



---

## **MUYUT: MOSQUITERO ACUATICO contra larvas de *mosquitos* de importancia médica. EL SALVADOR. CENTRO AMERICA.**

**ANTONIO VASQUEZ HIDALGO, PhD.**

**Médico, microbiólogo salubrista Scientific Research. Docente de la Facultad de Medicina. Universidad de El Salvador.** *MUYUT palabra indígena del diccionario pipil náhuatl que significa mosquito/zancudo.*

### **RESUMEN**

El objetivo principal del estudio es la eliminación de los criaderos de mosquitos en contenedores de agua. Se utilizaron filtros de malla de fibra con diámetros de poro de 0.01 mm resistentes al agua, con tubos pvc según el diámetro del contenedor. Se obtuvieron resultados de uso de filtros de 0.01, 0.05 y 0.10 mm para la retención de larvas de mosquitos, encontrándose que los filtros de 0.01 mm o menores retienen el 99 % de larvas de los estadios II, III y IV en las que las larvas mueren por privación de oxígeno es decir una hipoxia y luego una anoxia, debido que su morfología posee tórax y tubos que transportan el oxígeno y al no recibir el aporte de oxígeno mueren ahogadas en el contenedor.

### **IMPACTO SOCIAL.**

Los filtros de mallas hechos de fibra o tela que están en los contenedores de agua, retienen las larvas y evitan que larvas de estadios II,III y IV se desarrollen, algunos en la fase adulta quedan atrapados y no pueden salir al exterior por lo que el índice larvario es tasa cero. En los sitios donde se aplicó el estudio no hay índices larvarios en el lugar de habitación, si la medida fuera implementada a nivel colectivo, la comunidad se vería beneficiada en la prevención de enfermedades transmitidas por vectores con la disminución de tasa de morbilidad y mortalidad por causas de infecciones prevenibles a largo plazo, ahorrando al sistema de salud los ingresos de costes hospitalarios por tratar enfermedades de malaria, dengue, zika y chikungunya. Se necesita apoyo internacional para construir y donar a todas las comunidades del país la construcción del mosquitero acuático sobre todo en las zonas costeras del país. El proyecto es sencillo a un bajo costo de implementación en las comunidades y de impacto en prevención en salud.

Los mosquitos o zancudos en América son considerados de alto riesgo, porque son transmisores de enfermedades, como: Malaria, Dengue, Zika, Chikungunya. Causan alta morbilidad y en algunos casos mortalidad si no son tratados oportunamente, condicionan altos presupuestos de Salud para tratar y prevenir estas enfermedades.



Según el Ministerio de Salud de El Salvador, para enero a marzo del 2019 se tiene un acumulado de 87 casos con sospecha de zika con un incremento del 40 % en relación al año anterior. La tasa acumulada se incrementó en menores de un año con una tasa de 29,9 y en el grupo de 20 a 29 de 1,3. La tasa nacional acumulada es de 1,1 x 100,000 hab. Los departamentos que reportan más casos son Cabañas, Chalatenango, Sonsonate y Ahuachapán. En el caso de dengue hasta la semana 7 se reporta una tasa de incidencia más alta que en el año anterior con un tasa nacional de 0.8 x 100,000 hab. En octubre del año 2016 se tiene un acumulado de 7,469 casos de Zika, con una tasa de 116 x 100,000 hab. De dengue 40,727 casos con una tasa de 123 x 100,000 hab. De Chikungunya 52127 casos con una tasa de 91 x 100,000 hab <sup>(21)</sup> y de malaria al momento se han registrado más de 200 millones de casos cada año a nivel mundial.

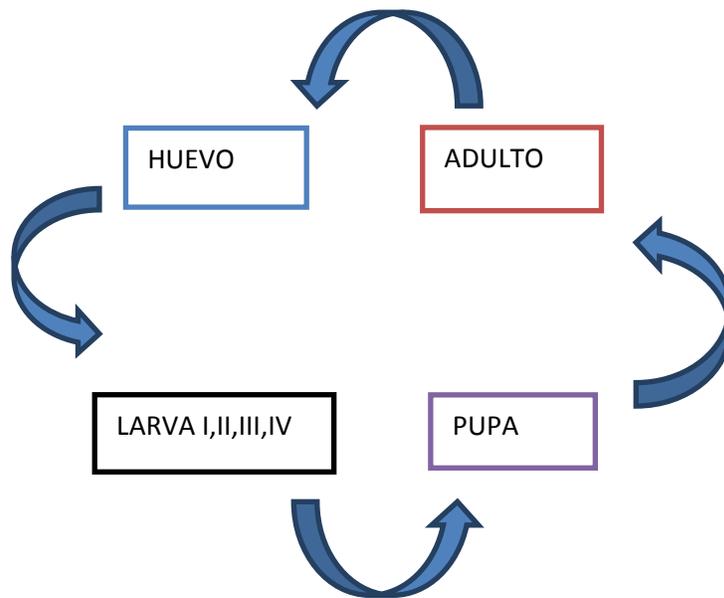
Para la OPS hay 9 países que han confirmado Síndrome congénito por Zika siendo Brasil es el más afectado en las Américas <sup>(30)</sup>

Los mosquitos pertenecen a la familia *Culicidae*, de esta familia se han descrito varios géneros, como: *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* entre otros. Existen más de 39 géneros con más de 3500 especies. <sup>(2)</sup>

En su ciclo biológico, comprende: huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas y pupas habitan en el agua en la mayoría de los casos. En estado adulto las hembras son hematófagas, es decir se alimentan de sangre de humanos, aves, mamíferos porque poseen largas probóscide como agujas para succionar la sangre para iniciar su ciclo en fase gonotrófico y poder poner sus huevos. <sup>(4, 10, 11,12)</sup> No todas las especies se alimentan de sangre, pero la de los géneros *Aedes* y *Anopheles* la necesitan. Los machos se alimentan de polen, frutas. Tienen importancia en medicina porque son portadoras en enfermedades graves como Malaria, Dengue, Chikungunya. En el caso de malaria necesitan un ciclo asexual que se da en hígado y eritrocitos. El ciclo sexual se da en el mosquito. Una diferencia notable es que las larvas del *Aedes* son limpias y las de *Anopheles* son aguas estancadas. Necesitan ambientes cálidos porque el calor y la lluvia hacen propicio el incremento de vectores. No necesitan mucha agua para cumplir su ciclo biológico se dice que hasta 1 cm de agua es suficiente. <sup>(4,23,29)</sup>

En El Salvador, se hacen esfuerzos de prevención como uso de mosquiteros, repelentes, educación sanitaria, gastos en publicidad peces entre otros, pero los casos o reportes a picaduras de

mosquitos es alarmante, la escases de agua obliga a la población a mantener agua en los contenedores de agua, lo que hace propicio a la proliferación de larvas que se mide por índice larvario cada comunidad. Las especies que más reportan son: *A. albimanus* y *A. aegypti* en los principales establecimientos de salud del país, cuando los pacientes requieren transfusiones y medidas más especializadas son ingresados a hospitales del tercer nivel. Los esfuerzos al momento se han dedicado más al adulto, pero la forma vital de cortar la cadena de transmisión tiene que ser desde su origen, para el caso en la larva. <sup>(21)</sup>



**DIAGRAMA 1. CICLO BIOLÓGICO DEL MOSQUITO**

En el diagrama 1, se tiene en que **su ciclo biológico del mosquito**, sus estados son: huevo, larva, pupa y adulto, al conocer la fisiología y las características morfológicas del mosquito, se puede hacer intervención cortando en alguna parte del ciclo su transmisión. <sup>(1,4)</sup>



**DIAGRAMA 2. CADENA DE TRANSMISION O INFECCION DEL DENGUE**

En el diagrama 2, se observa que en la cadena de transmisión el dengue su reservorio es el hombre y su modo de transmisión por picadura del vector, por lo que su control sería evitar se convierta en adulto las especies del mosquito. <sup>(1,4)</sup>

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para la construcción del filtro, se necesita los siguientes elementos básicos:

- Malla de metal o de fibra, tela con diámetro de poro menor a 0.01 mm u otro material adosada al recipiente.
- Banda elástica para sujetar a la medida diámetro de ancho recipiente.
- Puede ser según contenedor forma redonda, cuadrada, triangular u otra forma. Adaptar la malla al hueco.
- Pegamento silicón.
- Contenedor de agua mayor o menor a 2000 m<sup>3</sup>.

**Modelo construcción:**



El tamaño de largo y ancho de los tubos va a depender del diámetro de la abertura del recipiente, en caso sea irregular adaptar la malla, como modelo se ilustra a continuación:

En el diagrama 3, en el contenedor alrededor de la estructura se coloca la malla, al fondo se coloca una pesa o no a opción para que la malla no flote y tenga una profundidad, la estructura se coloca 5 o 10 cm bajo la superficie del contenedor, para que las larvas no suban a la superficie. El diámetro del poro debe ser menor a 0.01 mm o micras, para que las larvas no puedan subir a tomar oxígeno, solamente las larvas estadio I lo pueden hacer. La estructura debe permitir el flote o en alguna medida bajar según el contenido de agua. Las larvas que quedan por debajo de la malla mueren por no tomar oxígeno, quedando residuo de materia orgánica por lo que hay que lavar el contenedor cada 8 días. Si logran pasar algunas se coloca otra malla suelta por arriba de la primera malla quedando atrapadas enredadas. Se debe limpiar la malla cada ocho días, si esta adosada como metal o plástico perforado no es necesario, solamente se lava todo el recipiente.



**DIAGRAMA 3. MODELO FILTRO EN CONTENEDOR.**

## **RESULTADOS**

Las larvas del mosquito se divide en: cabeza, tórax y abdomen. El medio de respiración de la larva es en el tórax, que está conectado directamente al sifón donde necesariamente toman el oxígeno del medio ambiente que se distribuye por una compleja red donde se distribuye a toda el cuerpo de larva llamados conductos traqueales .



**FOTO 1. Ampliada. Estados larvarios *Aedes aegypti* I, II, III, IV. 10 x**

En la foto 1 ampliada, se observan los diversos tamaños en mm encontrados en las larvas de *A. aegypti*. Según clasificación taxonómica <sup>(17,20,30)</sup>

En la foto 3, se observa cómo se coloca en el contenedor la malla por debajo de 10 cm, en el espacio abierto que mide de igual forma con la estructura que contiene la malla.

En condiciones experimentales el filtro que tiene la mayor capacidad de retener el 99 % de las larvas de los estados II, III y IV es el filtro con un diámetro de 0.01 mm.



**FOTO 3. FILTRO MOSQUITERO ACUATICO EN CONTENEDOR DE AGUA.**

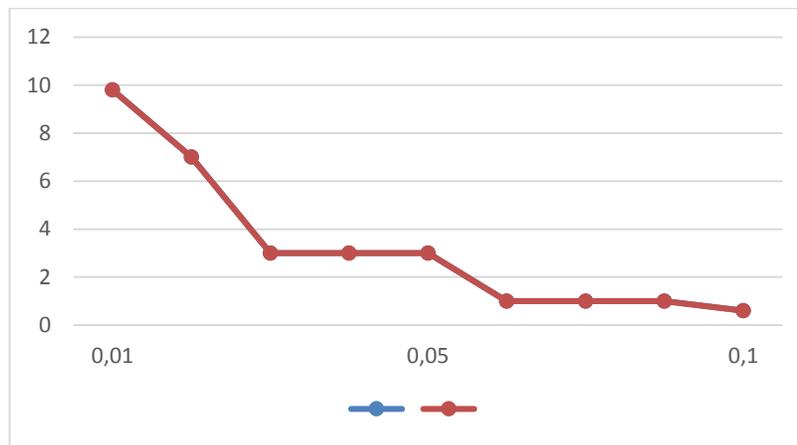
**En el cuadro No 1. Se observa la prueba de precisión del uso del filtro de 0.01, 0.05 y 0.10 mm en cinco repeticiones.**



FILTROS	MEDIA	DESVIACION STANDARD	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACION	TOTAL
0.01	9.5	0.44	0.19	1.94	5
0.05	3.0	0.72	0.49	16.2	5
0.10	0.5	0.35	0.10	18.00	5

Fuente: Estudio experimental. 2016

En el cuadro No 1 se observa que los filtros menores a 0.01 micras tienen mayor capacidad de retener mayor cantidad de larvas II, III y IV.



**GRAFICO 1. FILTROS DE 0.01, 0.04, 0.10 mm**

En el grafico 1, se tiene que los filtros menores de 0.01 mm tienen mayor retención de larvas de mosquitos estado II, III y IV.

**Cuadro No 2. Tamaño de las larvas en mm. 2016**

Larva <i>A. aegypti</i>	Tamaño en longitud mm	Grosor
Larva I	0.1	0.01
Larva II	0.3	0.02
Larva III	0.5	0.03
Larva IV	0.8	0.04

Fuente. Estudio experimental

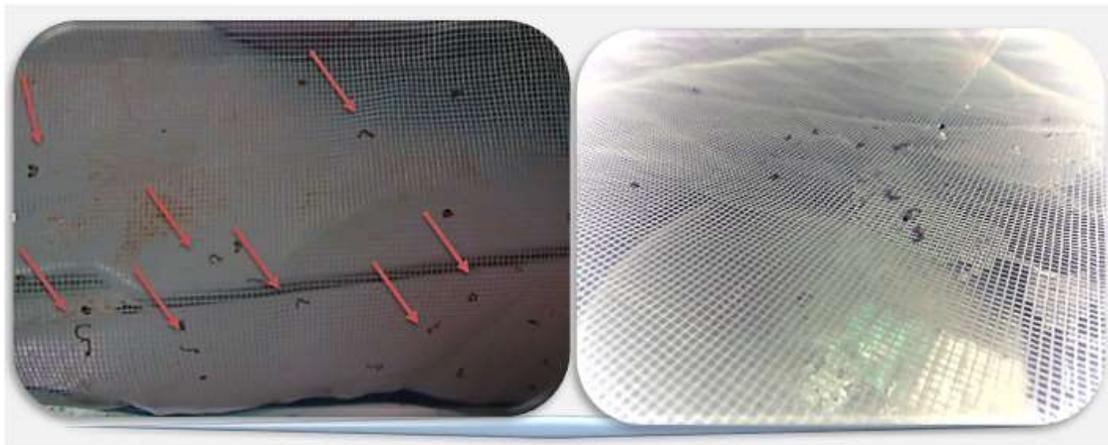


En el cuadro 2 y foto 1, se observa que el tamaño de las larvas mínimo es de 0.1 mm y su grosor de 0.01 mm del estado larvario I hasta 0.04 mm en estado larva IV.



**FOTO 4. Tamaño larvas en mm.**

En la foto 4, se observa el tamaño de las larvas en mm de los estados I, III y IV de 0.01 a 0.08 mm.



**FOTO 5, 6, 7,8 AMPLIADA. LARVAS ESTADO III Y IV ATRAPADAS EN RED.**

En la foto 5 a 8, se observa que las larvas del estado III y IV quedan atrapadas en estado muertas e hinchadas y fácilmente se pueden remover retirando la malla, algunas que pasan del primer filtro quedan atrapadas de igual manera en la segunda malla, las cerdas o pelos que tienen las larvas no permiten atravesar la red.

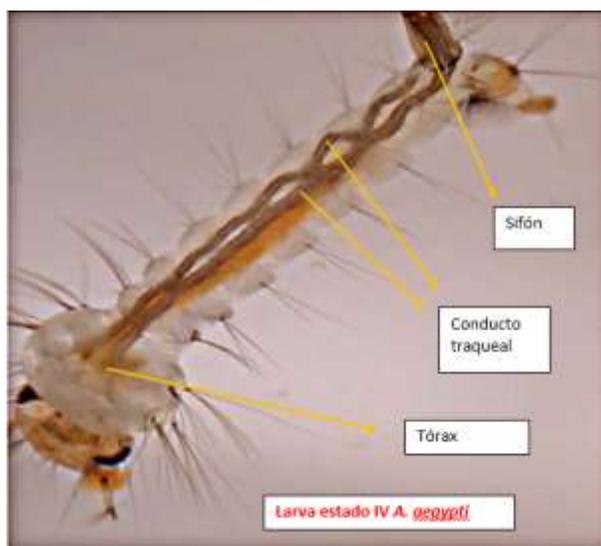


**LARVA DE MOSQUITO. Características fisiológicas. <sup>(31)</sup>**

**Foto 9. Larva estadio IV. 4 mm- 10 x**



En este estudio se observó el comportamiento de las larvas por 24 horas en un contenedor de 2700 mts<sup>3</sup> durante 6 meses, dando como resultado que las larvas de los estadios II, III Y IV salen a la superficie a tomar oxígeno 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 estados larvarios de I pasan la mayor parte del tiempo en el fondo del contenedor, luego ascienden a la superficie porque están compuestas de tórax y necesitan oxígeno, en 24 hrs pasan a estado III de mayor tamaño y grosor, luego a estados IV que son más grandes entre 4 mm que demandan mayor oxígeno pasando más tiempo en la superficie, pero la malla no los deja salir a la superficie porque su tamaño es mayor a 4 mm que el diámetro del poro y se les dificulta tomar el oxígeno de la superficie, tiene en promedio de 10 a 15 minutos de vida sin el vital elemento. La otra malla que esta interior es una trampa para detenerlas en tiempo. Es imprescindible que el área este completamente cerrada alrededor de la malla en el borde del orificio de entrada no permita la salida de ninguna larva, además debe estar entre 5 a 10 cm bajo la superficie del agua. En la superficie se observan todos los estados larvarios, así como pupas porque necesitan oxígeno para sobrevivir, preparándose para la etapa adulta que sobrevive en medio ambiente con una alta capacidad torácica para el oxígeno. Se les ha encontrado receptores de temperatura, propiocepción, luz, eléctricos, presión, olfato. <sup>(31)</sup> En nuestro caso como estrategia la intervención se dirigió a la dependencia de oxígeno.



**Foto 10. Sistema respiratorio de la larva.**



En la foto 10, se observa que las larvas de *A. aegypti* tienen dos conductos traqueales, que está dividido en 8 cámaras de aire que transportan oxígeno a tórax y cabeza. Toman el oxígeno de la superficie del agua por medio del sifón que a su vez por una compleja red de micro túbulos irriga a los tejidos de cabeza, tórax y abdomen. El tórax tiene un sistema amplio de redes traqueales que se distribuyen en todo el cuerpo de la larva, que permiten el intercambio de oxígeno con dióxido de carbono, es prominente su ensanchamiento. Se les denomina tráquea del latín: *trachea* significa tubo hueco, que se ramifica hasta llegar a sus tejidos, además de que contienen unos minúsculos pelos que los protege en su etapa adulta de polvo, alérgenos entre otros. <sup>(5,11,16,31)</sup>

### EFFECTO FISIOLÓGICO DEL FILTRO.

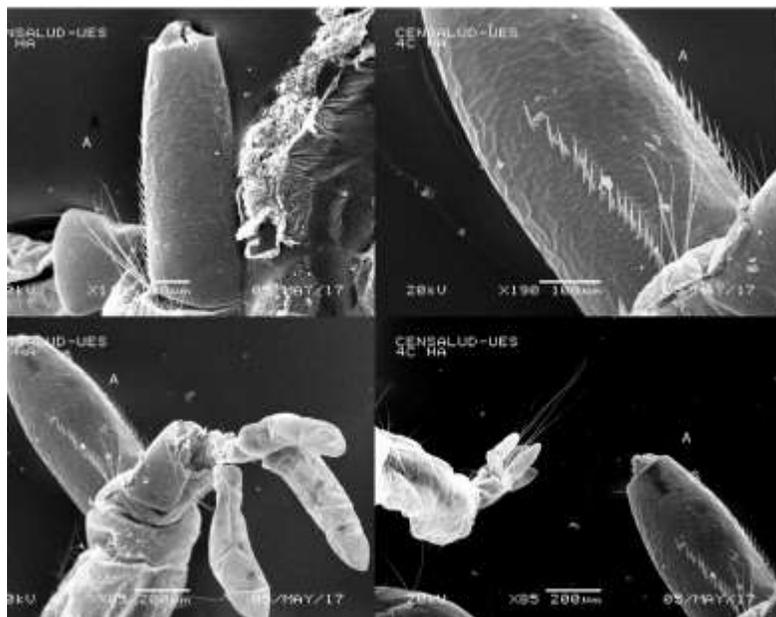


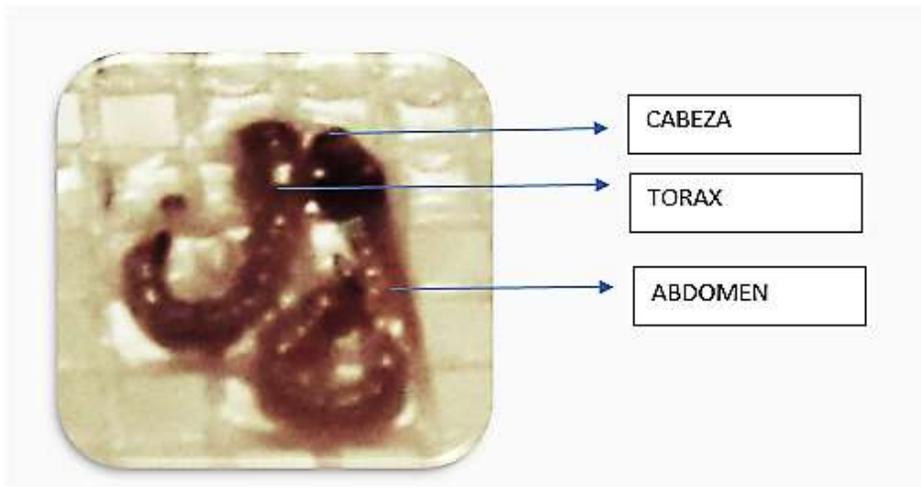
Fig. 1 a 4. Microfotografía electrónica de barrido de larva *Aedes aegypti*.

Fig. 1-2. 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 2. Vista lateral de escamas de pecten con dientes a nivel medial y lateral en hilera, se observan pelos caudales.

Fig 3-4. Se observan 3 papilas anales, un segmento anal, un sifón que esta lateral con escamas de pectina a nivel medial. En la fig 4 se observa papilas anales y un sifón en el otro extremo con espiráculo.

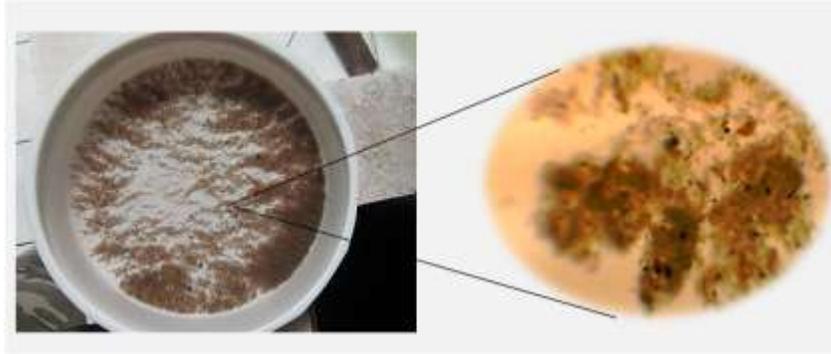


Las larvas necesitan un tiempo para crecer en altura y diámetro de 24 hrs en cada etapa larvaria, en promedio de 1 a 10 días ya son adultos. El principio del filtro es simple, el filtro debe tener un poro menor o igual a 0.01 mm, de preferencia sintético o de fibra, debe estar sumergido en agua debajo de 5 o 10 cm del borde del contenedor porque las larvas llegan a tomar oxígeno a la superficie, de esta manera se corta el paso de aire, el filtro debe llegar casi a mediados del contenedor del fondo, conteniendo una pesa con el objeto de expandir la malla. Cuando el mosquito deposita los huevos en la superficie, estos necesitan estar húmedos para que pase al estado I larvario, esta larva mide de 0.01 mm de largo y menos de 0.01 de diámetro, cruzan el diámetro fácilmente del poro del filtro de 0.01 para sumergirse y salir a la superficie, pero a medida que crece y pasa a estados II, III y IV crece en tamaño y grosor por lo que imposibilita llegar a la superficie y queda atrapada abajo del poro del filtro, necesita oxígeno pero como no puede llegar a tomarlo su tórax ya no tiene requerimiento del elemento oxígeno y se llena de agua por lo que muere ahogada por de privación de oxígeno. Siempre hay agua sobre y debajo de la malla, quedando como 10 cm de agua. En el contenedor se observa que las larvas están abajo del filtro muertas mientras que las de estado larvario I recientes llegan a la superficie.



**FOTO 2. LARVAS ESTADO IV**

En la foto 2, se observa la larva hinchada, en la que aspira agua llenándose ambos tubos torácicos con agua por lo que muere. Esto debido a que el sifón no inhala aire porque la malla no permite estar en un ángulo de 30 grados ya que permanece horizontal.



**FOTO 3. Cuerpo de larvas desechas en el fondo del recipiente recolector.**

En la foto 3 se observa cientos de larvas desechas en el fondo del contenedor durante un mes, que no salieron a la superficie a tomar oxígeno, por lo que quedan desintegrándose dejando un residuo en el fondo del contenedor, se necesita limpieza cada 30 días.

### **CONCLUSIÓN.**

La utilización del filtro < o de 0.01 mm o micras sirve para el control larvario de estados II, III y IV, porque las larvas mueren el 99 % por de privación de oxígeno por anoxia, quedando sumergidas por debajo de la superficie a 10 cm quedando ahogadas porque en su tórax no hay oxígeno, cortando de alguna manera la cadena de transmisión antes de ser adultos, por lo que pueden disminuir los casos de morbilidad y mortalidad en el ser humano.

### **BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA.**

1. Book Systematic Catalog of Culicid. (2001). <http://www.mosquitocatalog.org/main.asp>
2. Bastidas, Rodolfo y Zavala, Yanet. (1995). Principios de Entomología Agrícola. Ediciones Sol de Barro. ISBN 980-245-006-5.
3. Bastidas, Rodolfo y Zavala, Yanet. (1995). Principios de Entomología Agrícola. Ediciones Sol de Barro. ISBN 980-245-006-5.
4. Botero. Parasitosis humanas. (2001) 4a edición corporación para investigaciones biológicas.
5. Clark-Gill, S.; R.D. Darsie. (1983). The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics. Mosquito Systematics .
6. Fernández I.(1999). Biología y control de Aedes aegypti. Manual de operaciones. Monterrey (México): Universidad Autónoma de Nuevo León.
7. Focks DA. A ( 2003). review of entomological sam-pling methods and indicators for dengue vec-tors. Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. Geneva: TRD.
8. Forattini, O. P. (1996). Culicidología Médica. Principios generales, morfología y glosario taxonómico. Universidad de Sao Paulo, Brasil.
9. García, I et al. (2009). Manual de laboratorio de parasitología. Serie parasitología, ISSN 1989-3620

- 
- 
10. González Broche, R. (2000) Clave para la identificación de las hembras y larvas IV estadio de los mosquitos de Cuba. (Diptera: Culicidae).
  11. Grandes Antonio Encinas.(1982). Taxonomía y biología de los mosquitos del área salmantina. Editorial CSIC - CSIC Press.
  12. Gutsevich, A.V. y A. García.( 1969). Nuevas especies de mosquitos (Culicidae) para Cuba..
  13. Harbach, R.E.; K.L. Knight. (1980). Taxonomists' gloss ary of mosquito anatomy. New Jersey, Plexus Publishing Inc.
  14. Hayes J, García E, Flores R, Suárez G, Rodríguez T, Coto R, et al. (2000). Risk factors for infection during a severe dengue outbreak in El Salvador in. Am J Trop Med Hyg..
  15. IBÁÑEZ-BERNAL, S. (1993). Los mosquitos del estado de Hidalgo, México (Diptera. Culicidae).
  16. ViJjavencio, M.A., Y. Marmolejo y B.E. Pérez(2011). *Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, México.
  17. 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.
  18. Marquetti MC, Suárez S, Bisset J, Leyva M. (2005)Reporte de habitats utilizados por *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana, Cuba. Rev Cub Med Trop.
  19. Mattingly, P.F. (1972). Mosquito eggs XVII: Further notes on egg parasitization in genus *Armigeres*. Mosquito Systematics.
  20. Merritt, R.W. et al. (2008). An Introduction to the AQUATIC INSECTS OF NORTH AMERICA. 4a edition. Kendall Hunt Publishing Comp.
  21. Ministerio de Salud de El Salvador. (2016). Semana 42 boletín epidemiológico.
  22. Morrison AC, , et al.(2004). Evaluation of ampling methodology for rapid assessmentof *Aedes aegypti* infestation levels in Iquitos,Peru. J Med Entomol.
  23. Orozco N, Díaz IM, Cañete A, Martínez Y.( 2001). Incidencia de dengue en niños y adolescentes.Rev Cub Med Trop.
  24. Pattamaporn K, Strickman. (1993) D. Distribution of container-inhabiting *Aedes* larvae (Diptera:Culicidae) at a dengue focus in Thailand. J Med Entomol.
  25. Pazos, J. H. (1908). Descripción de nuevas especies de mosquitos de Cuba. An. Cien. Med. Fis. Nat. La Habana 14: 417-432. Catálogo completo de la isla de Cuba. Rev. Med. Trop. Hig..
  26. Peters, W. y Gilles, H. M. (1989). A Colour Atlas of Tropical Medicine and Parasitology.
  27. 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.
  28. Reinert, J. F. (2000). New classification for the composite genus. *Aedes*(Diptera: Culicidae: Aedini), Elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generie rank, reclassification of the other sudgenera, and notes on certain subgenera and species.
  29. 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.
  30. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Actualización Epidemiológica, (2016)Washington, D.C. OPS/OMS. 2016. Disponible en: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11599&Itemid=41691&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11599&Itemid=41691&lang=es)
  31. Diccionario pipil-nahuatl . (2018)[http://talkingdictionary.swarthmore.edu/pipil/?fields=lang&semantic\\_ids=&q=muyut](http://talkingdictionary.swarthmore.edu/pipil/?fields=lang&semantic_ids=&q=muyut)