

## Artículo original

**Receptores proteicos en larvas mosquitos de *Aedes aegypti* de importancia biomédica.**DR. ANTONIO VASQUEZ HIDALGO, Ph.D . <sup>1</sup> DRA. VIANEY DE ABREGO <sup>2</sup>**1 Profesor del departamento de microbiología. Facultad de Medicina. Universidad de El Salvador.****2 Investigadora de CENSALUD-UES Universidad de El Salvador**

---

**Resumen**

El objetivo principal de la investigación es demostrar nuevas características fisiológicas como es la presencia de receptores en las larvas de mosquitos. Se recolectaron 100 larvas de especie *Aedes aegypti* y se estudiaron por una semana en periodos de 8 a 24 hrs durante 6 meses. Las larvas tienen un sistema nervioso central, ganglios torácicos, ganglios abdominales con área sensitiva y motora. De los estadios I,II,III y IV tienen foto-termo receptores de luz y calor alojados en el cuerpo que se divide en cabeza, tórax y abdomen, perciben ambientes fríos o calientes, así como tienen setas en tórax que recubren su cuerpo, y un par de antenas en la cabeza. Los estadios II y III son más desarrollados que las etapas iniciales. Tienen receptores proteicos RP. Les atrae el color verde oscuro en el fondo, un par de ojos que perciben la luz y color con fotoreceptores. Tienen receptores RP de movimiento que captan a una velocidad el más mínimo movimiento de ondas en el agua. Su olfato no está muy desarrollado pero tienen quimiorreceptores. Se adaptan a cambios de pH variables, tienen nociceptores sensibles a cambios químicos, térmicos y mecánicos, tienen galvanorreceptores o electroreceptores sensibles a estímulos eléctricos, tienen mecanorreceptores que son sensibles al tacto, dolor, presión gravedad, sonido. Tienen un GPS de posición que las orienta.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti* , larvas estadio I,II,III y IV, receptores proteicos.

---

**Introducción**

Las larvas de *Aedes aegypti* su hábitat principal es el agua, necesitan oxígeno en estadio larvario como fase previa para llegar a adulto. La larva de malaria se reproduce en agua limpia y contaminada, la de dengue, Chikungunya, Zika vive en agua limpia. Viven a una altura menor de 600 mts del nivel del mar, se adaptan fácilmente a climas templados y calurosos. <sup>1,2</sup>

En El Salvador la tasa acumulada en mayo 2017 por Sika es de 2.1 x 100,000 hab, en 2016 se registraron más de 6000 sospechosos, de Dengue reportados 7,256 casos, de Chikungunya tasa de 3 x 100,000 hab. Por evento de notificación el primer lugar es dengue, seguido de Chikuncunya, Sika y malaria. <sup>21</sup>

El Paludismo y el Dengue son dos principales enfermedades de importancia médica, sin embargo el transmisor *Aedes aegypti* transmite

cuatro enfermedades potencialmente agresivas al Ser humano, entre ellos Dengue, Zika y Chikungunya y Marayo, al momento se consideran epidemiológicamente como Enfermedades que reportan cifras estadísticas en aumento por el Ministerio de Salud. Definidas como alto riesgo en áreas endémicas. Se hacen esfuerzos mundiales auspiciados o dirigidos por la OMS, OPS y otros, para controlar y erradicar el vector, pero que hasta el momento ha sido imposible de lograr resultados prometedores. Se han utilizado diversos métodos de control, en las que se destaca el uso de químicos en las plantaciones y áreas domiciliarias, con el consiguiente riesgo de causar intoxicaciones en el ser humano. Los vectores más frecuentes reportados en El Salvador como productores de enfermedad son: *Aedes aegypti* y *Anopheles albimanus*.

#### Materiales y método.

Se recolectaron larvas de estadios I, II, III, IV, de especies *A. aegypti* <sup>4,5,6,7,10,11,12,14,16,17,20</sup> de

mosquitos en un contenedor de agua conocido como pila, de aproximadamente de 2700 mts<sup>3</sup>. La muestra fue de 100 larvas (según clasificación taxonómica de Brown, 2019, Ibáñez, 1993 y otros), se estudiaron por una semana en periodos de 8 a 24 hrs durante 6 meses. Las larvas se sometieron a diversas temperaturas, a percepción de colores café, verde, amarillo, negro, a diferentes vibraciones u ondas por medio mecánico. Se colocaron dos polos eléctricos con voltaje a 12 v con dos electrodos positivo y negativo, para observar estímulos eléctricos. Se sometieron a diversos olores como ajo, cebolla, alcohol. Se cambió el pH de ácido o alcalino.

Se evaluaron foto receptores, mecano receptores, galvano receptores, propio receptores, termo receptores, quimiorreceptores, dolor, olfato y sensibilidad motora presentes en las larvas de *Aedes aegypti*. Luego se hace la caracterización morfológica en microscopio electrónico de barrido de las larvas.

**CUADRO I. Evaluación de los receptores en las larvas de especie *A. aegypti* con su respectivo estímulo. 2017**

LARVAS	RECEPTOR	ESTIMULO
I,II,III,IV	<b>FOTORECEPTOR</b>	Exposición a la luz artificial, electromagnetismo, cargas eléctricas.
	<b>MECANORECEPTOR</b>	Tacto, presión, vibración, movimiento
	<b>Sonido</b>	Sonido artificial
	<b>Olfatorio</b>	Dulce, salado, amargo, picante, químicos.
	<b>GALVANORECEPTOR</b>	Polos eléctricos + -
	<b>PROPIORECEPTOR</b>	Posición de la larva
	<b>TERMORECEPTOR</b>	Calor, frio, tibio
	<b>QUIMIORECEPTOR</b>	Acido, básico, neutro
	<b>Dolor</b>	Objeto punzante
	<b>Sensibilidad motora</b>	Objeto

CUADRO 2. IDENTIFICACION DE LAS LARVAS.

ESPECIE	ESTADIO	BIBLIOGRAFIA
<i>A. aegypti</i>	I,II,III,IV	<ol style="list-style-type: none"> <li>Rossi, Gustavo y Almirón Walter. (2005) Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquito de interés sanitario encontrados en criaderos artificiales de Argentina. Publicación monográfica 5.</li> <li>INBIO. 2017. Clave fotográfica Centroamérica y Panamá para larvas de zancudo. Culicidae.</li> <li>Merrit. R.W. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4ª edit. Kendal/Hunt Publusing Company. Cap 24 Culicidae.801-823</li> <li>Ibañez Bernal, S. (1993). Los mosquitos del estado de Hidalgo, México (Diptera. Culicidae). pp. 233 337. <i>México</i>. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, México.</li> <li>Brown, B.V. et al. (2019) Manual of central American Diptera. Vol 1 Otawa. Canada. 714 pp</li> <li>Clark-Gill, S.; R.D. Darsie. 1983. The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics. <i>Mosquito Systematics</i> 15(3): 151-284.</li> <li>Harbach, R.E.; K.L. Knight. 1980. Taxonomists' glossary of mosquito anatomy. New Jersey, Plexus Publishing Inc., 415p</li> </ol>

### Resultados

En su forma natural en su ciclo de vida primero pasan por huevo que duran entre 1 a 3 días encontrándose en la superficie del agua, pueden flotar sin dificultad los de Malaria, las otras especies se agrupan para poder flotar, luego pasan a larvas en 4 estadios de I a IV que mudan su cutícula entre cada estadio que las protege y las engruesa cuando llegan a estado IV , siendo el I inicial e inmaduro más pequeño que los otros que aumentan de tamaño en cada estadios, las larvas de mosquito necesitan agua, tienen un sifón respiratorio para inhalar oxígeno, excepto la larva de Malaria no tiene sifón pero se coloca paralelo a la superficie de agua para respirar. Estas larvas se alimentan de microorganismos pequeños y material orgánico para subsistir. En promedio cada larva mide entre 2 a 10 mm, tiene un tubo terminal largo y delgado denominado sifón que le sirve para respirar en la superficie del agua, duran en promedio de 10 a 13 días según pruebas experimentales, luego pasan a pupa con peso menos denso por lo que flota fácilmente, que es

la fase previa del adulto que sale por presión mecánica de la cutícula, en este estadio duran de 2 a 4 días. <sup>2,29</sup> Luego adultos están en promedio 3 a 6 semanas (ver Foto 1), Los machos viven menos, la hembra necesita aparearse en dos días en la que necesitan encontrar agua para poner los huevos y sobre todo la hembra necesita alimentación de sangre, el macho busca polen, jugos y otros alimentos excepto sangre. Las larvas son invertebradas. <sup>2</sup>

### Características fisiológicas.



Foto 1. Larva estadio IV. *Aedes aegypti* 10x

El comportamiento de las larvas por 8 horas en un contenedor de 2700 mts<sup>3</sup>, dando como resultado que las larvas de los estadios III y IV salen a la superficie a inhalar oxígeno en posición caudal con el sifón en la superficie y están entre 5 a 10 seg, cualquier movimiento se defienden sumergiéndose hasta el fondo estando entre 10 a 15 seg luego vuelven a subir a la superficie.

El tiempo que toma en llegar de la superficie hasta el fondo depende de la profundidad del contenedor pero llegan en 30 seg y ascienden o descienden unas en zigzag otras en cola entre 20 a 30 seg. Los estadios I y II larvario pasan la mayor parte del tiempo en el fondo del contenedor hasta que pasan a III y IV ascienden a la superficie a tomar oxígeno por más tiempo en un diámetro abierto de 26x30 cm del contenedor con luz natural, conocido en El Salvador como "pila de agua". Tienen receptores proteicos (RP) de foto-termo receptores de luz y calor alojados en el cuerpo, perciben ambientes fríos o calientes, así como tienen fibras en tórax o pelos que recubren su cuerpo o abdomen y un par de antenas en la cabeza que indica que si poseen receptores. Su comportamiento en el contenedor busca la luz los estadios mayores.

Les atrae el color verde oscuro en el fondo, tienen un par de ojos que perciben la luz y color. Su olfato no está muy desarrollado pero perciben los olores. Tienen receptores que captan a una velocidad el más mínimo movimiento de ondas en el agua. Tienen quimiorreceptores que se adaptan a cambios de pH en medios alcalinos, no así a los ácidos extremos. Tienen mecanos receptores como el dolor al estímulo corto punzante se contrae y se relajan. Sienten presión y dolor al tocarlas. Tienen un GPS de posición que las orienta así como asciende también desciende en la misma posición y dirección. Se hicieron cargas eléctricas respondiendo a los cambios electromagnéticos con evasión.

Es precisamente en las fibras, setas o cerdas están los receptores antes mencionados junto con las diminutas vellosidades o pelos fijos en la cutícula del cuerpo. Se adaptan a cambios de pH

fácilmente no muy extremos. Se sometieron a diversas temperaturas en agua fría y caliente, prefieren la tibia. Tienen un sistema nervioso inmaduro con una neurona motora y sensible en la cabeza de la larva, el sistema nervioso recubre todo su cuerpo. Es un frenesí de subir y bajar continuamente las 24 hrs diarias en el contenedor, en fase de pupa aguarda más tiempo en la superficie hasta que salen adultas. Todo parece indicar que la evolución ha desempeñado una forma extraordinaria de adaptación a su medio ambiente, desde sus inicios de huevo, larva, pupa y adulto se comportan de igual manera en fase adulta en la que sus antenas poseen receptores de evasión de obstáculos captan muy bien las ondas sonoras y eléctricas desplazadas en el aire. Sus receptores captan recipientes de agua, perciben las diversas temperaturas, detectan campos electromagnéticos. Su olfato está desarrollado puesto que perciben y olfatean el CO<sub>2</sub> y otros olores químicos.

En cada segmento poseen una estructura cuticular que transporta a impulsos provenientes de ganglios que responden a la actividad nerviosa, los mecanos receptores están en todo el cuerpo, las vibraciones u ondas están en el cuerpo, antenas. Los quimiorreceptores están en cutícula, antenas, palpos, el olfato esta en las antenas, el gusto esta en las antenas, aparato bucal. La sensibilidad a la luz en los ojos, la humedad y temperatura en patas, antenas y palpos maxilares. Poseen un sistema muscular en el cuerpo que le permite hacer movimientos curvos y torsión en la que las setas están incrustadas como especie de botón y hace girar las setas en ángulos de 360 grados.

En el estudio se encontró que la fase acuática es de 10 días, en otros reportan 7 días en promedio con rangos entre tres a doce según la temperatura. Las larvas en el agua de las especies se comportan en zigzag.

Por microfotografía electrónica, a continuación se describe las larvas de zancudos en estadio larvario.

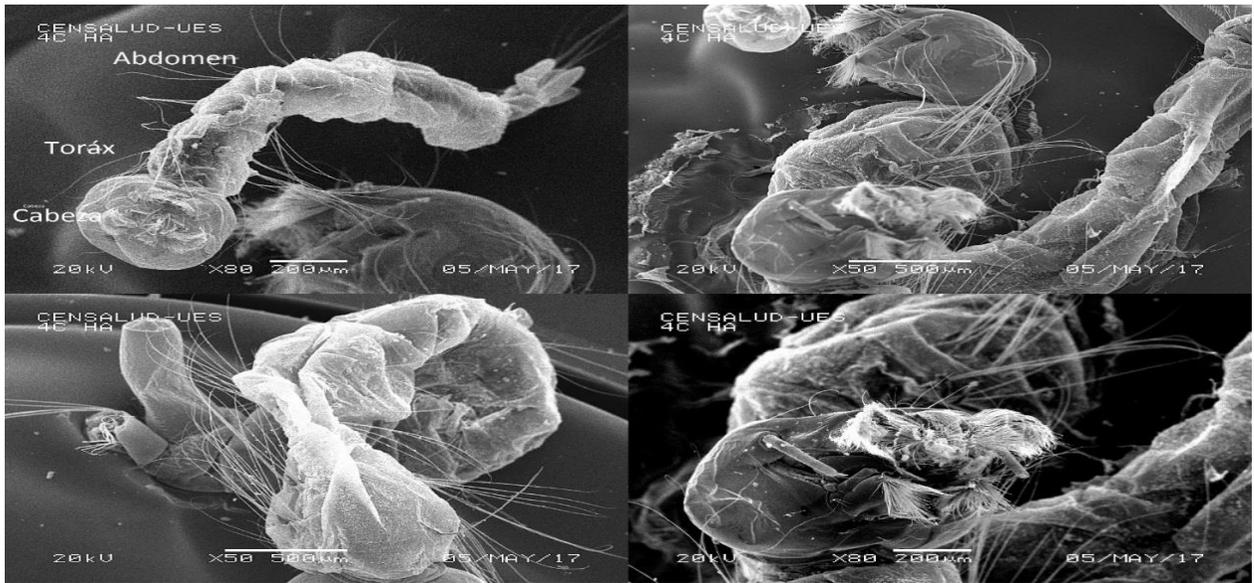


Fig 1-2 Vista frontal de estadio I de larvas de *Aedes aegypti*, que se divide en cabeza, tórax y abdomen. Se observan las papilas anales en el extremo caudal con pelos caudales. En fig 2 con penachos palatales en boca.  
 Fig 3-4 Se observan múltiples filamentos caudales de pelos palatales. En cabeza se observan un par de antenas cortas. Un sífon. En fig 4 se observa penacho palatal lateral.

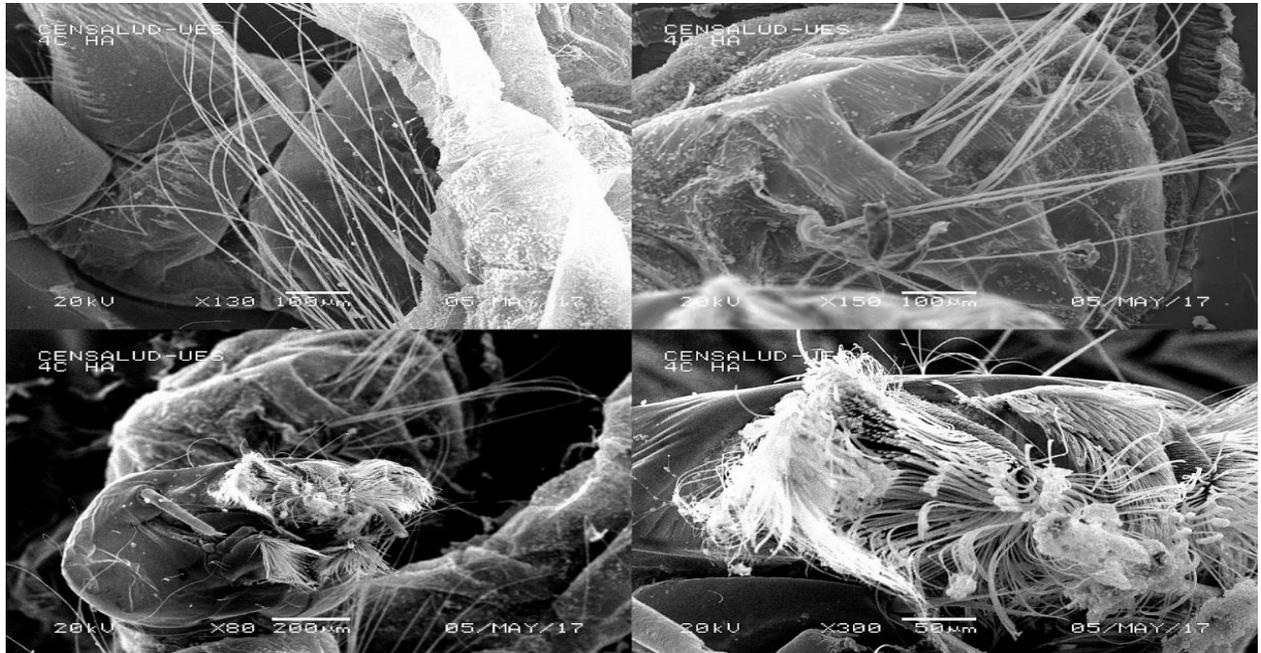


Fig.5-6 Se observan múltiples setas, pelos o filamentos que emergen de cabeza, tórax y abdomen. En la fig 6 se observan múltiples setas.

Fig 7-8. Se observan conglomerados múltiples de filamentos en boca.

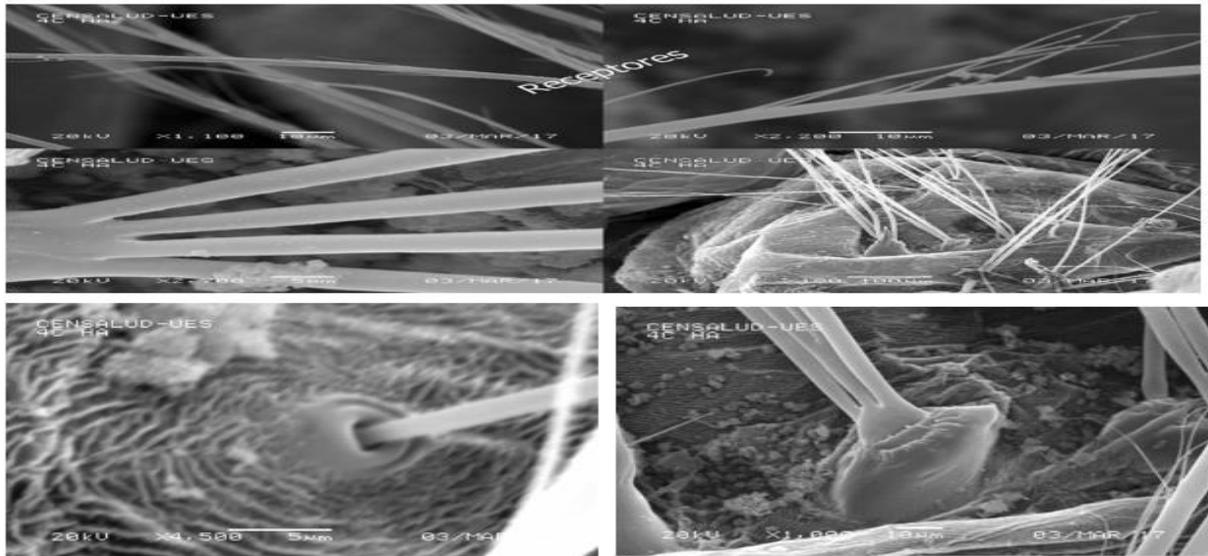


Fig. 9-10. Se observan setas emergiendo de abdomen y tórax en penachos con múltiples setas. El tamaño de los filamentos en las setas es uniforme que van en parejas de dos insertados en un botón. Fig 11-12. Se observan 2 pares emergiendo de un botón, sus fibras musculares están insertados en la pared corporal con fibras que llegan a la cutícula, al estar en tórax insertados serán las patas articuladas. En cada botón hay 2 pares. Se observan varios botones con salida de dos pares que tienen movimiento como forma de articulación.

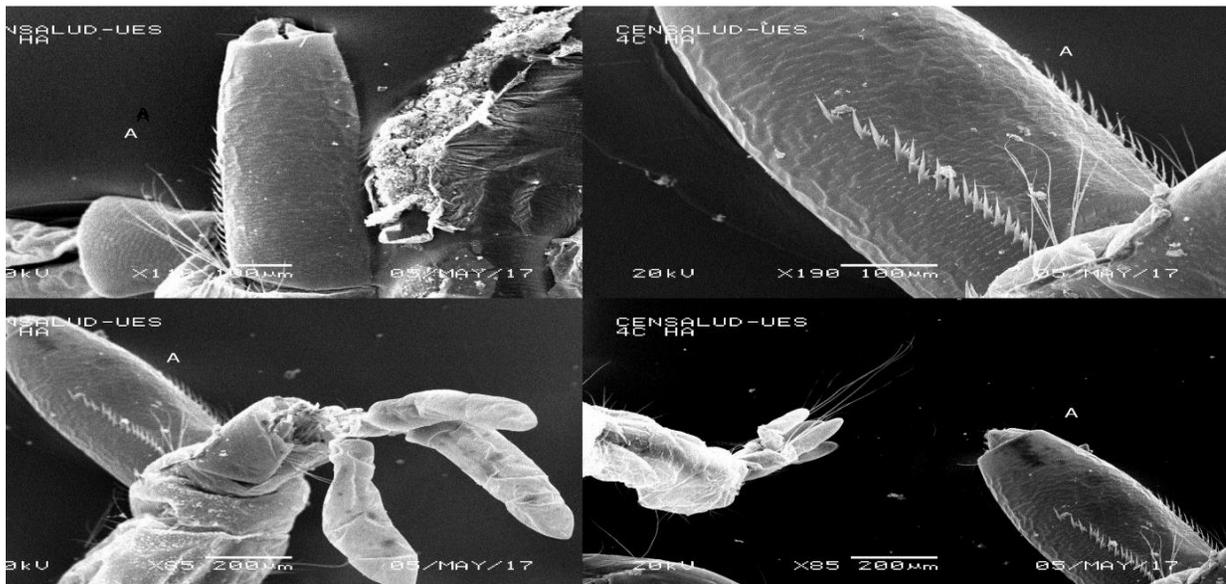


Fig.13-14. Se observa una seta insertada en el cuerpo, luego se ve que protruye hacia afuera.  
 Fig. 14-15. Se observa el sifón con escamas de pectina sin dientes a nivel lateral. En el segmento IX se observan pelos caudales. Se observa la válvula con espículas en el extremo superior caudal. En fig 15 vista lateral escamas de pecten con dientes a nivel medial y lateral en hilera, se observan pelos caudales. Se observan 3 papilas anales, un segmento anal, un sifón que esta lateral con escamas de pectina a nivel medial. En la fig 15 se observa papilas anales y un sifón en el otro extremo con espiráculo.

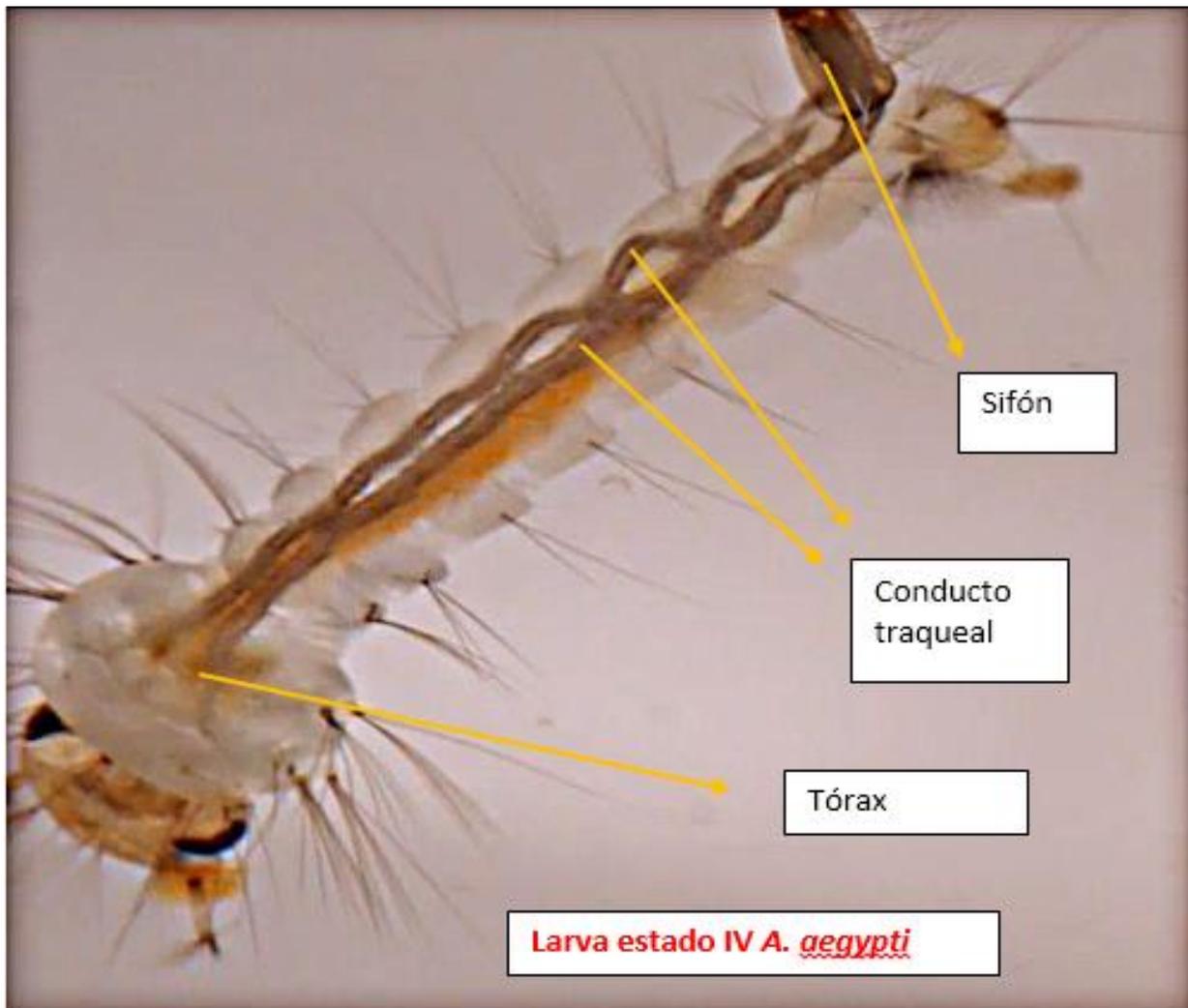


Fig 18. Se observa una larva en estadio IV de *Aedes aegypti* con múltiples setas y filamentos en cabeza, tórax y abdomen. Se observan dos tubos torácicos o traqueales izquierdo y derecho que se inician al abrir la válvula del espiráculo llegan a tórax para oxigenar el aparato torácico y cabeza. Los dos conductos están llenos de aire que en video se observa una contracción y elongación cuando inhala el aire rico en oxígeno. Las larvas en estadio I son inmaduras, pero a medida que se desarrolla hasta llegar a larva IV sus capacidades

sensoriales y motoras son mayores, cuando llega a adulto ya están plenamente adaptadas al medio ambiente hostil. La respiración se realiza por un sistema de dos tubos que están uno a cada lado en forma medial y sacos internos a través de los cuales circulan los gases por difusión y por bombeo, llevando oxígeno directamente a los tejidos e intercambiando anhídrido carbónico de las células por oxígeno que es llevado directamente por los tubos.<sup>7</sup>

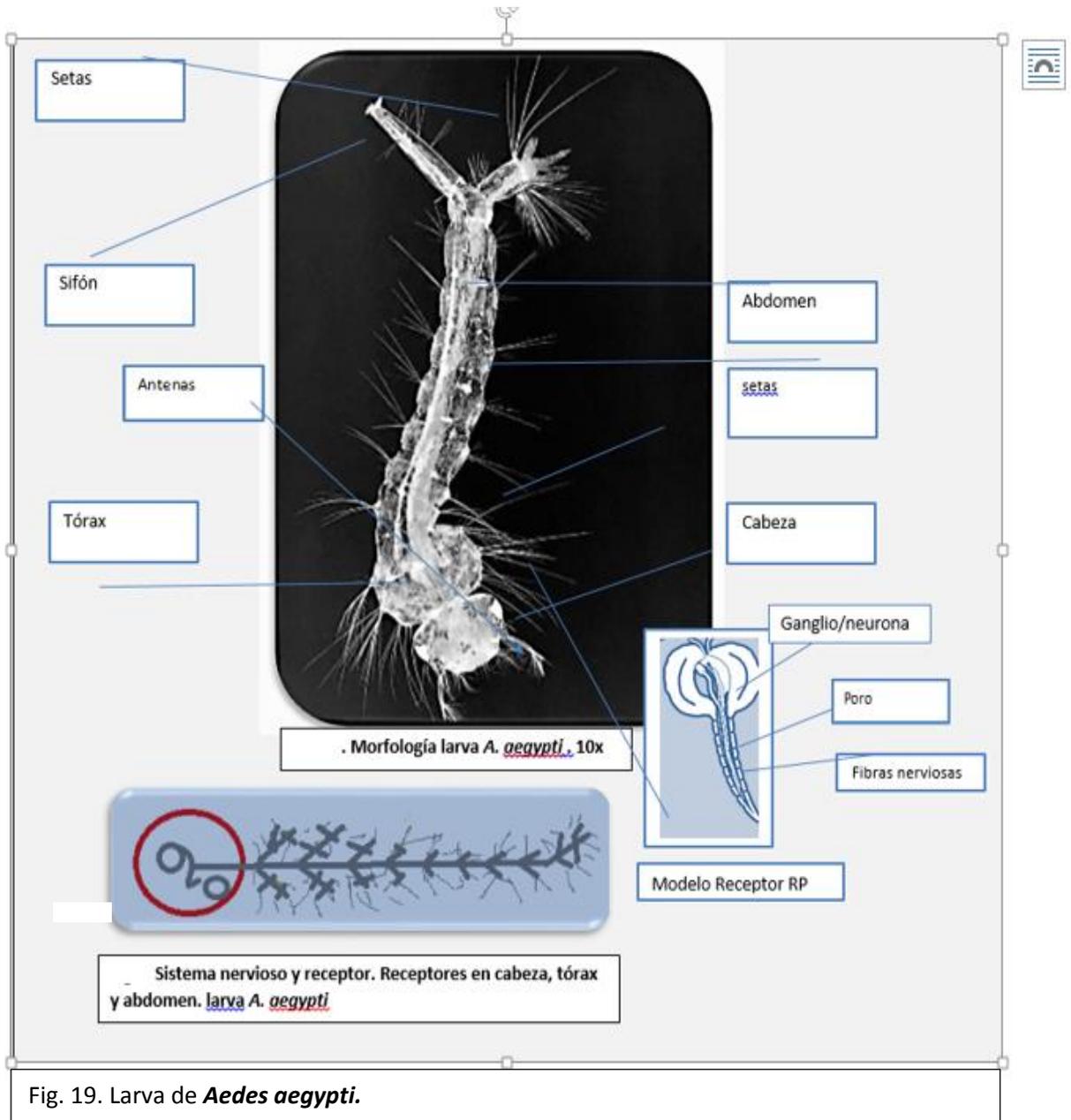


Fig. 19. Larva de *Aedes aegypti*.

Fig 19. Se observa una larva de *Aedes aegypti* con múltiples setas, se dibuja un modelo de receptor con su ganglio, el poro y la fibra nerviosa, estos ganglios cubren todo el cuerpo de la larva y están presentes en las setas y microvellosidades del cuerpo de la larva con función receptor táctil provisto de una célula nerviosa, están unidos por cordones longitudinales y transversales. Los ganglios están alojados en cabeza, tórax y abdomen. El ganglio sensorial puede estar alojado

en la cutícula del cuerpo de la larva. El ganglio motor en el musculo de los botones incrustados o emergen del cuerpo de la larva, su sistema nervioso es simple conducen impulsos nerviosos electroquímicos y reacciona frente a los estímulos. Tienen ganglio en un cerebro pequeño alojado en la cabeza. En boca están presentes el gusto o sabor de sustancias químicas, en las antenas la capacidad de vibración y captación de ondas sonoras acuáticas y campos electromagnéticos.

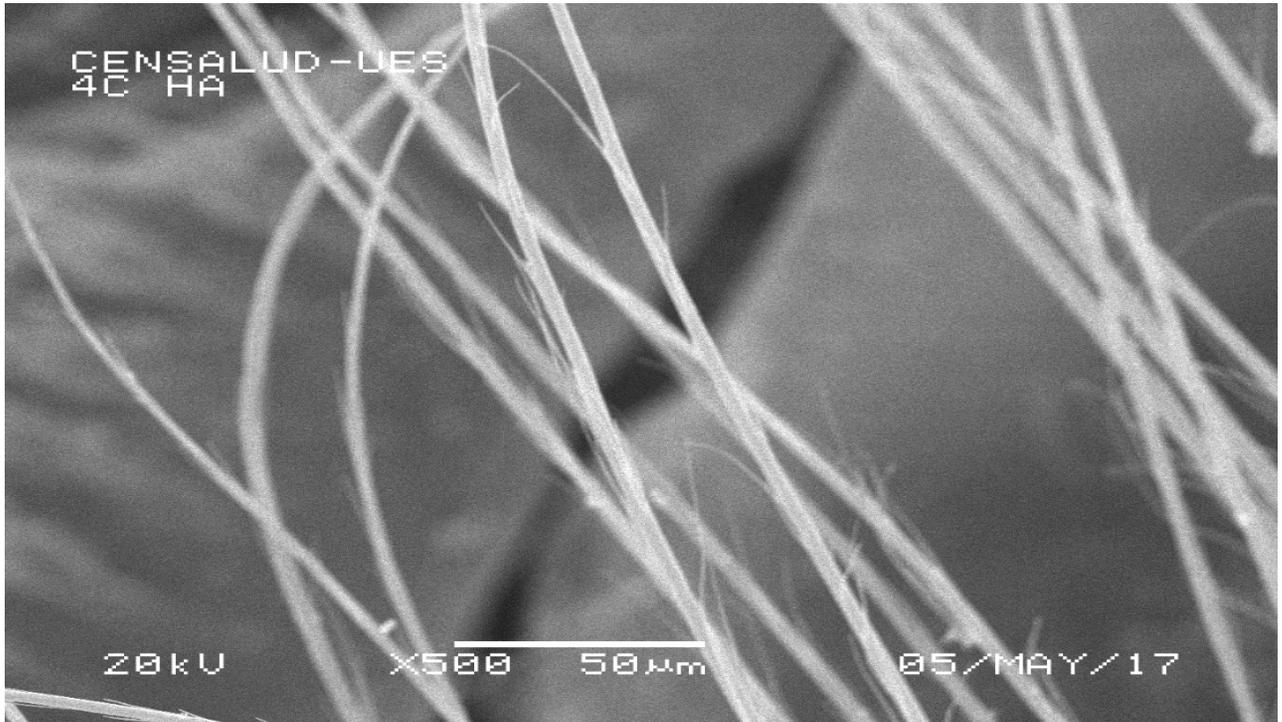


Foto 5. Microfotografía electrónica de seta *A. aegypti*. Cortesía CENSALUD.2016.

En la foto 5 se muestra pares de setas en donde se encuentran los receptores.

CUADRO 3. Presencia de receptores proteicos, según estímulo en las larvas de mosquitos *A. aegypti*.

Larva/receptor	foto receptor	termo receptor	Quimio receptor	propi receptor	galvano receptor	noci receptor
Larva I	+	+	+	+	+	+
Larva II	+	+	+	+	+	+
Larva III	+	+	+	+	+	+
Larva IV	+	+	+	+	+	+
pupa	+	+	+	+	+	+
Adulto	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Fuente: Observación experimental.2017

En el Cuadro 3 se observa que los receptores están presentes en todo el cuerpo incluyendo cabeza, tórax y abdomen. Están en forma inmadura pero a medida que se desarrolla la larva los receptores aumentan su función. Para cuando son adultos su capacidad esta aumentada como mecanismo de defensa y evasión a las adversidades del medio ambiente.

### Discusión

Se observó que las larvas de mosquitos de *Aedes aegypti* poseen receptores en las setas y pelos fijos pequeños en cutícula, poseen ganglios en las que se ubica la parte sensitiva y motora. Las larvas presentan 4 estadios larvarios. Necesitan pasar en su ciclo de vida a huevo, larva, pupa y luego a adulto. El tiempo aproximado de pasar a un estadio a otro es de 48 hrs. Entre 24 hrs a 72 hrs los mosquitos necesitan alimentarse, así la hembra de sangre (hematófaga) y el macho de polen de plantas.

Los sentidos más desarrollados son los termo receptores en el adulto es el olfato y la vista. A diferencia del adulto la larva en su cuerpo detecta los niveles de temperatura, se expusieron a diferentes gradientes, la que prefieren es la tibia y no así a la caliente ni fría. El sistema nervioso es simple conformado por ganglios ubicados en cabeza, tórax y abdomen.<sup>15,28</sup>

En etapa larvaria pueden convertir la energía química, mecánica y luz en energía eléctrica de sus impulsos nerviosos ubicados en las neuronas sensoriales.<sup>15,23</sup>

Los autores dividen el sistema nervioso de los insectos en tres partes, que son: sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y sistema nervioso visceral.<sup>15,23</sup>

El central conformado por ganglios por cada segmento con fibras nerviosas conectadas entre si a su ganglio, así hay ganglio torácico, ganglio abdominal y subesofágico, en otros puede aglomerarse y conformar un centro ganglionar. Generalmente ubicados en cerebro, cabeza, mandíbulas, labio, tórax y abdomen. En el adulto

corresponden a pares de ganglios entre seis en cabeza, tres en tórax y once en abdomen.<sup>23</sup>

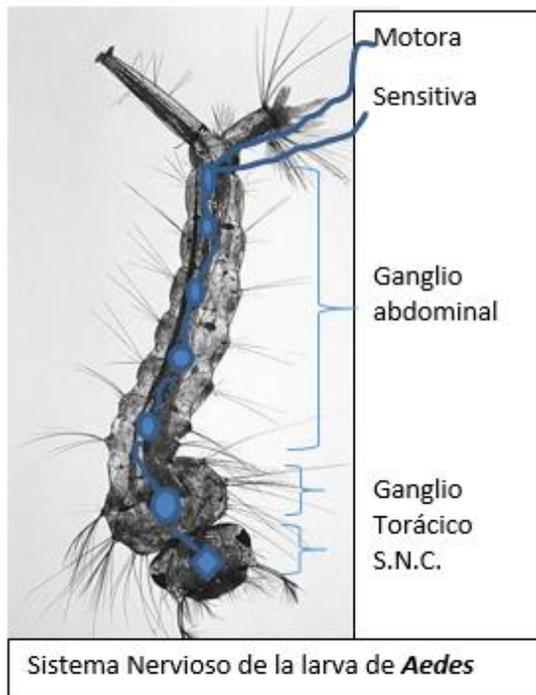
El periférico ubicado en los músculos y vísceras. Estos conectan a otros órganos que a su vez las fibras nerviosas se conectan con el sistema nervioso central.<sup>23</sup>

El visceral ubicado en músculos y vísceras. Establecen conexiones entre los órganos y sistema nervioso central.<sup>23</sup>

La función principal de los ganglios ubicados en cabeza, tórax y abdomen en las larvas es procesar los estímulos internos o externos para una respuesta específica al estímulo que dio origen. Se a descrito que los ganglios del tórax controlan la locomoción y los abdominales la respiración.<sup>23</sup>

A nivel histológico las larvas poseen músculos no muy desarrollados pero les permite el movimiento en contorsión lo característico de las larvas frente a un estímulo, así por ejemplo se describen músculos larvarios, músculos viscerales, músculos tubulares. Los impulsos permiten contraerse por medio de las uniones neuromusculares, por lo tanto tienen una inervación motora conectada a su placa motora y una inervación sensitiva bien distribuida en toda la larva desde la cabeza hasta la región caudal. Los ganglios torácicos se encargan del movimiento.

El sistema nervioso de origen ectodérmico, los receptores se originan en la epidermis presentes en los ganglios. En cada ganglio tienen una ramificación motora y sensitiva.<sup>15</sup>



Los receptores del gusto están en la boca sobre todo en el interior de los pelos o setas, algunos autores refieren que en el adulto presentes en las antenas que son muy abundantes<sup>3, 4, 24</sup> En estado acuático las larvas tienen más percepción al gusto que al olfato, porque su percepción química es gustativa en gran parte. En el adulto el olfato está más desarrollado y ubicado en antenas, patas y boca.<sup>28</sup>

Los foto receptores están ubicados en un par de ojos compuestos por miles de unidades que si bien no están muy desarrollados pueden detectar reflejos de luz en el agua y variaciones de iluminación, puesto que se orientan en la pequeña abertura del contenedor donde se encuentran. En el experimento durante la noche se alumbraron con una lámpara de luz blanca y responden al estímulo visual sumergiéndose al fondo. Detectan campos electromagnéticos, se expusieron a cargas y las detectan evadiendo el campo.

En el experimento se encontró que las larvas en un frasco de plástico se concentraron en el color

verde más que a otros colores, creyendo que era un alimento orgánico.

Los pelos o setas táctiles tienen mecano receptores simples compuestos por una neurona sensorial. Las setas están distribuidas en cabeza, tórax y abdomen. En el adulto están en cabeza y tórax. Estas setas sensoriales en el tórax son articuladas para realizar el movimiento característico de las larvas de *Aedes*.

Los mecanos receptores pueden encontrarse en el cuerpo de la larva, ubicados en las setas. Pueden detectar el movimiento por ondas en el agua, así como pueden orientarse la posición en que se encuentran, según el ganglio sensorial compuesto por neuronas sensoriales, detectan la vibración por mecanismos involuntarios responden a un reflejo.

Los artrópodos poseen sensilias que son conocidas como unidades sensoriales, y que están formadas por neuronas que son células sensoriales con terminaciones dendríticas y un axón conectado a una neurona motora que inerva un músculo o glándula, estas están ubicadas en la cutícula en el adulto y en la larva en el cuerpo.<sup>3</sup>

Los quimiorreceptores en los adultos son capaces a bajas concentraciones percibir el olor. Estas células receptoras están ubicadas en las antenas y palpos, en el caso del gusto en la boca. En estado larvario las antenas son cortas pero perciben el gusto en medio líquido cuando la antena se impregna de un material orgánico sea vegetal o alimento en moléculas disueltas. El olfato en el adulto es importante porque capta las feromonas de otros insectos de su especie. A estos se les conoce como quimiorreceptores de contacto ubicadas en boca y antena en las larvas.

Estos pelos sensoriales recubiertos por cutícula en el adulto se encuentran ubicadas en las patas, antenas, palpos y boca, en la larva se encuentran en el tórax y abdomen principalmente.<sup>15</sup>

En general los quimiorreceptores sirven para aparearse en adultos y localizar alimento en el

caso de los machos se alimentan de polen, frutas etc. en la hembra se alimentan de sangre. Detectan gas como CO<sub>2</sub> a largas distancias como moléculas volátiles. <sup>7</sup>

La quitina que es una cubierta dura que protege al exoesqueleto está ausente en la larva pero en el adulto está desarrollada, por lo que la cutícula es blanda y ejerce su función de protección en todo el cuerpo de la larva. <sup>15</sup>

En resumen el sistema nervioso de las larvas tiene por función responder a los estímulos internos o externos por medio de setas o pelos táctiles adheridos a la cutícula de la larva que hacen su relevo en el ganglio proximal al estímulo. Estos ganglios con su glía tienen alta excitabilidad y conductividad de los estímulos.

Se recomienda como control epidemiológico y entomológico es necesario cortar aquí el ciclo de vida en su cadena de transmisión en la fase larvaria entre otros, y no transmitan enfermedades virales.

### Conclusión

Las larvas de los estadios I, II, III y IV tienen receptores proteicos (RP) de foto-termo receptores de luz y calor alojados en el cuerpo que se divide en cabeza, tórax y abdomen, perciben ambientes fríos o calientes, así como tienen fibras en tórax o pelos que recubren su cuerpo o abdomen, y un par de antenas en la cabeza, les atrae el color verde oscuro en el fondo, un par de ojos que perciben la luz y color. Tienen receptores de movimiento que captan a una velocidad el más mínimo movimiento de ondas en el agua. Su olfato no está muy desarrollado pero tienen quimiorreceptores. Se adaptan a cambios de pH en medios alcalinos, tienen nociceptores sensibles a cambios químicos, térmicos y mecánicos, tienen galvanorreceptores o electroreceptores sensibles a estímulos eléctricos, tienen mecanorreceptores que son sensibles al tacto, dolor, presión, gravedad, sonido. Tienen un GPS de posición que pareciera las orienta. Es precisamente en las fibras, setas o cerdas están los receptores junto

con las micro vellosidades en cabeza, tórax y abdomen que van desarrollándose hasta llegar a adultas.

### Agradecimiento

Agradecemos a CENSALUD de la Universidad de El Salvador por facilitar sus instalaciones para la investigación y a la FACULTAD DE MEDICINA por permitirnos tiempo laboral.

### Referencias Bibliográficas

1. Bastidas, Rodolfo y Zavala, Yanet. (1995). Principios de Entomología Agrícola. Ediciones Sol de Barro. ISBN 980-245-006-5.
2. Botero. Parasitosis humanas. (2001) 4a edición corporación para investigaciones biológicas. [ [Links](#) ]
3. Bowen, M.F. 1995. Sencilla basiconia (grooved pegs) on antennae of female mosquitoes: electrophysiology and morphology. Entomol. Exp. Appl. 77: 233-238. [ [Links](#) ]
4. Brown, B.V. et al. (2019) Manual of central American Diptera. Vol 1 Ottawa. Canadá. 714 pp
5. Clark-Gil, S. & R.F. Darsie. 1983. The Mosquitoes of Guatemala, their identification and binomics. Mosquito Syst 15: 151-284 [ [Links](#) ]
6. Dahl, C., G. Sahl, J. Grawe, A. Johannisson & H. Amenus. 1993. Differential particle uptake by larvae of three mosquito species (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 30: 537-543. [ [Links](#) ]
7. De la Cruz, L. 2005. Entomología, morfología y fisiología de los insectos. Universidad de Colombia. [link](#)
8. Fernández I. (1999). Biología y control de *Aedes aegypti*. Manual de operaciones. Monterrey (México): Universidad Autónoma de Nuevo León. [ [Links](#) ]
9. Forattini, O. P. (1996). Culicidología Médica. Principios generales, morfología y glosario taxonómico. Universidad de Sao Paulo, Brasil Vol. 1, 1: 548 pp.
10. García, I et al. (2009). Manual de laboratorio de parasitología. Serie parasitología, ISSN 1989-3620
11. González Broche, R. (2000). Clave para la identificación de las hembras y larvas IV estadio de los mosquitos de Cuba. (Diptera: Culicidae) 18 p.
12. Grandes Antonio Encinas. (1982). Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina. Editorial CSIC - CSIC Press. Pp 437.

13. Gullan, P.J.; P.S. Cranston (2005). *The Insects: An Outline of Entomology* (3 edición). Oxford: Blackwell Publishing. pp. 61-65.
14. Harbach, R.E.; K.L. Knight. 1980. Taxonomists' glossary of mosquito anatomy. New Jersey, Plexus Publishing Inc., 415p.
15. Haupt, S.S. (1960). Central nervous systems of insects. Invertebrate Brain Plattform. [https://invbrain.neuroinf.jp/modules/htmldocs/IVBPF/General/Insects\\_nervous\\_systems.html](https://invbrain.neuroinf.jp/modules/htmldocs/IVBPF/General/Insects_nervous_systems.html)
16. Ibáñez-Bernal, S. y C. Martínez-Campos. (1994). Clave para la identificación de larvas de mosquitos Comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae). México, Distrito Federal. 31 pp.
17. INBIO. 2017. Clave fotográfica Centroamérica y Panamá para larvas de zancudo. Culicidae. .
18. Linley, J.R. & G.B. Jr Craig. 1994. Morphology of long- and short-day eggs of *Aedes atropalpus* and *A. epactius* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 31: 855-867.
19. Linley, J.R. 1989b. Comparative fine structure of the eggs of *Aedes albopictus*, *Ae. aegypti* and *Ae. bahamensis* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 26: 510-521.
20. Merrit. R.W. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4ª edit. Kendal/Hunt Publishing Company. Cap 24 Culicidae. 801-823
21. Ministerio de Salud de El Salvador. 2017. Boletín epidemiológico sem 18.
22. Ministerio de salud de Lima Perú. (1997) Guía práctica para la identificación de *Aedes aegypti*. Series guía entomológica No 2 Lima nov. .
23. *Open Course Ware de la Universidad de Sevilla*. [«Sistema Nervioso de Insectos»](#).
24. Rashed, S.S. & M.S. Mulla. 1990. Comparative functional morphology of the mouth brushes mosquito larvae (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 27: 429-439.
25. Reinert, J. F, R. E. Harbach and I. J. Kitching. ( 2004). Phylogeny and classification of *Aedes* (Diptera: Culicidae) based in morphological characters of all zoological stages of life. Journal of the Linnaean Society. 142:289-368.
26. Rossi, Gustavo y Almirón Walter. (2005) Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquito de interés sanitario encontrados en criaderos artificiales de Argentina. Publicación monográfica 5.
27. Service, M.W., D. Duzak & J.R. Linley. 1997. SEM examination of the eggs of five British *Aedes* species. J. Am. Mosq. Control Assoc. 13:47-65.
28. Sutcliffe, J.F. 1994. Sensory bases of attractancy: Morphology of mosquito olfactory sencia: a review. J. Am. Mosq. Control Assoc. 10: 309-315.
29. Vargas, M.V. 1998. El mosquito, un enemigo peligroso. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica, 264p.

