



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

Junio, 1998. Vol 14(1): 78-82.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.14-1.10>

URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales

EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Stefan Schaper

Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Control biológico del vector del dengue

Biological control of dengue vector

Stefan Schaper



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

CONTROL BIOLÓGICO DEL VECTOR DEL DENGUE

En Costa Rica, en los últimos 4 años, se han reportado más de 40.000 casos de dengue, realizándose el control de esta enfermedad viral, principalmente, a través del empleo de insecticidas contra los vectores, los mosquitos de la especie *Aedes aegypti*.

Por el peligro de la aparición de resistencia hacia tales biocidas, surgió la necesidad de plantear el uso del control biológico para el manejo de *Aedes aegypti*. En este estudio se muestreó la fauna de copépodos de Costa Rica y se evaluaron las especies encontradas para el control de zancudos. La especie *Mesocyclops thermocycloides* elimina 7,3 *Ae. aegypti* en 24 h. y sobrevive dentro de llantas usadas que son uno de los principales criaderos del zancudo. En ensayos de campo, bajo diferentes condiciones de clima, se observó una reducción de *Ae. aegypti* de 90 a 99%. Esto permite concluir que *M. thermocycloides* tiene potencial como agente de control del vector del dengue, especialmente si se toma en cuenta que su reproducción es fácil y barata.

En los últimos 4 años, en Costa Rica, se observaron más de 40.000 casos de dengue y también se registraron casos de dengue hemorrágico (Ministerio de Salud, 1997). Como hasta hoy no se ha desarrollado ningún tipo de vacuna contra esta enfermedad viral, el control de esta plaga sólo se puede realizar mediante la eliminación de los zancudos *Aedes aegypti*, que la transmiten.

Los zancudos *Ae. aegypti*, originarios de Africa, han alcanzado una distribución muy amplia en las últimas décadas, llegando a todos los otros continentes excepto Antártica. El tráfico de llantas usadas ayudó a repartir larvas y huevos de estos zancudos hacia muchos países. Originalmente, los mosquitos pusieron sus huevos dentro de huecos de árboles, donde se acumulaba agua de lluvia. Con el tiempo, también se adaptaron a contenedores artificiales. Ahora se observa que tienen una preferencia especial por las llantas

usadas, aunque también se encuentran dentro de latas, baldes, canoas, tanques sépticos, floreros y pilas, entre otros.

El control de los mosquitos se realizó principalmente con insecticidas químicos y con campañas de reducción de criaderos. Sin embargo, en varias regiones, como por ejemplo en Colombia (Suárez, comn. pers.), se observaron datos muy preocupantes: por el uso excesivo de insecticidas *Ae. aegypti* desarrolló resistencia contra la mayoría de los productos empleados. Debido a que el zancudo tiene un ciclo de vida corto y al mismo tiempo un enorme potencial reproductivo, el insecto se

Stefan Schaper, biólogo, es investigador del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la UNA.

puede adaptar rápidamente a los insecticidas. Además, hay que mencionar que los insecticidas tienen una vida media corta, teniendo que reaplicarlos con frecuencia para tener un efecto más permanente. Esta aplicación continua fortalece la formación de resistencia dentro de pocos años (Breakley *et al.*, 1984).

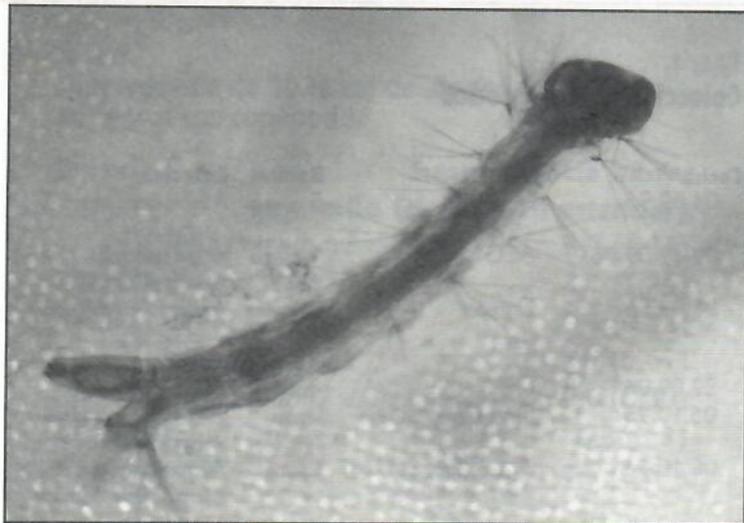
Para evitar la formación de resistencia el uso de un método de control biológico puede ser una opción alternativa. En los últimos años se realizaron varios estudios acerca del uso de copépodos (Copepoda: *Cyclopoidae*) como depredadores de *Ae. aegypti*, hallándose que estos animales tienen un potencial grande para el control de zancudos (Kay *et al.* 1991, Kay *et al.*, 1992, Marten *et al.*, 1994a; Marten *et al.*, 1994b). Los copépodos sobreviven dentro de los criaderos del mosquito, pudiendo reducir su número de larvas hasta un 95-100 % durante varios meses.

Sin embargo, existe poca información acerca de la fauna de los copépodos de Costa Rica y su potencial para el control de *Ae. aegypti*. Por esta razón se procedió a realizar un muestreo de los copépodos de Costa Rica para evaluar luego su potencial de control del *Aedes*.

Materiales y Métodos

Se siguieron diferentes pasos para detectar aquellos copépodos con potencial de control de *Ae. aegypti*:

1. **Colección de especímenes.** En varias partes del país se recolectaron especímenes de copépodos con redes de plankton y se llevaron al laboratorio. En recipientes de 2 litros se procedió a reproducirlos siguiendo la metodología de Suárez *et al.* (1994): una hembra con paquetes de huevos se colocó en agua desclorificada con protozoarios y algas. La identificación se efectuó empleando las claves y descripciones de Reid (1985) y Collado *et al.* (1984).
2. **Experimentos de predación.** Se colocaron 10 larvas de *Ae. aegypti* (en su primer estadio de desarrollo) en frascos de 50 ml. con un copépodo, durante 24 h. para determinar cuál de las especies consumía más larvas. Los crustáceos pasaron 24 h. en ayunas antes del experimento. Para cada especie se realizaron 10 repeticiones.
3. **Simulación en jaula.** Se sometió la especie más exitosa a una simulación en jaula para observar el efecto de la predación sobre la población de los zancudos adultos. Dentro



La larva de *Aedes aegypti*

de la jaula se colocó un recipiente de cuatro litros con 40 larvas de *Ae. aegypti* (III. estadio) y 40 copépodos para observar la población de zancudos larvales, pupales y adultos durante dos meses. Una jaula se dejó sin copépodos, como control.

4. **Experimentos de campo.** Se probó la posibilidad del uso de copépodos para el control de zancudos bajo condiciones reales. Como en Costa Rica existen zonas con características climatológicas muy diferentes, fue necesario observar la reducción obtenida por los copépodos en diferentes lugares del país. En este caso se escogieron los siguientes sitios:

1. Las instalaciones de la Escuela de Agricultura del Trópico Húmedo, EARTH, Guácimo, Limón. Este lugar se caracteriza por sus temperaturas altas y abundante precipitación durante todo el año.
2. El sector Santa Rosa, Area de Conservación Guanacaste. El clima de esta zona es muy seco y al mismo tiempo presenta temperaturas altas.
3. La Finca de la Escuela de Ciencias Agrarias, UNA, Heredia. Por su ubicación en el Valle Central presenta un clima más moderado en temperaturas y precipitación.

En todos los sitios se colocaron tres diferentes tipos de posibles criaderos (llantas, recipientes de bambú y bromelias), la mitad (10) fue tratada con copépodos, la otra mitad (10) servía como control.

Tabla 1.
Colección de copépodos

Fecha	Localidad	Habitat	Especies
04.09.96	Guápiles	5 estanq.	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
09-12.09.96	ACG	1 charco 4 ríos	<i>Megacyclops sp.</i> <i>Mesocyclops sp.</i>
25.09.96	Guápiles	estanques	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i> , <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> no Copepoda
29.09.96	Cachí	represa	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>
06.10.96	Santa Elena, Cartago	laguna	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Thermocyclops dicipens</i>
08.10.96	Arenal (Pto. San Luis)	represa	<i>Microcyclops dubitabilis</i> <i>Mesocyclops thermocyclopoides</i> <i>Macrocyclus albidus</i> (?)
22.10-24.10.96	Sta. Rosa Parque Guanacaste Cañas	5 charcos charco laguna	<i>Megacyclops sp.</i> No Copepoda <i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
		charco	No Copepoda
		2 charcos	No Copepoda
	Arenal/Fortuna	represa	<i>Microcyclops dubitabilis</i>
12.11.96	Laguna, Río Cuarto	laguna	No Copepoda
	La Sabana, San José	laguna	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
	Parque La Paz	embalse	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
24.12.96	Río Corobicí	río	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>
01.01.97	Las Palmas	estero	no Copepoda
03.01.97	Manzanillo	Estero	no Copepoda
06.01.97	Las Palmas	embalse	no Copepoda
18.01.97	Grecia	embalse	<i>Microcyclops dubitabilis</i>
25.01.97	Cachí	represa	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
23.02.97	La Lucha	tanque	no Copepoda
23.02.97	El Camún	estanque	<i>Eucyclops</i>
23.02.97	El Empalme	estanque	<i>Eucyclops leptacanthus</i>
28.03.97	Limón	estero	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i> <i>Eucyclops cf. bondi</i>
	Río Banarito	estero	<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>
29.03.97	Estero Negro	estero	No Copepoda
	Penshurt	río	No Copepoda

(ACG: Area de Conservación Guanacaste)

Resultados

1. *Colección de especímenes.* En 40 sitios se encontraron nueve especies de copépodos (Tabla 1). Una especie no se pudo cultivar bajo condiciones de laboratorio. Los miembros del género *Microcyclops* se consideraron demasiado pequeños para poder eliminar larvas de *Aedes*. Las restantes seis especies de copépodos se usaron para los experimentos de predación.

2. *Experimentos de predación.* La especie *Mesocyclops thermocyclopoides* fue la especie más efectiva en el consumo de *Ae. aegypti*. Este copépodo eliminó en promedio 7,3 larvas por día. Las otras especies no demostraron una predación significativa (Tabla 2).

3. *Simulación en jaula.* En el Gráfico 1 se puede ver el desarrollo de poblaciones de zancudos con la presencia de copépodos y sin la presencia del depredador. En el caso de una población sin depredador (control, parte de atrás del gráfico) se observa lo siguiente: las 40 larvas que estaban al inicio del experimento se desarrollaron al transcurrir el tiempo y pasaron, después de dos semanas, al estado de pupa y luego al adulto. Los adultos se reprodujeron y pusieron sus huevos en el recipiente con agua. Esto provocó una explosión en la población de larvas. Después de cuatro semanas se encontraron más de 100 larvas en el recipiente, de las cuales rápidamente se reclutaron más adultos. A siete semanas del inicio había más de 40 zancudos adultos y la misma cantidad de pupas, lo que hacía esperar que la población de adultos aumentaría aún más a los pocos días.

En el grupo cuyos recipientes fueron tratados con copépodos se observó un desarrollo muy diferente. Las 40 larvas con las cuales se inició el experimento llegaron al estadio de la pupa porque ya tenían un tamaño demasiado grande para ser consumidos por los copépodos. Esto al principio provocó un aumento de la población de zancudos adultos, igual que en el control. Sin embargo, de los huevos que pusieron estos mosquitos no sobrevivió ninguna larva más, gracias a la predación de *M. thermocyclopoides*. Por la falta de reclutamiento también bajó la cantidad de insectos adultos. La fuente de zancudos fue eliminada al cabo de semanas.

4. *Experimentos de campo.* Se observó que

Ae. aegypti colocó sus huevos únicamente en las llantas viejas colocadas en los sitios. Los recipientes de bambú y las bromelias no fueron colonizados por estos zancudos. Sólo cuando se eliminaron las llantas accidentalmente (EARTH), se encontraron algunas larvas dentro de bromelias y dentro del bambú. En las llantas tratadas con copéodos hubo un control efectivo sobre las larvas.

En Santa Rosa fue necesario hacer una reaplicación de copéodos después de tres meses porque los recipientes se secaron debido a la extrema sequía provocada por el fenómeno El Niño. En los otros sitios los depredadores sobrevivieron bien de abril hasta noviembre de 1997. En Heredia, la población de zancudos aumentó en el mes de agosto, debido a que en un sendero cercano al sitio experimental se aplicaron herbicidas. Como consecuencia bajó la población de *Mesocyclops* y la falta de predación permitió la supervivencia de más zancudos.

El desarrollo de las poblaciones se indica en los gráficos 2-4. La reducción de larvas de *Aedes* fue en promedio de 90% en Heredia y Santa Rosa y de 99% en la EARTH.

Discusión

La especie *Mesocyclops thermocyclopoides* fue la especie encontrada con mayor potencial para la eliminación de *Aedes aegypti* y se reprodujo fácilmente bajo condiciones de laboratorio. En los ensayos de campo se pudo comprobar que este copéodo reduce las larvas de *Ae. aegypti* efectivamente aun bajo tres diferentes condiciones de clima tropical. La aparición del fenómeno El Niño redujo la supervivencia de los copéodos a sólo tres meses en Santa Rosa; sin embargo, el efecto de los crustáceos es superior a la eficiencia de un larvicida químico, ya que éste en general tiene un efecto de aproximadamente un mes. Los factores que limitan la efectividad del método son la sequía (como se observó en Santa Rosa) y la sensibilidad hacia los plaguicidas (Heredia).

Los resultados demuestran que los copéodos podrían ser una opción interesante para el control de zancudos, si se toma en cuenta que la reproducción de estos animales es fácil, barata y, además, se comprobó que la especie con más potencial sobrevive dentro de llantas usadas, que son uno de los criaderos principales en Costa Rica. Para usar estos depredadores de la manera más efectiva habrá que aplicar los copéodos al principio de la estación lluviosa.

Tabla 2.
Supervivencia de 10 larvas de *Aedes aegypti* en frascos con copéodos

Especie	Supervivencia <i>aedes</i> promedio (desviación estandar)
<i>Mesocyclops thermocyclopoides</i>	2,7 (1,34)
<i>Thermocyclops decipens</i>	8,7 (1,25)
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	9,3 (0,82)
<i>Eucyclops leptacanthus</i>	7,7 (0,67)
<i>Eucyclops cf. bondi</i>	9,0 (0,80)
<i>Mmegacyclops sp.</i>	6,3 (3,3)
Control	9,3 (0,67)

Gráfico 1. Simulación en jaula

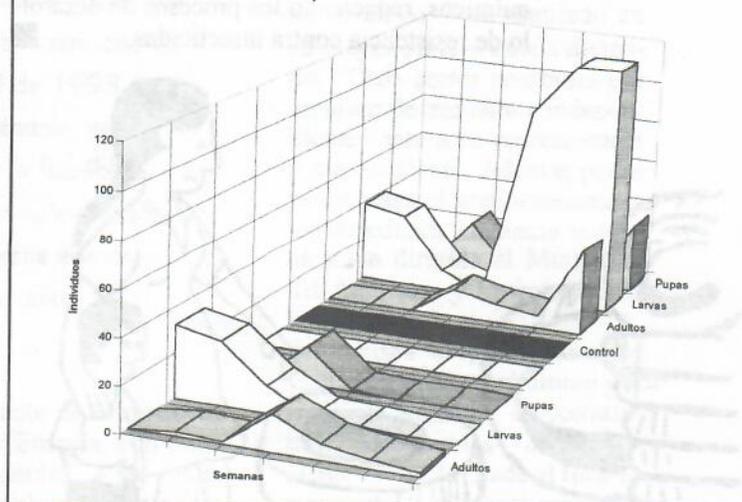


Gráfico 2:
Desarrollo de poblaciones de larvas en un clima tropical húmedo. Mt: con copéodos, control: sin copéodos
EARTH: *Aedes aegypti* (llantas)

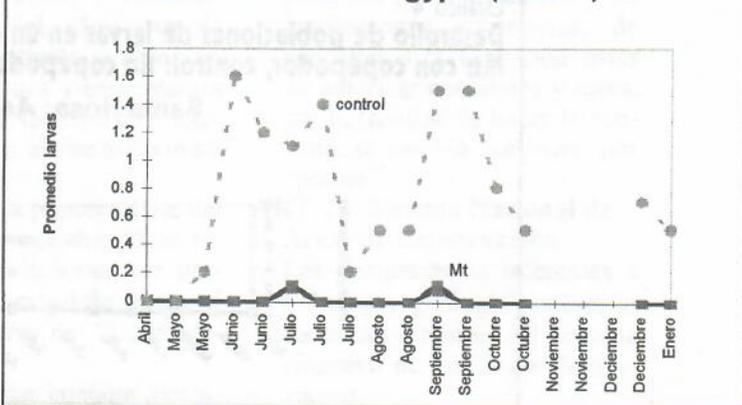
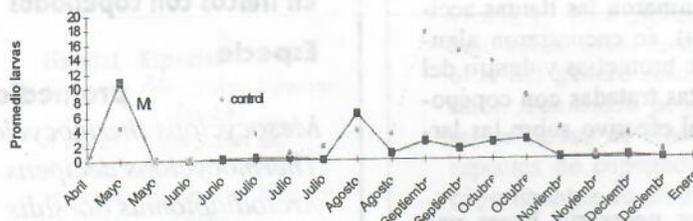




Gráfico 3: Desarrollo de poblaciones de larvas en un clima tropical moderado.
Mt: con copéodos, control: sin copéodos

Heredía: *Aedes aegypti* (llantas)



Es decir, hay que introducirlos a la mayor cantidad posible de criaderos de larvas con las primeras lluvias del año. Así los copéodos pueden eliminar una gran cantidad de zancudos antes de que aparezca una población grande de los vectores del dengue. Esto significa que este tipo de control biológico es más que todo un método de prevención, el cual podría generar ahorros significativos en el uso de agentes químicos, reduciendo los procesos de desarrollo de resistencia contra insecticidas. ■

Referencias

Breakley, C.J., P.L. Crampton, F.E. Ricket & P.R. Chadwick. 1984. *Resistance mechanisms to DDT and Transpermethrin in Aedes aegypti*. Pestic Sci. 15:121(12).

Brown, M.D., B.H. Kay, J. K. Hendrikz. 1991. *Evaluation of Australian Mesocyclops for Mosquito Control*. J.Med.Entomol. 28(5):618-623.

Collado, C., D. Defaye, B. H. Dussart & C.H. Fernando. 1984. *The freshwater Copepoda of Costa Rica with notes on some species*. Hydrobiología 119:89-99.

Kay, B.H., C.P. Cabral, A.C. Sleight, M.D. Brown, Z.M. Ribereiro, W.Vasconcelos. 1992. *Laboratory evaluation of Brazilian Mesocyclops for mosquito control*. J. Med. Entomol. 29(4): 599-602.

Marten, G.G., E. S. Bordes, M. Nguyen. 1994a. *Use of cyclopoid copepods for mosquito control*. Hydrobiología 292/293: 491-496.

Marten, G.G., G. Borjas, M. Cush, E. Fernandez & J.W. Reid. 1994b. *Control of larval Aedes aegypti in peridomestic breeding containers*. J. Med. Entomol. 31(1): 36-44.

Reid, J.W. 1985. *Chave de identificao e lista de referencias bibliograficas para as especies continentais sulamericanas de vida livre da ordem cyclopoida (Copepoda, Copepoda)*. Bol. Zool. Univ. S. Paulo 9:17-143.

Suárez, M.F., G.G. Marten, G.C. Clark. 1992. *A simple method for cultivating freshwater copepods used in biological control of Aedes aegypti*. J. Am. Mosq.Control Assoc. 8(4):409-412.

Gráfico 4:
Desarrollo de poblaciones de larvas en un clima tropical seco.
Mt: con copéodos, control: sin copéodos

Santa Rosa: *Aedes aegypti* (llantas)

