

## Copéodos (Crustacea: Copepoda) como agentes de control biológico de larvas de mosquitos *Aedes* (Diptera: Culicidae) en Chiapas, México

### Copepods (Crustacea: Copepoda) as agents of biological control of *Aedes* mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in Chiapas, Mexico

José Luis Torres Estrada y María Guadalupe Vázquez-Martínez

Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Regional de Investigación en Salud Pública.  
19 Poniente y 4ª Av. Norte. Colonia Centro, Tapachula, Chiapas, 30700. México  
e-mail: mguadalu@insp.mx

Torres Estrada J. L. y M. G. Vázquez-Martínez. 2015. Copéodos (Crustacea: Copepoda) como agentes de control biológico de larvas de mosquitos *Aedes* (Diptera: Culicidae) en Chiapas, México. *Hidrobiológica* 25 (1): 1-6.

#### RESUMEN

Se identificaron las especies de copéodos presentes en sitios de crianza de mosquitos en la región del Soconusco, Chiapas, México, y se evaluó su capacidad depredadora sobre larvas de primer estadio de mosquitos *Aedes aegypti* y *A. albopictus*. Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo: dos en la zona costera y dos en una zona al pie de montaña. Los copéodos fueron cultivados en el laboratorio e identificados. Las especies encontradas fueron: *Mesocyclops pehpeiensis* (Hu, 1943), *M. longisetus* (Thiébaud, 1912), *M. brasiliensis* (Kiefer, 1933), *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Eucyclops leptacanthus* (Kiefer, 1956) y *E. torresphilipi* (Suárez-Morales, 2004). Con excepción de *E. leptacanthus*, todas las especies de copéodos colectadas fueron cultivadas con éxito en el laboratorio. Experimentalmente se evaluó el potencial de depredación de las especies, usando un copéodo adulto hembra y 20 larvas de mosquitos de primer estadio. Las especies de copéodos presentaron porcentajes variables de depredación, siendo *M. pehpeiensis* la especie con mayor potencial de depredación (80% con *A. aegypti* y 67% con *A. albopictus*, por día). *Eucyclops torresphilipi* no mostró diferencias con respecto al control, por lo que puede considerarse como no depredadora. Las pruebas de depredación mostraron que los copéodos presentes en los sitios de crianza de larvas de mosquitos tienen potencial para usarse como agentes de control biológico, y que son una buena alternativa a considerar dentro de las estrategias de manejo integrado de vectores del dengue en la región del Soconusco, Chiapas, México.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, control biológico, copéodos, dengue.

#### ABSTRACT

We identified species of copepods in natural mosquito breeding sites in the region of Soconusco, Chiapas, Mexico and compared their predatory ability on first instar larvae of *Aedes aegypti* and *A. albopictus*. Four sampling sites were selected: two in the coastal area and two in the bottom of the mountain. Copepods were cultured in the laboratory and identified. The species found were: *Mesocyclops pehpeiensis* (Hu, 1943), *M. longisetus* (Thiébaud, 1912), *M. brasiliensis* (Kiefer, 1933), *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Eucyclops leptacanthus* (Kiefer, 1956), and *E. torresphilipi* (Suárez-Morales, 2004). With the exception of *E. leptacanthus*, all collected species of copepods were successfully cultured in the laboratory. The predation potential was experimentally evaluated using a copepod female adult and 20 first-instar mosquito larvae. The copepod species showed varying percentages of predation, *M. pehpeiensis* being the one with the greatest predation potential (80% of *A. aegypti* and 67% *A. albopictus* per day). *Eucyclops torresphilipi* showed no differences with respect to the control, so it can be considered as a non-predatory species. Predation tests show that the copepods present in natural mosquito breeding sites have the potential to be used as agents of biological control of mosquito larvae and are a good alternative to be considered in integrated vector management strategies of dengue fever in the region of Soconusco, State of Chiapas, Mexico.

**Key words:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, biological control, copepods, dengue.

## INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad infecciosa producida por los serotipos Denv-1, Denv-2, Denv-3 y Denv-4 del virus del dengue (Montesano-Castellanos & Ruiz-Matuz, 1995; Rey *et al.*, 2004). El agente etiológico es transmitido por medio de la picadura de los mosquitos del género *Aedes*, siendo *A. aegypti* (Linnaeus, 1762) y *A. albopictus* (Skuse, 1984) (Diptera: Culicidae) los vectores responsables de la propagación de la enfermedad en el mundo (Ibáñez-Bernal & Gómez-Dantes, 1995).

En los últimos años, el dengue se ha caracterizado por ser una de las enfermedades emergentes más importantes en el continente Americano (SSA, 2008), debido a su alta morbilidad y rápida expansión alrededor del mundo. En México, el número de casos de Fiebre por Dengue (FD) y Fiebre Hemorrágica por Dengue (FHD) que fueron reportados en el 2012 aumentó tres y cuatro veces respectivamente (296.8% y 418.4%) con respecto a los reportados en el 2011 (SINAVE, 2012). La mayoría (88.1%) del total de los casos registrados se presentaron en los estados del sur-sureste con un 94% de la letalidad observada. El estado de Chiapas presentó, hasta la semana epidemiológica No. 52 del año 2013, un total de 1543 y 1707 casos de FD y FHD, respectivamente. Hasta la semana epidemiológica No. 1 del 2014, en México se presentó un incremento del 84% en los casos probables y del 100% en los casos confirmados, en comparación con lo ocurrido en esas mismas fechas el año 2013 (SINAVE, 2014).

A falta de una vacuna eficiente, los vectores han sido controlados por medio de insecticidas organosintéticos que son aplicados sobre los diferentes estadios de desarrollo de los mosquitos, conjuntamente con campañas para la recolección de recipientes que pueden funcionar como criaderos de larvas ("descacharrización"), y a través de campañas que promueven la participación de la comunidad (Parks & Lloyd, 2004). Sin embargo, algunos de estos compuestos químicos han afectado al humano y al entorno; además, cuando son aplicados indiscriminadamente, provocan que los mosquitos desarrollen resistencia (Ranson *et al.*, 2010). Es necesario buscar alternativas de control menos agresivas (Suárez *et al.*, 1992) y que se incorporen a un sistema de manejo integrado de vectores (Suárez-Morales *et al.*, 2003a). El control biológico es una alternativa prometedor para sustituir el uso de productos químicos. Algunos ejemplos de agentes de control biológico son los nematodos, insectos acuáticos de los órdenes Odonata, Hemiptera, Coleoptera y Diptera (Vázquez-Martínez *et al.*, 2008); peces larvivos (Vargas-Vargas, 2003), bacterias como *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) y *Lysinibacillus sphaericus* (Lsph) (Guidi *et al.*, 2013), hongos entomopatógenos (Farenhorst *et al.*, 2010; Vázquez-Martínez *et al.*, 2013); y copépodos (Marten, 1989; Tranchida *et al.*, 2009). Estos últimos han demostrado ser eficaces depredadores de larvas de *A. aegypti* y *A. albopictus* en hábitats naturales y artificiales (Riviére *et al.*, 1987; Marten *et al.*, 1994b); abundan en una amplia diversidad de hábitats y son dominantes en el zooplankton marino y de agua dulce (Calliari *et al.*, 2003). Los copépodos de la familia Cyclopidae devoran sistemáticamente a las larvas de mosquitos, reproduciéndose al mismo ritmo que éstos, manteniendo así una reducción constante de sus poblaciones. Esta relación depredador-presa representa una alternativa sostenible de control biológico (Marten *et al.*, 1994b; Suárez-Morales *et al.*, 2003a).

En México se han utilizado algunas especies de copépodos como *Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1912) para el control de *A. aegypti* con resultados alentadores (Magallón *et al.*, 1997). Por otro lado, se ha

reportado que los copépodos liberan en el agua compuestos volátiles, como monoterpenos y sesquiterpenos, que atraen a los mosquitos para depositar sus huevos en estos sitios, este hecho los convierte en depredadores más eficientes (Torres-Estrada *et al.*, 2001). Es necesario realizar estudios para identificar especies de copépodos depredadores que puedan ser candidatos para usarse en estrategias de control biológico de vectores de dengue. Por tanto el objetivo de este estudio es determinar las especies de copépodos presentes en sitios de crianza naturales de mosquitos de la región del Soconusco, Chiapas, y evaluar su potencial como depredadores de larvas de mosquitos de *A. aegypti* y *A. albopictus*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitios de muestreo.** Los copépodos se colectaron semanalmente durante la temporada de lluvias (abril – noviembre) en sistemas acuáticos permanentes (lagunas y ríos) y temporales (charcas), ubicadas en cuatro sitios de la región del Soconusco, Chiapas, México; dos en la zona costera: Ejido Simón Bolívar (14°37'16" N, 92°16'57" W) y Ejido Cosalapa (14°30'16" N, 92°16'57" W), pertenecientes al municipio de Suchiate; y dos en la zona al pie de montaña: Ejido Unión Roja (15°03'16.8" N, 92°12'58.6" W) y Ejido El Águila (15°05'33" N, 92°10'46" W), en el municipio de Cacahoatán, Chiapas. Los mosquitos adultos *A. aegypti* y *A. albopictus* fueron colectados en el Ejido Faja de Oro (15°03'13" N, 92°15'63" W) del municipio de Cacahoatán, Chiapas.

**Colecta y cultivo de copépodos.** Los copépodos fueron colectados utilizando caladores ovalados con un borde plano para facilitar el arrastre sobre la superficie del agua (Vázquez-Martínez *et al.*, 2002). Los ejemplares se depositaron en bolsas de plástico (Whirl Pack®) y se transportaron al laboratorio de Ecología Química del Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) para su cultivo. Los copépodos fueron mantenidos en recipientes de plástico de 3 L, llenos hasta ¾ partes de su capacidad con agua corriente. Se alimentaron cada siete días con una solución de *Paramecium caudatum* (Suárez *et al.*, 1992; Martínez-Ibarra, 1996). Algunas muestras de los copépodos colectados fueron fijadas en etanol al 70% y depositadas en viales de plástico de 1.6 ml; éstas fueron enviadas para su identificación al Laboratorio del Departamento de Sistemática y Ecología Acuática (grupo Zooplankton y Oceanografía) de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, en Chetumal, Quintana Roo.

**Colecta y colonización de mosquitos.** Con la ayuda de aspiradores manuales se obtuvieron mosquitos adultos de *A. aegypti* y *A. albopictus* en sitios de reposo dentro de casas ubicadas en el Ejido Faja de Oro del municipio de Cacahoatán. Los mosquitos fueron transportados al insectario del CRISP y depositados en jaulas de 30 cm por lado, para su colonización. Las hembras se alimentaron con sangre de conejo y los machos con una solución de azúcar al 10% impregnada en torundas de algodón. Después de 48 horas, se colocó dentro de la jaula un recipiente con papel filtro humedecido con agua para así recolectar los huevos de los mosquitos. Una vez que los huevos eclosionaron, las larvas de primer estadio se utilizaron para realizar los ensayos de depredación con la diversidad de especies de copépodos encontrados.

**Ensayos de depredación.** Se evaluó la capacidad depredadora de las cinco especies de copépodos sobre larvas de *A. aegypti* y de *A. albopictus*. Los ensayos se realizaron en vasos desechables de 60 ml

Tabla 1. Presencia/ausencia (+/-) de especies de copépodos en sistemas acuáticos de diferentes ejidos en el Sur de Chiapas, México.

Localidades (Ejido)	Especies					
	<i>Mesocyclops longisetus</i>	<i>Mesocyclops pehpeiensis</i>	<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	<i>Macrocyclus albidus</i>	<i>Eucyclops leptacanthus*</i>	<i>Eucyclops torresphilipi</i>
Simón Bolívar	+	+	+	-	+	-
Cosalapa	+	+	+	-	+	-
Unión Roja	-	-	-	+	-	-
El Águila	-	-	-	-	-	+

\*no se pudo colonizar en laboratorio. En el contenido *Macrocyclus* se abrevia como *Ma*.

de capacidad conteniendo 50 ml de agua; en cada vaso se depositó un copépodo adulto hembra y 20 larvas de primer estadio. Para cada especie de copépodo evaluado se utilizaron cinco repeticiones (5 vasos con copépodos y larvas) y un control que consistió en vasos con 20 larvas sin copépodos (Schaper *et al.*, 1998). Los copépodos empleados fueron colocados durante 24 h en agua libre de bacterias y protozoarios para mantenerlos en ayuno, mientras que el agua que se utilizó fue expuesta al aire libre durante 48 h para la volatilización del cloro. Los ensayos se desarrollaron a una temperatura de  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  y un fotoperiodo de 12 h luz y 12 h oscuridad. El número de larvas muertas o depredadas fue registrado a las 24 h de exposición (Marten, 1989; Calliari *et al.*, 2003). Los ensayos fueron replicados en tres ocasiones en diferentes tiempos.

**Análisis estadístico.** Se calculó el porcentaje promedio de la mortalidad causada por cada especie de copépodo sobre larvas de *A. aegypti* y *A. albopictus* en las tres réplicas. Los datos fueron transformados a la raíz cuadrada del arcoseno para su normalización. Se utilizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey como comparación múltiple de medias para determinar qué especie de copépodo fue la que causó mayor mortalidad (SAS Institute, 2003).

## RESULTADOS

**Diversidad de copépodos.** En los hábitats de mosquitos muestreados se identificaron un total de seis especies de copépodos. En el Ejido Simón Bolívar y el Ejido Cosalapa se encontraron: *Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1912), *M. pehpeiensis* (Hu, 1943), *M. brasiliensis* (Kiefer, 1933) y *Eucyclops leptacanthus* (Kiefer, 1956). En el Ejido Unión Roja solo se encontró una especie: *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), y en el Ejido El Águila se encontró la especie *E. torresphilipi* (Suárez-Morales, 2004), descrita a partir de especímenes recolectados en Chiapas. Los hábitats de mosquitos ubicados en las localidades de la zona costera fueron los que presentaron mayor riqueza específica de copépodos, en comparación con los hábitats presentes en las zonas de pie de montaña (Tabla 1).

**Ensayos de depredación con larvas de *A. aegypti*.** Las especies de copépodos evaluadas causaron porcentajes variables de mortalidad sobre las larvas de primer estadio de *A. aegypti*, tales porcentajes fueron significativamente diferentes entre tratamientos ( $F = 40.57$ ; g.l. = 89;  $p = 0.0001$ ). La especie *M. pehpeiensis* causó el mayor porcentaje de mortalidad ( $80 \pm 3\%$ , lo que equivale a 16 larvas depredadas por día), seguida de *M. longisetus* ( $58 \pm 3\%$ ), *M. brasiliensis* ( $55 \pm 5\%$ ), *Ma. albidus* ( $37 \pm 3\%$ ) y *E. torresphilipi* ( $5 \pm 1\%$ ) (Fig. 1).

**Ensayos de depredación con larvas de *A. albopictus*.** En los experimentos sobre larvas de primer estadio de *A. albopictus*, se observó que *M. pehpeiensis*, *M. longisetus*, *M. brasiliensis* causaron porcentajes similares de mortalidad ( $p > 0.05$ ) sobre *A. albopictus*, con  $67 \pm 3\%$  (13 larvas)  $66 \pm 3\%$  y  $59 \pm 3\%$ , respectivamente; en tanto que *Ma. albidus* ( $44 \pm 3\%$ ) y *E. torresphilipi* ( $5 \pm 1\%$ ) causaron menor porcentaje de mortalidad ( $F=46.13$ ; g.l. = 89;  $p = 0.0001$ ) (Fig. 2).

## DISCUSIÓN

La incorporación de copépodos dentro de los programas de control de vectores del dengue puede ser una buena opción para su implementación en México, tal como ha ocurrido en otras partes de América, Asia, Australia y Oceanía (Marten, 1989; Nam *et al.*, 1997; Kay *et al.*, 2002; Lardeux *et al.*, 2002). En nuestro estudio se evaluó la capacidad depredadora sobre *A. aegypti* y *A. albopictus* de *M. pehpeiensis*, *M. longisetus*, *M. brasiliensis*, *Ma. albidus* y *E. torresphilipi*, colectados en sistemas acuáticos del sur de Chiapas, México, obteniendo niveles variados de depredación. Las especies con mayor capacidad depredadora, de acuerdo con lo observado en este estudio, se ubican en los géneros *Mesocyclops* y *Macrocyclus* que han sido reportados como eficientes depredadores de larvas de mosquitos en ambientes tanto naturales como artificiales (Marten, 1989, 1990a). En el presente estudio la especie que causó mayor porcentaje de mortalidad sobre *A. aegypti* fue *M. pehpeiensis*, especie de origen asiático (Dieng *et al.*, 2002), registrada por Suárez-Morales *et al.* (2005) en sistemas acuáticos de la región del Soconusco, Chiapas, México y por Menéndez-Díaz *et al.* (2006) en Cuba. Para *A. albopictus* la mortalidad producida por *M. pehpeiensis* fue similar a la causada por *M. longisetus* y *M. brasiliensis*; esta última especie no había sido reportada como depredadora de larvas (Suárez-Morales *et al.*, 2003a). Dieng *et al.* (2002) reportaron que *M. pehpeiensis* causó un 99% de mortalidad sobre larvas de *A. albopictus* bajo condiciones de campo; mientras que Marten (1989) reportó la capacidad depredadora de *M. pehpeiensis* y *Ma. albidus* sobre los vectores del dengue en Nueva Orleans, observando además que *M. pehpeiensis* es más resistente que *Ma. albidus* a la desecación y que es capaz de tolerar mayores temperaturas ambientales. Estas características de *M. pehpeiensis*, además de la eficacia depredadora presentada en este estudio, aumentan la posibilidad de que esta especie pueda ser introducida en áreas tropicales de México. *Macrocyclus albidus*, una de las especies con mayor tamaño (1.7-2.5 mm, en comparación con los 1.1-1.7 mm de *M. pehpeiensis* y los 1.2-2 mm de *M. longisetus*), presentó baja depredación sobre larvas de *A. aegypti* y *A. albopictus*. Calliari *et al.* (2003) reportaron que *Ma. albidus* causó sobre *Culex pipiens* una mortalidad similar a las obtenidas

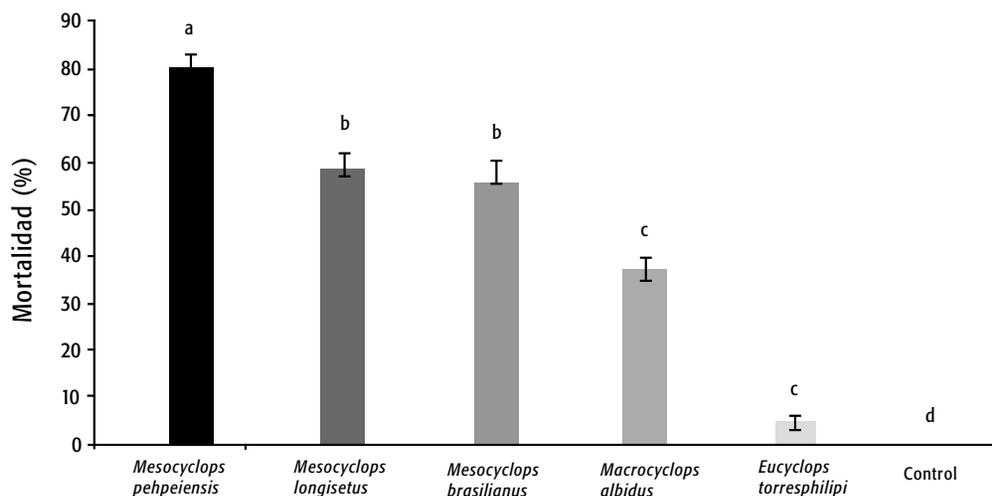


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de larvas de primer estadio de *A. aegypti* causada por distintas especies de copépodos. Valores con letras diferentes son significativamente diferentes después de la prueba de Tukey.

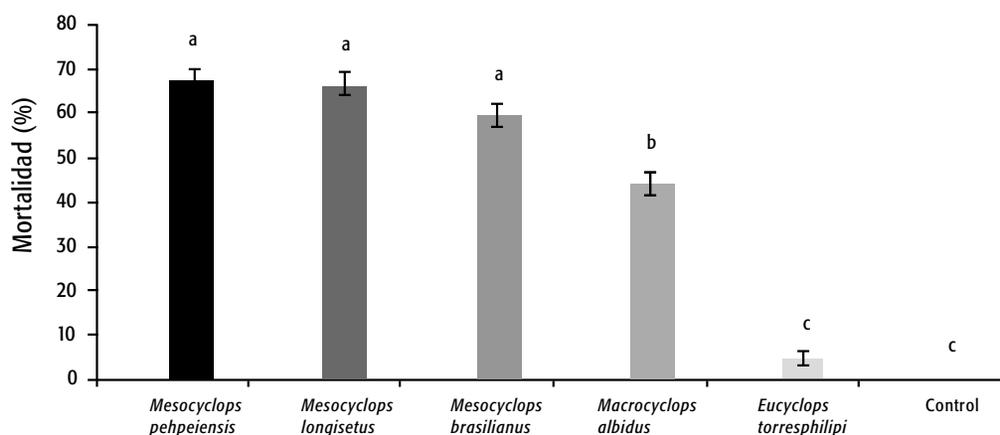


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de primer estadio de *A. albopictus* causada por distintas especies de copépodos. Los valores con letras distintas son significativamente diferentes después de la prueba de Tukey.

nidas en nuestro estudio, esto indica que el tamaño puede no ser una condicionante para una mayor depredación, como ha sido reportado por Marten (1990b) quien, en contraste, observó que esta especie de copépodo causó un 100% de mortalidad sobre *A. albopictus* durante tres meses en condiciones de campo. Estos datos son indicadores de la persistencia en el ambiente que puede tener este agente de control, el cual es un aspecto importante para considerarse dentro de una estrategia sustentable de control biológico de larvas de mosquitos. Por otra parte, *M. longisetus* produjo una mortalidad de 58 y 66% para *A. aegypti* y *A. albopictus*, respectivamente, mortalidades bajas en comparación con 99 y 99.8% obtenido por Marten (1990a). Por último, la especie *E. torresphilipi* causó una mortalidad muy similar al control, por lo que es considerada como una especie omnívora-detritívora, no depredadora; esta especie tiene un tamaño de 0.680 mm (Suárez-Morales, 2004), muy similar a la especie *E. agilis* caracterizada por individuos pequeños e inofensivos para las larvas de *A. albopictus*

(Marten, 1989). Por lo tanto, estas especies no se recomiendan para el control biológico de los vectores del dengue.

Las especies de copépodos con mayor aceptación en el control biológico de *A. aegypti* y *A. albopictus*, son *Ma. albidus* y *M. longisetus* debido a que son organismos de gran tamaño con características agresivas (Suárez-Morales *et al.*, 2003b) y porque su distribución es global en el mundo; además, algunas especies del género *Mesocyclops* poseen partes bucales adecuadas para una mejor depredación, y liberan compuestos químicos que atraen a las hembras grávidas de *A. aegypti* (Suárez-Morales *et al.*, 2003b; Suárez-Morales, 2000; Torres-Estrada *et al.*, 2001). En estudios previos se ha reportado que *M. longisetus* y *Ma. albidus* se pueden encontrar en climas tropicales (Marten, 1989; Rey *et al.*, 2004), por lo que pueden utilizarse con éxito en la región sur de México, ya que pueden adaptarse a las condiciones ecogeográficas.

Finalmente, cabe destacar que las especies de copepodos encontradas se recolectaron en ambientes naturales, donde su principal fuente de alimentación, además de mosquitos, eran algas, bacterias y protozoarios, entre otros organismos unicelulares. Esta conducta de alimentación les confiere mayor capacidad de colonización en sitios de crianza de mosquitos, por ello son recomendables para un control biológico sostenible ya que no dependen solo de larvas para sobrevivir (Marten *et al.*, 1994a; Suárez-Morales *et al.*, 2003a). Los resultados del presente estudio indicaron que *M. pehpeiensis* fue la especie que causó mayor mortalidad entre los mosquitos Aedinos del sureste de México. El éxito de la cría masiva bajo condiciones de laboratorio y de las pruebas experimentales de depredación de esta especie, muestra su potencial para usarse en estrategias de control integrado de vectores del dengue en la región sureste de México.

### AGRADECIMIENTOS

A Eduardo Suárez Morales por el apoyo brindado en la identificación de las especies de copépodos, en el ECOSUR Unidad Chetumal, Quintana Roo.

### REFERENCIAS

- CALLIARI, D., K. SANZ, M. MARTÍNEZ, G. CERVETTO, M. GÓMEZ & C. BASSO. 2003. Comparison of the predation rate of freshwater cyclopoid copepod species on larvae of the mosquito *Culex pipiens*. *Medical and Veterinary Entomology* 17: 339-342.
- DIENG, H., M. BOOTS, N. TUNO, T. TSUDA & M. TAKAGI. 2002. A laboratory and field evaluation of *Macrocyclus distinctus*, *Megacyclus viridis* and *Mesocyclops pehpeiensis* as control agent of the dengue vector *Aedes albopictus* in a peridomestic area in Nagasaki, Japan. *Medical and Veterinary Entomology* 16 (3): 285-291.
- FARENHORST, M., B. G. J. KNOLS, M. B. THOMAS, A. F. V. HOWARD, W. TAKKEN, M. ROWLAND & R. N'GUESSAN. 2010. Synergy in efficacy of fungal entomopathogens and permethrin against West African insecticide-resistant *Anopheles gambiae* mosquitoes. *PLoS ONE* 5 (8): e12081.
- GUIDI, V., A. LEHNER, P. LÜTHY & M. TONOLLA. 2013. Dynamics of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* and *Lysinibacillus sphaericus* spores in urban catch basins after simultaneous application against mosquito larvae. *PLoS ONE* 8 (2): e55658.
- IBÁÑEZ-BERNAL, S. & H. GÓMEZ-DANTES. 1995. Los vectores del dengue en México. *Salud Pública de México* 37: 53-63.
- KAY, B. H., V. S. NAM, T. V. PHONG, T. Y. NGUYEN, V. P. TRAN, T. B. D. VU, U. N. TRUONG, A. BEKTAS & J. G. AASKOV. 2002. Control of *Aedes* vectors of dengue in three provinces of Vietnam by use of *Mesocyclops* (Copepoda) and community-based methods validated by entomologic, clinical, and serological surveillance. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66: 40-48.
- LARDEUX, F. J. R., Y. SÉCHAN, S. LONCKE, X. DEPARIS, J. CHEFFORT & M. FAARUIA. 2002. Integrated control of peridomestic larval habitats of *Aedes* and *Culex* mosquitoes in atoll villages of French Polynesia. *Journal of Medical Entomology* 39: 493-498.
- MAGALLÓN, E., I. FERNÁNDEZ, M. RODRÍGUEZ, H. GÓMEZ & M. G. VÁZQUEZ. 1997. Larval control of *Aedes aegypti* by *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopoidea) in cemeteries from south of Chiapas, Mex. 63rd Annual Meeting of the American Mosquito Control Association. 7th Symposium Mosquito vector control and biology in Latin America. Salt Lake City, Utah. U.S.A. 211 p.
- MARTEN, G. G. 1989. A survey of cyclopoid copepods for control of *Aedes albopictus* larvae. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 14 (22): 232-236.
- MARTEN, G. G. 1990a. Evaluation of cyclopoid copepods for *Aedes albopictus* control in tires. *Journal of the American Mosquito Control Association* 6: 681-688.
- MARTEN, G. G. 1990b. Elimination of *Aedes albopictus* from tire piles by introducing *Macrocyclus albidus* (Copepoda, Cyclopidae). *Journal of the American Mosquito Control Association* 6: 689-693.
- MARTEN, G. G., E. S. BORDES & M. NGUYEN. 1994a. Use of cyclopoid copepods for mosquito control. *Hydrobiologia* 292/293: 491-496.
- MARTEN, G. G., G. BORJAS, M. CUSH, E. FERNÁNDEZ & J. REID. 1994b. Control of larval *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by cyclopoid copepods in peridomestic breeding containers. *Journal of Medical Entomology* 31 (1): 36-44.
- MARTÍNEZ-IBARRA, A. 1996. Cría masiva de copépodos. In: De la Rosa, W. (Ed.). *Curso nacional de control biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Tapachula, Chiapas, México. 168 p.
- MENÉNDEZ-DÍAZ, Z., I. CASTILLO-GUERRA & I. VALDÉS-RAMOS. 2006. A new record of *Mesocyclops pehpeiensis* Hu, 1943 (Copepoda: Cyclopoidea) for Cuba. *Journal of Vector Ecology* 31: 193-195.
- MONTESANO-CASTELLANOS, R. & C. RUIZ-MATUZ. 1995. Vigilancia epidemiológica del dengue en México. *Salud Pública de México* 37: 64-76.
- NAM, V. S., R. MARCHAND, T. V. PHONG & V. B. NGUYEN. 1997. Dengue vector control in Viet Nam using *Mesocyclops* through community participation. *Dengue Bulletin* 21: 96-104.
- PARKS, W. & L. LLOYD. 2004. Planning social mobilization and communication for dengue fever prevention and control: a step-by-step guide. World Health Organization Mediterranean Centre for Vulnerability Reduction (WMC). WHO special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR). Geneva. 138 p.
- RANSON, H., J. BURHANI, N. LUMJUAN & W. C. IV BLACK. 2010. Insecticide resistance in dengue vectors. TropIKA.net. 1(1). Available online at: [http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2078-86062010000100003&lng=en](http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-86062010000100003&lng=en). (Downloaded 10 July 2013).
- REY, J., S. CONNELL, S. SUÁREZ, S. MENÉNDEZ, L. LOUNIBOS & G. BYER. 2004. Laboratory and field studies of *Macrocyclus albidus* (Crustacea: Copepoda) for biological control of mosquitoes in artificial containers in a subtropical environment. *Journal of Vector Ecology* 29 (1): 124-134.
- RIVIÈRE, F., B. H. KAY, J. M. KLEIN & Y. SÉCHAN. 1987a. *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda) and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for

- biological control of *Aedes* and *Culex* vectors (Diptera: Culicidae) breeding in crab holes, tree holes, and artificial containers. *Journal of Medical Entomology* 24: 425-430.
- SAS, Institute. 2003. SAS/STAT versión para windows. SAS Institute, Cary; NC.
- SCHAPER, S., F. HERNÁNDEZ & L. SOTO. 1998. La lucha contra el dengue: Control biológico de larvas de *Aedes aegypti* empleando *Mesocyclops thermocyclopoides*. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas* 19: 1-2.
- SINAVE (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica). 2012. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. DGE/SALUD. Disponible en línea en: [http://www.dgepi.salud.gob.mx/denguepano/PANORAMAS\\_2012/Pano\\_dengue\\_sem41\\_2012.pdf](http://www.dgepi.salud.gob.mx/denguepano/PANORAMAS_2012/Pano_dengue_sem41_2012.pdf) (Consultado el 16 de julio de 2013).
- SINAVE (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica). 2014. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y promoción de la salud. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. DGE/SALUD. Disponible en línea en: [http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/panodengue/PANORAMAS\\_2014/panodengue\\_sem\\_01\\_2014.pdf](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/panodengue/PANORAMAS_2014/panodengue_sem_01_2014.pdf) (Consultado el 21 de marzo de 2014).
- SSA (Secretaría de Salud). 2008. Programa de Acción Específico 2007-2012 Dengue. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. México, D.F.
- SUÁREZ, F., G. G. MARTEN & G. CLARK. 1992. A simple method for cultivating freshwater copepods used in biological control of *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association* 8 (4): 409-412.
- SUÁREZ-MORALES, E. 2000. Copépodos, seres ubicuos y poco conocidos. CONABIO. *Biodiversitas* 29: 7-11.
- SUÁREZ-MORALES, E. 2004. A new species of *Eucyclops* Claus (Copepoda: Cyclopoida) from Southeast Mexico with a key for the identification of the species recorded in Mexico. *Zootaxa* 617: 1-18.
- SUÁREZ-MORALES, E., A. MORALES-RAMÍREZ & M. A. GUTIÉRREZ-AGUIRRE. 2003a. Voracidades acuáticas: control biológico del mosquito. *Ciencia y desarrollo* 168: 28-34.
- SUÁREZ-MORALES, E., M. A. GUTIÉRREZ-AGUIRRE & M. ELÍAS-GUTIÉRREZ. 2003b. Observations on the structure of the mandibular gnathobase in some American *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116: 742-753.
- SUÁREZ-MORALES, E., M. GUTIÉRREZ, J. L. TORRES & F. HERNÁNDEZ. 2005. The Asian *Mesocyclops pehpeiensis* Hu, 1943 (Crustacea, Copepoda, Cyclopidae) in Southeast Mexico with comments on the distribution of the species. *Zoosystema* 27: 245-256.
- TORRES-ESTRADA, J. L., M. H. RODRÍGUEZ, L. CRUZ-LÓPEZ & J. I. ARREDONDO-JIMÉNEZ. 2001. Selective oviposition by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in response to *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopoida) under laboratory and field conditions. *Journal of Medical Entomology* 38 (2): 188-92.
- TRANCHIDA, M., M. V. MICIELI, M. ARNALDO & J. J. GARCÍA. 2009. Native Argentinean cyclopoids (Crustacea: Copepoda) as predators of *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Revista de Biología Tropical* 57 (4): 1059-1068.
- VARGAS-VARGAS, M. 2003. Uso de peces larvívoros como controladores biológicos de larvas de *Aedes aegypti*: una participación comunitaria. *Revista del Colegio de Microbiólogos Químicos Clínicos de Costa Rica* 9 (3): 1-5.
- VÁZQUEZ-MARTÍNEZ, M. G., M. H. RODRÍGUEZ, J. I. ARREDONDO, J. D. MÉNDEZ, J. G. BOND & M. GOLD. 2002. Cyanobacteria associated with *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) larval habitats in southern México. *Journal of Medical Entomology* 39: 825-832.
- VÁZQUEZ-MARTÍNEZ, M. G., G. BOND, J. L. TORRES, J. JUÁREZ, C. F. MARINA & T. LÓPEZ. 2008. Estrategias de control biológico. In: Rodríguez, M.H., A. Ulloa & J. Ramsey (Eds.). *Manual para la vigilancia y el control del paludismo en Mesoamérica*. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, Mexico, pp. 149-163.
- VÁZQUEZ-MARTÍNEZ, M. G., A. RODRÍGUEZ, A. D. RODRÍGUEZ & M. H. RODRÍGUEZ. 2013. Lethal effects of *Gliocladium virens*, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on the malaria vector *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Biocontrol Science and Technology* 23: 1098-1109.

Recibido: 26 de febrero de 2014.

Aceptado: 24 de julio de 2014.