virus del dengue y es posible contraer más de uno de ellos. Una persona con anticuerpos contra un serotipo de virus del dengue podría estar protegida contra infecciones futuras de ese serotipo, pero no contra infecciones con otros serotipos. De hecho, debido a un proceso conocido como amplificación dependiente de anticuerpos, la infección con un segundo serotipo puede llevar a una enfermedad severa llamada fiebre hemorrágica del dengue, que puede progresar a un síndrome de choque.

La mejor manera de prevenir los brotes de dengue es evitando que las personas sean picadas por mosquitos infectados. Las mallas y los mosquiteros pueden mantener a los mosquitos alejados de los espacios interiores, pero este método puede ser difícil de aplicar en climas y culturas en los que los espacios interiores cerrados son poco frecuentes. Eliminar los ambientes de reproducción ha demostrado ser altamente efectivo para el control de las poblaciones de mosquitos. En general, este procedimiento implica deshacerse del agua estancada, como los charcos y los contenedores al aire libre en los que el agua se puede acumular (ollas, barriles y llantas viejas). Algunas personas podrían pensar que los insecticidas son los medios más modernos y efectivos para controlar los mosquitos. Sin embargo, desde el punto de vista de la salud pública y el control comunitario, la eliminación del agua estancada es más efectiva y sana para el ambiente.



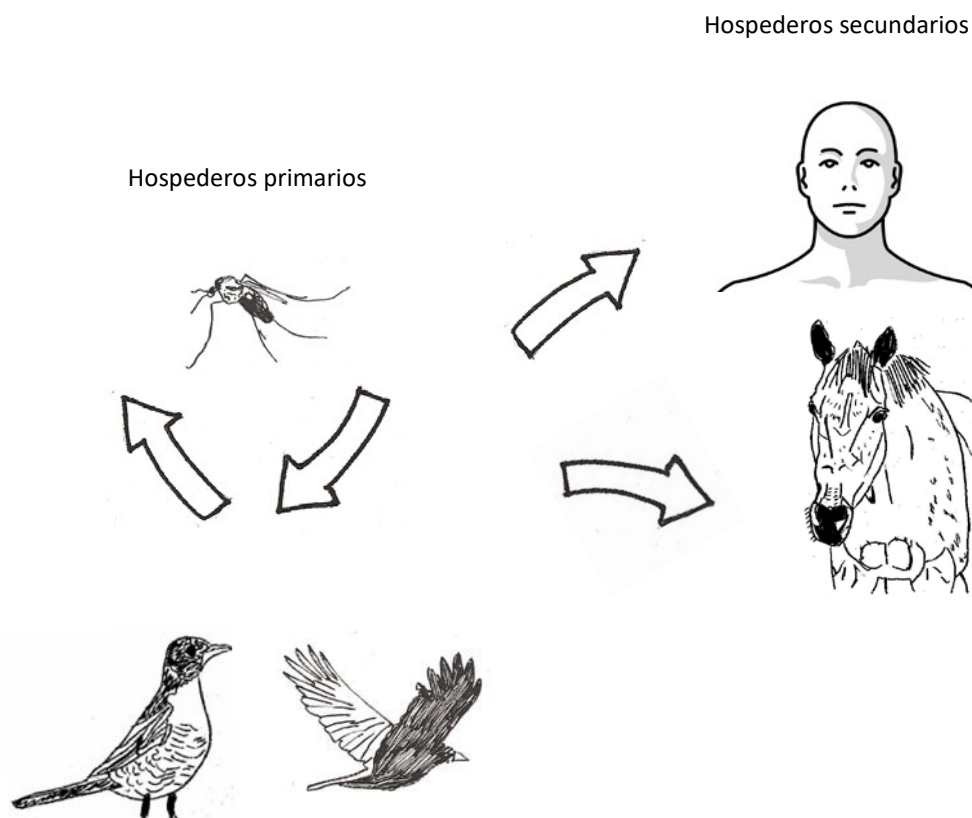
**Figura 8.** Ciclo de infección del dengue.

## Los mosquitos y el virus del Nilo occidental

El virus del Nilo occidental (familia Flaviviridae) se aisló por primera vez en Uganda en 1937. El ciclo natural de transmisión del virus del Nilo occidental ocurre entre aves y las especies de mosquitos del género *Culex*. Los mosquitos infectados también transmiten el virus a humanos y otros animales (Figura 9). La mayoría de los hospederos mamíferos, incluidos los humanos, no transmiten el virus a los mosquitos.

La mayoría de las personas infectadas con el virus del Nilo occidental no tendrán síntomas o solamente padecerán algo parecido a una gripe leve. Sin embargo, en un bajo porcentaje de los casos, la infección del Nilo occidental puede progresar a una enfermedad neuroinvasiva. Los síntomas de la enfermedad neuroinvasiva incluyen la inflamación del cerebro y de sus membranas protectoras, lo que en ocasiones resulta en un síndrome que afecta las funciones motoras y sensoriales del sistema nervioso. Aproximadamente el 10% de los casos de enfermedad neuroinvasiva son fatales; la mayoría de éstos ocurren en adultos mayores.

El virus del Nilo occidental es una seria amenaza para la salud humana, pero también puede provocar infecciones extremadamente severas en aves, lo cual puede devastar sus poblaciones. Desde el 2002 se utiliza una vacuna en caballos y también se han vacunado algunas especies de aves silvestres, pero no hay actualmente una vacuna aprobada para uso en humanos.



**Figura 9.** Ciclo de infección del Nilo occidental.

## Glosario

**enfermedad febril:** Enfermedad caracterizada por la aparición repentina de fiebre.

**estilete:** Porción interna de la probóscide que se utiliza para perforar la piel para obtener la sangre u otro fluido.

**fiebre hemorrágica:** Infección viral que causa fiebre y hemorragias internas; es la forma fatal de la infección por dengue. En el caso del dengue, la forma más severa de la enfermedad se conoce como síndrome de choque del dengue.

**hospedero:** Un organismo que mantiene a otro organismo que habita sobre o dentro de sus tejidos.

**meningoencefalitis:** Inflamación del cerebro y de sus membranas protectoras.

**metamorfosis:** Un cambio profundo de forma de una etapa a la siguiente en el ciclo de vida de un organismo.

**plumosas:** Antenas con muchas plumas de pelos pequeños. Las antenas de los mosquitos machos son plumosas.

**probóscide:** Aparato bucal largo y en forma de pajilla que algunos insectos utilizan para alimentarse de sangre o néctar.

**serotipo:** Tipo específico de virus definido por los diferentes anticuerpos que un hospedero vertebrado fabricará como reacción a la infección (por ejemplo, serotipo de virus del dengue).

**tagmas:** Los segmentos principales de los artrópodos. Los insectos poseen tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen.

## Referencias

Clements AN. 1999. The biology of mosquitoes. Volume 2, Sensory reception and behaviour. Wallingford, UK: CABIPublishing.

Clements AN. 2000. The biology of mosquitoes. Volume 1, Development, nutrition and reproduction. Wallingford, UK: CABI Publishing.

Daly HV, Doyen JT, Purchell AH. 1998. Introduction to insect biology and diversity. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.

Gubler DJ. 1998. Resurgent vector-borne diseases as global health problem. *Emerging Infectious Diseases* 4:442–450.

Spielman A, D'Antonio M. 2001. A natural history of our most persistent and deadly foe: mosquito. New York: Hyperion.

## AUTORES

M. Lundquist and Laura Kramer

Editado por Dennis Liu, HHMI

Laura Kramer y los miembros del *Griffin Laboratory* proporcionaron las imágenes.

Dorothy Stobierska: dibujo de larva en la Figura 4 y dibujos de flechas en las Figuras 2, 8 y 9.

Mary Franke y Tom Payne: dibujos de humanos en las Figuras 8 and 9.