

Capacidad depredadora del langostino *Macrobrachium tenellum* sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio

Predatory capacity of *Macrobrachium tenellum* on *Aedes aegypti* larvae in lab conditions

Biol. Cecilia Catalina Rojas-Sahagún,¹ Biol. Judith Marissa Hernández-Sánchez,¹ Biol. Manuel Alejandro Vargas-Ceballos,¹ Biol. Luis Eduardo Ruiz-González,¹ MSc. Luis Daniel Espinosa-Chaurand,¹ Dr. Héctor Nolasco-Soria,¹¹ Dr. Fernando Vega-Villasante¹

¹ Centro de Investigaciones Costeras, Universidad de Guadalajara. Puerto Vallarta, Jalisco, México.

¹¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz. Baja California Sur, México.

RESUMEN

Introducción: en los últimos años se le ha dado gran importancia a los depredadores naturales de *Aedes aegypti*. Se han investigado, tanto en el campo como en el laboratorio, los distintos organismos con capacidad de devorar larvas de este mosquito. *Macrobrachium tenellum* se encuentra en altas densidades en condiciones naturales, no es agresivo y puede tolerar un amplio y fluctuante intervalo de temperaturas, salinidades y concentraciones de oxígeno.

Objetivo: evaluar la capacidad depredadora de *Macrobrachium tenellum* sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio.

Métodos: se utilizaron juveniles de *Macrobrachium tenellum* con dos rangos de tallas: A (3,0 cm-3,5 cm) y B (4,5 cm-5,0 cm). Las larvas del mosquito se obtuvieron de la eclosión de huevos producidos por hembras adultas mantenidas en una jaula entomológica. En el primer bioensayo se colocaron 5, 10, 15 y 20 larvas de *Aedes aegypti* por tratamiento por rango. En el segundo bioensayo el número de larvas se ajustó a 30, 40, 50 y 80 larvas por tratamiento por rango.

Resultados: *Macrobrachium tenellum* demostró un alto consumo de larvas para los dos rangos y tratamientos. En la mayor densidad (80 larvas) se obtuvo el consumo de 95 % de larvas a las 24 h para el rango A y 100 % para el rango B.

Conclusión: *Macrobrachium tenellum* puede ser considerado como un potencial agente de control biológico debido a su abundancia en ambientes naturales, su

resistencia a diversas condiciones ambientales y a la voracidad presentada en este estudio.

Palabras clave: *Aedes aegypti*, *Macrobrachium tenellum*, larvas, capacidad depredadora, control biológico.

ABSTRACT

Introduction: in the last few years, a lot of importance has been given to natural predators against *Aedes aegypti*. Several organisms have been studied both in lab and in the field so as to find out their capacity to devour mosquito larvae. High densities of *Macrobrachium tenellum* are found in natural conditions, it is not aggressive and may stand wide ranges of temperature, rates of salinity and oxygen concentrations.

Objective: to evaluate the predatory capacity of *Macrobrachium tenellum* on *Aedes aegypti* larvae in lab conditions.

Methods: very young *Macrobrachium tenellum* prawns measuring A(3.0-3.5cm) and B(4.5-5 cm) were used. The mosquito larvae were obtained after hatching of eggs from adult females kept in entomological cages. Five, ten, fifteen and twenty *Aedes aegypti* larvae were placed per treatment per rank, whereas the second bioassays adjusted the number of larvae to 30, 40, 50 and 80 larvae per treatment per rank.

Results: *Macrobrachium tenellum* showed high rate of larval consumption for the two ranks and treatments. In the highest density (80 larvae), the consumption was 95% of larvae at 24 hours for rank A and 100% for rank B.

Conclusions: *Macrobrachium tenellum* may be considered as a potential biological control agent, due to its abundant presence in natural conditions, its resistance to different environmental conditions and to its voraciousness seen in this study.

Key words: *Aedes aegypti*, *Macrobrachium tenellum*, larvae, predatory capacity, biological control.

Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) es un mosquito procedente de la región etiópica, cuya dispersión efectuada por el hombre desde esas áreas, lo han llevado a constituirse en un mosquito cosmopolita;¹ es vector de agentes causales de enfermedades humanas con gran importancia en salud pública como el dengue.² El uso de insecticidas ha desempeñado un papel importante en los programas de control de *Ae. aegypti*.³ Actualmente se están utilizando métodos biológicos para el control de las poblaciones de mosquitos, debido a que estos no contaminan el ambiente, son de bajo costo y reducen al máximo la generación de resistencia de los mosquitos a los insecticidas químicos;⁴ estos métodos biológicos incluyen la utilización de depredadores naturales de larvas de *Ae. aegypti*.

En los últimos años se le ha dado gran importancia a estos depredadores naturales, y se han investigado tanto en el campo como en el laboratorio la capacidad larvívora de distintas especies de copépodos como *Mesocyclops aspericornis* y *Macrocyclus albidus*;^{5,6} peces de las especies *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata*;⁷ coleópteros como *Acilius sulcatus*;⁸ y decápodos como *Macrobrachium*

borellii y *Palaemonetes argentinus*.^{9,10} Todos estos han dado resultados positivos en la depredación de larvas.

Aunque la reducción de los criaderos y los programas de saneamiento ambiental con la activa participación de la comunidad son importantes componentes dentro de las estrategias de control de *Aedes aegypti*, no es suficiente para el control de las poblaciones del vector.¹¹

En este contexto se hace necesario buscar medidas de control alternativas que mantengan los niveles bajos de la población del vector sin repercusiones negativas al medio; el control biológico es una metodología que resulta ser una medida de regulación poblacional adicional a la tradicionalmente realizada por insecticidas o biocidas.¹⁰

Macrobrachium tenellum (Decapoda: Palaemonidae) se encuentra en altas densidades en condiciones naturales; no es agresivo, puede tolerar un amplio y fluctuante intervalo de temperaturas, salinidades y concentraciones de oxígeno; también se ha observado que esta especie consume alimento balanceado, cladóceros y larvas de culícidos.¹² Estas características lo hacen un buen candidato para evaluar su capacidad depredadora sobre larvas de *Ae. aegypti*. El objetivo de este estudio estuvo en evaluar la capacidad depredadora de *M. tenellum* sobre larvas de *Ae. aegypti*, bajo condiciones controladas.

Los estudios se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura Experimental del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (CUCOSTA), delegación Ixtapa, municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. El CUCOSTA se halla situado a 20°42'22" N y 105°13'22" O, a una altitud de 10 m sobre el nivel medio del mar.

Las larvas de *Ae. aegypti* se colectaron de depósitos naturales. Se identificaron mediante claves taxonómicas ilustradas.^{13,14} Una vez clasificadas, se procedió a la cría y el mantenimiento de la colonia de *Ae. aegypti* de acuerdo con el protocolo establecido por el laboratorio de salud pública de Cundinamarca (Colombia).¹⁵ Las larvas se colocaron en un recipiente con agua potable, y se alimentaron con alimento comercial para tilapia (Purina®) [35 % de proteína, 8 % de grasa, 4 % de fibra cruda, 12 % de humedad, 10 % de cenizas, 0,60 % de calcio, 1 % de fósforo y 31 % de extracto libre de nitrógeno], previamente pulverizado. Las pupas fueron retiradas y colocadas en un recipiente con tapa de malla. Los mosquitos resultantes se introdujeron dentro de una jaula entomológica (40 X 37 X 70 cm) y se alimentaron con una solución azucarada (azúcar/agua, 2:1 p:v); como recurso hematofágico se les proporcionó a diario sangre humana por exposición cutánea durante períodos de 15 min. Para la oviposición se emplearon cajas petri con almohadillas de algodón humedecidas. Las almohadillas de algodón con huevos se deshidrataron y se guardaron a temperatura ambiente, hasta colectar el número suficiente de huevecillos para los bioensayos. Los huevos se indujeron a eclosión en un recipiente con 2 L de agua de cloro y alimento comercial de tilapia (Purina®) previamente molido; las larvas eclosionadas se alimentaron hasta llegar al tercer estadio para proceder a la realización de los bioensayos.

Los langostinos juveniles *M. tenellum* se seleccionaron del stock existente en el Laboratorio de Acuicultura Experimental. Se determinó el largo total (LT) midiendo la longitud de los organismos desde la punta del rostrum a la punta del telson, con ayuda de un vernier. Se establecieron dos rangos de talla de acuerdo con el LT: rango A (3,0 cm - 3,5 cm) y rango B (4,5 cm - 5,0 cm).

Para determinar la capacidad depredadora diaria individual de *M. tenellum*, se utilizaron 12 juveniles para cada rango de tallas, y se colocaron en recipientes circulares con un volumen de agua de 400 ml. Se evaluaron 8 tratamientos por triplicado. En el primer bioensayo se colocaron 5, 10, 15 y 20 larvas de *Ae. aegypti* por tratamiento y rango. En el segundo bioensayo el número de larvas se ajustó a 30, 40, 50 y 80 larvas por tratamiento y rango.

Se llevó el registro de las larvas devoradas a 1 h de haber sido colocadas en el sistema y a las 24 h. A los datos obtenidos del porcentaje del consumo total a 1 h y 24 h de ofrecidas las larvas por rango, se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía entre cada uno de los tratamientos. Todas las pruebas se realizaron mediante el software estadístico *SigmaStat* V3.1 (2004).

Los resultados indican que bajo las condiciones de laboratorio establecidas en este protocolo, *M. tenellum* posee alta capacidad predatoria de larvas de *Ae. aegypti*. En el rango A (1 h) los langostinos devoraron hasta 37 larvas cuando se ofrecieron 40 larvas en total (92,5 % \pm 12,99); sin embargo, en el tratamiento mayor con 80 larvas solo devoraron 17 larvas (21,66 % \pm 6,29). Mientras que para el rango B (1 h) el tratamiento mayor correspondió al mayor número de larvas consumidas para este rango; los langostinos devoraron hasta 55 larvas (69,16 % \pm 14,91) de un total de 80 (Fig.).

A las 24 h en el rango B se devoró la totalidad de las larvas (100 %) en el máximo tratamiento (80 larvas ofrecidas), y en el tratamiento A se registró un promedio de 76 larvas (95 % \pm 4,5) de las 80 ofrecidas (Fig.).

M. tenellum en 24 h devoró por lo menos 80 larvas (100 %) para el rango B y 76 (95 % \pm 4,5) para el rango A. No se llegó al límite máximo de depredación por día.

No existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) para todos los tratamientos del rango B entre 1 h y 24 h de ofrecidas las larvas. Sin embargo, en el rango A solo existió diferencia significativa ($p > 0,05$) para el último de los tratamientos con 80 larvas, que consumió a 1 h 21,66 % \pm 6,29 de larvas y a las 24 h 95 % \pm 4,5 de larvas (tabla).

A las 24 h en el rango B se devoró la totalidad de las larvas (100 %) en el máximo tratamiento (80 larvas ofrecidas), y en el tratamiento A se registró un promedio de 76 larvas (95 % \pm 4,5) de las 80 ofrecidas (Fig.).

M. tenellum en 24 h devoró por lo menos 80 larvas (100 %) para el rango B y 76 (95 % \pm 4,5) para el rango A. No se llegó al límite máximo de depredación por día.

No existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) para todos los tratamientos del rango B entre 1 h y 24 h de ofrecidas las larvas. Sin embargo, en el rango A solo existió diferencia significativa ($p > 0,05$) para el último de los tratamientos con 80 larvas, que consumió a 1 h 21,66 % \pm 6,29 de larvas y a las 24 h 95 % \pm 4,5 de larvas (tabla).

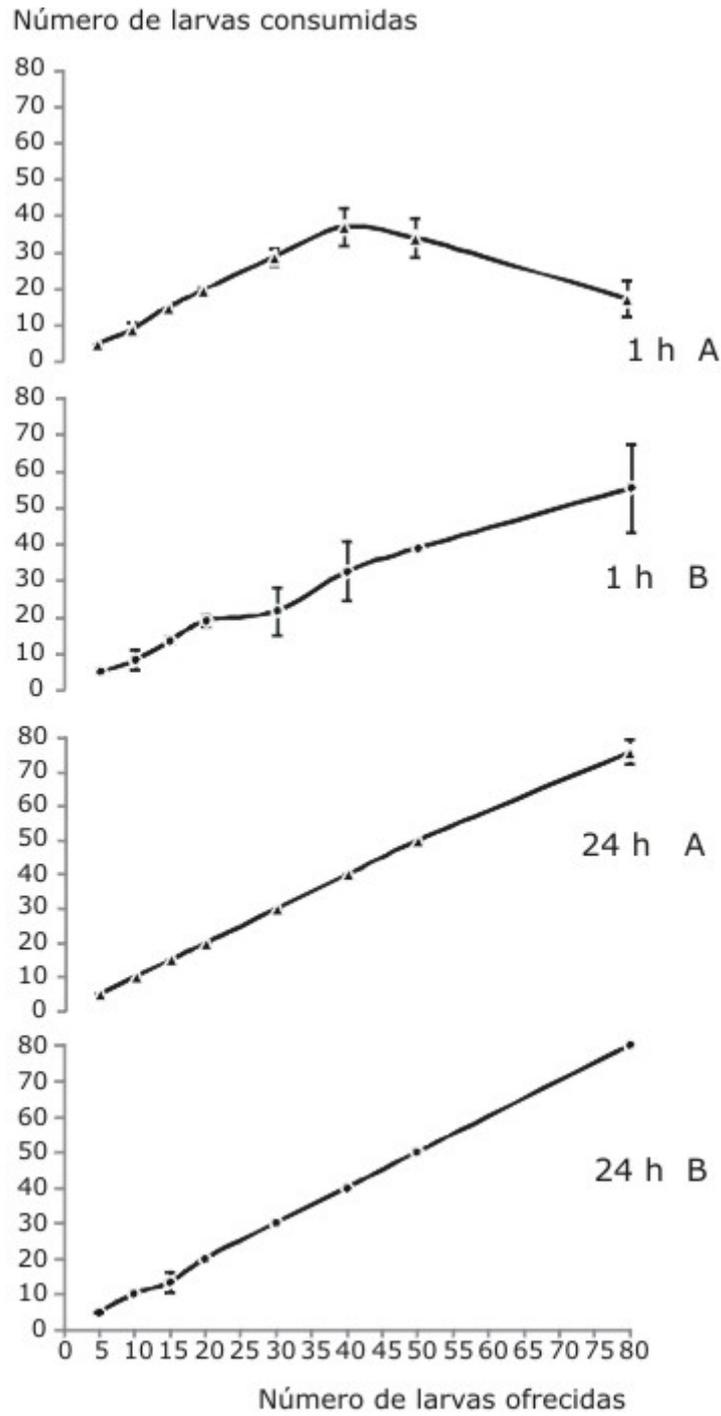


Fig. Consumo de larvas por tratamiento a 1 h y 24 h después de ofrecidas las larvas a *Macrobrachium tenellum*.

Tabla. Porcentaje de larvas de *Aedes aegypti* devoradas por rango de tamaño de juveniles de *Macrobrachium tenellum*, a 1 h y 24 h

Número de larvas	Tiempo (h)			
	A		B	
	1	24	1	24
5	100 ± 0 ^a	100 ± 0 ^a	100 ± 0 ^a	100 ± 0 ^a
10	90 ± 17,32 ^a	100 ± 0 ^a	83,33 ± 28,86 ^a	100 ± 0 ^a
15	100 ± 0 ^a	100 ± 0 ^a	91,11 ± 7,69 ^a	100 ± 0 ^a
20	98,33 ± 2,88 ^a	100 ± 0 ^a	95 ± 8,66 ^a	100 ± 0 ^a
30	95,55 ± 7,69 ^a	100 ± 0 ^a	72,22 ± 21,43 ^a	100 ± 0 ^a
40	92,5 ± 12,99 ^a	100 ± 0 ^a	81,66 ± 20,2 ^a	100 ± 0 ^a
50	68 ± 10,58 ^{ab}	100 ± 0 ^a	ND	ND
80	21,66 ± 6,29 ^b	95 ± 4,5 ^b	69,16 ± 14,91 ^a	100 ± 0 ^a

A= 3,0 cm - 3,5 cm (largo total); B= 4,5 cm - 5,0 cm (largo total); ND: no determinado. Los superíndices diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos por rango a 1 h y 24 h de ofrecidas las larvas ($p > 0,05$).

El consumo de larvas de *Ae. aegypti* por *M. tenellum* fue superior al encontrado en algunas especies pertenecientes a distintos grupos zoológicos, como crustáceos (*Macrobrachium borellii*, *Macrobrachium lamarrei*, *Caridina nilotica brachydactyla*, *Palaemonetes argentinus*, *Mesocyclops aspericomis*, *Macrocyclus albidus*),^{5,6,9,10,16-18} coleópteros (*Acilius sulcatus*)⁸ y peces (*Carassius auratus*, *Poecilia reticulata*);⁷ que alcanzan valores altos (80 larvas por día rango B y 76 larvas por día rango A) comparados con esos otros predadores naturales. La ingesta diaria de larvas por *M. tenellum* (rango A-76 larvas, rango B-80 larvas) fue mayor a la registrada por *McCay* y *Senior-White*¹⁷ (3 larvas), así como *Collins*⁹ (19-37 larvas), quienes trabajaron con el mismo género pero diferentes especies (*M. lamarrei* y *M. borellii* respectivamente) sobre larvas de *Culex pipiens*; Pruthi¹⁶ también registró un número de ingesta bajo (11 larvas por día) utilizando *M. lamarrei*. Por otra parte, *Giri* y *Collins*¹⁰ en su estudio de depredación de larvas de *Culex* sp. con *Palaemonetes argentinus* obtuvieron tasas de consumo inferiores (17-19 larvas por día) a las encontradas en este trabajo.

Aparentemente, los resultados obtenidos por *Valero* y otros⁷ usando peces larvívoros manifiestan un mayor consumo de larvas por día (96,1 por día), sin embargo, estos resultados muestran el consumo por grupos de 3 organismos, mientras que en el presente estudio se evaluó el consumo individual de *M. tenellum*.

Aunque no se llegó al límite máximo de depredación por día, en apariencia, para el rango A en el tratamiento con 80 larvas ofrecidas se puede observar de acuerdo a las gráficas obtenidas y a las pruebas estadísticas que entre 70 y 80 larvas disminuyen el consumo; faltarían más estudios que lo confirmen y se establezca la capacidad predatoria máxima diaria para ambos rangos.

García y otros¹⁹ destacan la importancia del uso de especies nativas como controladores biológicos con la finalidad de disminuir el impacto al ecosistema. Entre las características que debe reunir una especie para ser considerada como posible control biológico de mosquitos, además de su capacidad larvívora se deben tomar en cuenta factores como el costo de adquisición de las especies, la disponibilidad local de organismos durante todo el año o facilidad para su reproducción en cautiverio y resistencia a condiciones ambientales.⁷ *M. tenellum* ofrece ventajas como biocontrolador de vectores por su capacidad larvívora y su adaptabilidad a ambientes diversos, porque se le encuentra tanto en estuarios y ríos, como en lagunas costeras; está presente en altas densidades en la naturaleza, no es agresivo y puede tolerar un amplio y fluctuante intervalo de temperaturas, salinidades y concentraciones de oxígeno.²⁰

Este experimento demostró que *M. tenellum* resultó un voraz depredador de larvas de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio, logrando un consumo de 95 % \pm 4,5 para el rango A y 100 % para el rango B cuando se aplicó la mayor densidad de larvas (80). Sin embargo, Collins⁹ menciona que estas condiciones de laboratorio no reflejan las complejas interacciones entre depredador-presa. La depredación de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio no es suficiente para considerar o sugerir a *M. tenellum* como un agente biocontrolador a nivel de campo, sin embargo, es importante reconocer que este langostino es un enemigo natural de las larvas de mosquito, que lo convierte en un posible agente de control biológico debido a su abundancia en ambientes naturales. Se recomienda la continuación de su estudio en condiciones de campo para en un futuro poder ser usado en la lucha y prevención del dengue.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salvatella-Agrelo R. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay. Rev Med Uruguay. 1996;12:28-36.
2. Pérez-Pacheco R, Rodríguez-Hernández C, Lara-Reyna J, Montes-Belmont R, Ramírez-Valverde G. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Acta Zool Mex (n.s.). 2004;20(1):141-52.
3. Rodríguez MM, Bisset JA, Díaz C, Soca LA. Resistencia cruzada a piretroides en *Aedes aegypti* de Cuba inducido por la selección con el insecticida organofosforado malation. Rev Cubana Med Trop. 2003;55(2):105-11.
4. Fernández I. Biología y Control de *Aedes aegypti*. Manual de Operaciones. México: UNAM; 1999.
5. Fimia-Duarte R, Quiñones-Ramos R, Menéndez-Díaz Z, Corona-Santander E, Sánchez- Victores L. Actividad depredadora de *Mesocyclops aspericornis* (Daday, 1906) sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823). Rev Cubana Med Trop [serie en internet]. 2008 [citado 4 Jun 2011];60(3): [aprox. 8 p.]. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/mtr/vol60_3_08/mtr04308.htm

6. Menéndez-Díaz Z, Suárez-Delgado S, Rodríguez-Rodríguez J, García-Ávila I, Díaz-Pérez M, García-García I. Evaluación de *Macrocyclus albidus* (J.) para el control larval de *Aedes aegypti* (L.) bajo condiciones de laboratorio en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2004;56(3):227-9.
7. Valero N, Meleán E, Maldonado M, Montiel M, Larreal Y, Espina LM. Capacidad larvívora del Gold Fish (*Carassius auratus auratus*) y del Guppy Salvaje (*Poecilia reticulata*) sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. Revista Científica. 2006;16(4):414-9.
8. Chandra G, Mandal SK, Ghosh AK, Das D, Banerjee SS, Chakraborty S. Biocontrol of larval mosquitoes by *Acilius sulcatus* (Coleoptera: Dytiscidae). BMC Infect Dis. 2008;8:138. doi: 10.1186/1471-2334-8-138.
9. Collins AP. Laboratory evaluation of the freshwater prawn, *Macrobrachium borellii*, as a predator of mosquito larvae. Aquat Sci. 1998;60:22-7.
10. Giri F, Collins P. Evaluación de *Palaemonetes argentinus* (Decapoda, natantia) en el control biológico de larvas de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) en condiciones de laboratorio. Iheringia, Sér Zool. 2003;93(3):237-42.
11. Bisset JA, Rodríguez MM, Cáceres L. Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en 2 cepas de *Aedes aegypti* de Panamá. Rev Cubana Med Trop. 2003;55(3):191-5.
12. Ponce-Palafox JT, Arana-Magallon FC, Cabanillas-Beltrán H, Esparza H. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura; 2002 [citado 22 May 2012]. p. 534-46. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/civa2002/coms/completo.asp?cod=67>
13. Rueda LM. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue virus transmission. Zootaxa. 2004;589:1-60.
14. Zapata-Peniche A, Manrique-Saide P, Rebollar-Téllez EA, Che-Mendoza A, Dzul-Manzanilla F. Identificación de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) de Mérida, Yucatán, México y sus principales criaderos. Rev Biomed. 2007;18:3-17.
15. Conde-Osorio AM. Estudio de la longevidad y el ciclo gonotrófico del *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762), cepa Girardot (Cundinamarca) en condiciones de laboratorio [Tesis Licenciatura en Biología]. Bogotá: Facultad de ciencias, Pontificia Universidad Javeriana; 2003.
16. Pruthi HS. Some insect and other enemies of mosquito larvae. Indian J Med Res. 1928;16:153-7.
17. McCay F, Senior-White R. Biological control of culicid mosquitoes by prawns in a Bengal coal mine. Indian Med Gaz. 1941;76:37-8.
18. Laird M. Studies of mosquitoes and freshwater ecology in the South Pacific. Bull Roy Soc NZ., 1956;6:213.

19. García-Avila I, Koldenkova L, Santamarina-Mijares A, Gonzalez-Broche R. The introduction of the larvivorous fish *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), a bioregulator of culicids in oxidation ponds and contaminated drainage ditches on the Isla de la Juventud. Rev Cubana Med Trop. 1991;43(1):45-9.

20. Espinosa-Chaurand LD, Vargas-Ceballos MA, Guzmán-Arrollo M, Nolasco-Soria H, Carrillo-Fárnes O, Chong-Carrillo O, et al. Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: Estado del arte. Hidrobiológica. 2011;21(2):99-117.

Recibido: 12 de diciembre de 2011.

Aprobado: 15 de junio de 2012.

Fernando Vega-Villasante. Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara. Av. Universidad no. 203, Del. Ixtapa, C.P. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. Correo electrónico: fernandovega.villasante@gmail.com