

EVALUACIÓN DE *Pantala flavescens* (Odonata: Libellulidae) PARA EL CONTROL DE LARVAS DE *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

EVALUATION OF *Pantala flavescens* (Odonata: Libellulidae) FOR LARVAE CONTROL OF *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) IN LABORATORY CONDITIONS

**Roberto Trejo-Albarrán^{1*}, Mara Madrigal-Munguía¹,
José Guadalupe Granados-Ramírez³, José Luis Gómez-Márquez²**

¹Laboratorio de Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

²Laboratorio de invertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, CP 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

³Laboratorio de Limnología, FES Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo esq. Fuerte de Loreto, Ejército de Ote. Iztapalapa, CP 09230, CDMX.

*Autor para correspondencia: Correo-e: trejo@uaem.mx

RESUMEN

Durante la presente investigación, se probó el consumo de larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* con larvas del odonato *Pantala flavescens*, basándose en la talla de la libélula para determinar su mayor consumo en condiciones de laboratorio. Se expusieron un promedio de 52 larvas de mosquito por día, en contenedores separados con una larva de *P. flavescens*. El agua utilizada presentó un pH promedio de 7.7 con una temperatura

mínima de 19 °C y una máxima de 24 °C, con una temperatura ambiente mínima de 20 °C y máxima de 25 °C y oxígeno disuelto entre 1.19 mg/l y 8.2 mg/l. Se observó un aumento en la alimentación correspondiente al aumento de talla hasta llegar a su emergencia con 2.5 cm. El mayor consumo presentado fue de 1.6 a 2.0 cm con un consumo de 56 larvas/día seguido de la talla 2.1 a 2.5 cm con 52 larvas/día.

**Palabras clave: *Culex quinquefasciatus*,
Odonata, Control Biológico.**

ABSTRACT

During this investigation, the consumption of mosquito larvae *Culex quinquefasciatus* was tested with odonate larvae *Pantala flavescens*, in order to determine the size, the higher consumption in laboratory conditions and, establish the size of emergence. An average of 52 mosquito larvae was exposed for one day in separate containers with one larva of *P. flavescens*. The water used had an average pH of 7.7, with a temperature range of 19 °C to 24 °C and environmental temperature from 20 °C to 25 °C, with a range of dissolved oxygen between 1.19 mg/l to 8.2 mg/l. An increase was observed in the feeding rate corresponding to the increase in size until reaching the emergence size of 2.5 cm. The higher consumption rate was 56 larvae/day in 1.6 - 2.0 cm larvae of *P. flavescens* followed of 52 larvae/day with a size of 2.1 - 2.5 cm.

Key words: *Culex quinquefasciatus*, *Odonata*, *Biological Control*.

INTRODUCCIÓN

La posición geográfica privilegiada de México, la variedad de climas y su compleja topografía, han propiciado una gran cantidad de condiciones ambientales que permiten la existencia de ecosistemas acuáticos que favorecen la propagación de diferentes especies de mosco. Estos organismos generalmente buscan aguas tranquilas como cuerpos de agua temporales o permanentes, e incluso en lugares poco comunes como pueden ser cubetas con agua, llantas, huellas en el suelo, en macetas o contenedores de agua de cualquier tipo e incluso hojas caídas (Vargas-Vargas, 1998; Becker et al., 2010), lugares que son excelentes para que la hembra coloque los huevos sobre el agua, en las orillas de los contenedores o en el suelo húmedo de manera individual o en balsas, dependiendo de la especie. Las hembras pueden copular varias veces y llegar a ovipositar más de 700

huevos (Vargas-Vargas, 1998; Li et al., 2001).

Entre el hombre y estos insectos siempre ha existido una estrecha relación, principalmente porque son considerados vectores de enfermedades transmitidas a especies como las aves, mamíferos y a los humanos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) a clasificado algunas especies como *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* y al género *Anopheles* como vectores de enfermedades del dengue, el paludismo, la fiebre del Nilo Occidental, la fiebre amarilla, el Chingunkuya y recientemente el Zika entre otras, estimando que mueren tres millones de personas de malaria anualmente, la cual es transmitida al hombre por el mosquito *Anopheles* (Swift, 2007). La OMS, en el 2008, estimó que un millón de personas murieron por enfermedades transmitidas por mosquitos (Becker et al., 2010).

Por esta razón, es importante controlar las poblaciones de estos insectos causantes de enfermedades, principalmente en aquellos lugares del Tercer Mundo en donde además existen las peores condiciones de vida. Para esto se han implementado algunas alternativas para su control, en donde los insecticidas, será el producto y la técnica de aplicación; los larvicidas se aplican directamente al agua y los insecticidas se enfocan a los moscos adultos aplicados en manera de rocío, con el fin de mantenerlos bajo niveles tolerables para que no afecten al hombre y a su economía (Secretaría de Salud, 2002; Fernández et al., 2012). Los productos químicos son los más usados pero llegan a tener alguna repercusión en los organismos debido a las propiedades de toxicidad, estabilidad y persistencia que determinan el grado de afectación que los insecticidas pueden ocasionar al ambiente, provocando la contaminación del agua mediante el arrastre de los compuestos químicos a los cuerpos de agua afectando a la flora y fauna silvestre, ya que los insecticidas logran trasladarse a grandes distancias aumentando su área de afectación y algunos logran

permanecer por muchos años en el suelo sin poder ser degradados, ocasionando daños al ambiente y a la salud del hombre (PLAGBOL, 2008; Cortés-Nicolás, 2011; Fernández *et al.*, 2012).

Por otro lado, la selección de agentes biológicos como reguladores de poblaciones de mosquitos no solo se basa en compartir el hábitat en donde se desarrollan, sino en la capacidad del depredador de mantener una cercana interacción con la población de la presa pero sin el deterioro del ambiente y que no afecten a la salud del hombre (Sánchez-Ruiz *et al.*, 1997; López *et al.*, 1998; Shaalan y Canyon, 2009; Saha *et al.*, 2012); lo cual se puede hacer por medio de la aplicación de organismos capaces de reducir las densidades poblacionales como se aplica en algunos países mediante la utilización de copépodos (Tranchida *et al.*, 2010) o mediante algunos zygópteros, quienes presentan un menor consumo de larvas de mosquito en comparación con las especies del suborden Anisoptera por la diferencia de tamaño que presentan, pero esto no los descalifica de ser buenos candidatos para el control de poblaciones, ya que gracias a su largo ciclo de vida, su capacidad de caza y compartir hábitat con el mosquito tanto en su estado larvario como maduro son capaces de reducir sus poblaciones (Shaalan y Canyon, 2009).

Con este fin, se tiene una amplia variedad de organismos que han sido probados para la depredación y control de las poblaciones de larvas o pupas de mosquito utilizando otros organismos acuáticos como reguladores de poblaciones de larvas de mosco, como copépodos principalmente del género *Mesocyclops* (Marten *et al.*, 1994); peces (Tranchida *et al.*, 2010) y de bacterias (Shaalan y Canyon, 2009) entre otros, quienes han demostrado ser efectivos en la disminución de las poblaciones de larvas de mosco.

Sin embargo, se debe evitar la introducción de especies que no sean de la región o en su caso, se debe hacer una

previa investigación del comportamiento del organismo exótico a introducir, ya que a futuro estas especies exóticas pueden llegar a incrementar sus poblaciones desmesuradamente, convirtiéndose en plaga por la falta de los depredadores naturales de su lugar de origen. Por lo que, bajo este principio, los organismos benéficos son enemigos naturales que tienen la capacidad de atacar y matar a los organismos que provocan alguna enfermedad mediante la manipulación de poblaciones de organismos benéficos para disminuir la población de las plagas y evitar que causen daño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Hidrobiología, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Este laboratorio se encuentra ubicado entre las coordenadas 18°55'46" N y 99°12'55" O, a 1540 msnm, situado en el municipio de Cuernavaca el cual posee un clima A(W)w₂(w)ig que indica que es semicálido, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano, presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor de cinco, verano fresco y largo, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges (Taboada *et al.*, 2009). El periodo de experimentación se realizó del 19 de agosto al 25 de septiembre de 2013 que correspondió a 38 días.

Se recolectaron al azar, 12 larvas de *P. flavescens*, de un estanque de fibra de vidrio en condiciones no controladas. El estudio se llevó a cabo en vasos de plástico estériles de 100 ml a los que se les agregó agua de la llave dejándose reposar durante 24 hr para eliminar el cloro, manteniéndose en el laboratorio bajo condiciones de temperatura ambiente a 22 °C en promedio.

Se colocó una larva de odonato por vaso y se realizaron cambios parciales de agua todos los días con ayuda de una pipeta para evitar problemas de oxígeno. Se midió el crecimiento de las larvas de odonato

semanalmente con un vernier para determinar la talla próxima a su emergencia de acuerdo a la medida obtenida en las exuvias recolectadas del estanque. Cuando las larvas se encontraron cerca de dicha talla de emergencia se les colocó un abatelenguas (trozo de madera) para que éstas pudieran salir del agua.

Los vasos de las larvas por emerger se introdujeron en una pecera vacía con dimensiones de 20x15x30 cm y se taparon con una red para posteriormente realizar la identificación de la especie del odonato. Dos semanas antes de la obtención de las larvas, se fertilizó un estanque de fibra de vidrio ubicado en el Laboratorio de Hidrobiología de la UAEM que se encontraba en condiciones no controladas con dimensiones de 1.38 x 1.38 x 0.32 m con 2 kg de gallinaza seca y se llenó de agua, con la finalidad de que las hembras de *Cx. quinquefasciatus* depositaran sus huevos en el estanque y se obtuvieran las larvas de mosquito para alimentar a las larvas.

Las larvas de *P. flavescens* fueron alimentadas con un promedio de 52 larvas de mosquito/día/ y se contaron las larvas de mosquito que habían consumido. Las larvas de mosquitos muertas y sin rastros de haber sido atacadas por el odonato, se contabilizaron como no consumidas. Las larvas de mosquito se recolectaron con una malla y se contaron manualmente.

Los parámetros de pH y temperatura se registraron todos los días con ayuda de un potenciómetro portátil pH/mV/°C marca Hanna Instruments (HI 8314). El oxígeno disuelto se midió con un oxímetro SPER SCIENTIFIC OD (850041), a estos parámetros se les aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) mediante el programa estadístico STATGRAPHICS Plus Versión 5.0 para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre las variables físicas, químicas y biológicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró una temperatura ambiente mínima de 20 °C y máxima de 25 °C; la temperatura del agua mínima fue de 21.4 °C y máxima de 21.8 °C, con un promedio de 21.6 °C (Figura 1). Para el pH se registró un promedio de 7.7 con un mínimo de 7.68 y un máximo de 7.75 (Figura 2). El oxígeno disuelto (OD) mostró fluctuaciones entre 1.19 mg/l y 8.2 mg/l. De acuerdo al análisis estadístico, no se observaron diferencias estadísticas en el comportamiento temporal del pH ($H = 4.50831$; $P > 0.05$), la temperatura del agua ($H = 1.81292$; $P > 0.05$) y del OD ($H = 7.4199$; $P > 0.05$). La medición de oxígeno disuelto al final del experimento en cada bioensayo mostró diferencias estadísticas significativas (Prueba de signos = 2.47487; $P = 0.05$) y se determinó que el bioensayo 2 mostró diferentes temperaturas y por lo tanto, presenta diferencias significativas con respecto a los otros bioensayos.

Las larvas de *P. flavescens* recolectadas midieron entre 0.6 cm y 2.5 cm de longitud. Durante los 38 días que duró la prueba las 12 larvas presentaron un promedio de crecimiento de 0.3 cm, mientras que por semana crecieron entre 0 cm y 0.5 cm. Se suministraron un total de 14, 948 larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus*, de las cuales 11, 538 se consumieron (Cuadro 1) lo que representó el 77 % del total de las larvas de mosquito consumidas durante la prueba (Figura 3). Se observaron diferencias estadísticas entre la cantidad de mosquitos suministrados y los consumidos ($W = 1409.0$; $P < 0.05$) por cada una de las larvas.

El bioensayo 1 se alimentó con 1,536 larvas de mosquito, de las cuales se obtuvo un consumo total de 1,177 (Cuadro 1); el promedio consumido fue de 44 larvas/día con un máximo de 80 larvas, al llegar a una talla de 2.5 cm.

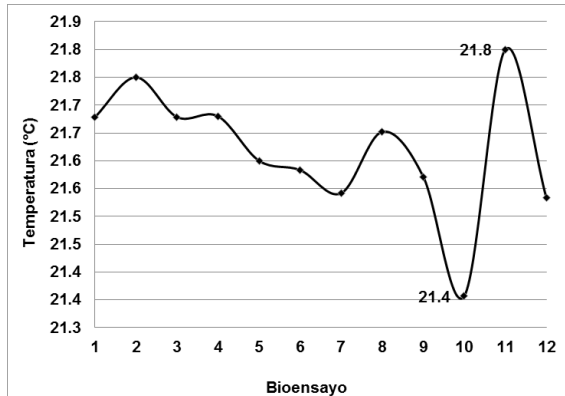


Figura 1. Promedio de la temperaturas por recipiente de prueba con *P. flavescens*

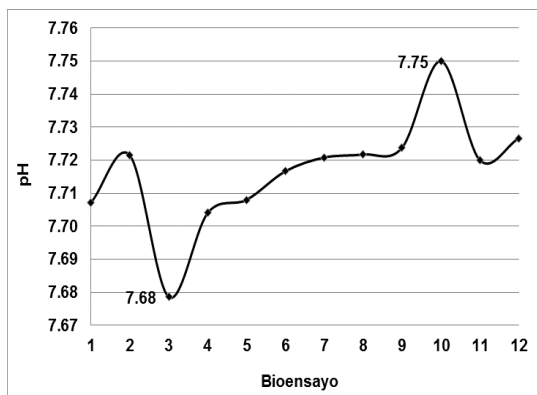


Figura 2. Promedio de pH registrados durante el estudio en los bioensayos

Para el bioensayo 2 se le agregaron un total de 1,393 larvas de mosquito, presentando 1,054 larvas consumidas (Cuadro 1), y un promedio de 39 larvas/día con un máximo mostrado en la talla de 2.3 cm con 72 larvas.

En el bioensayo 3, el consumo promedio obtenido fue de 41 larvas/día con un máximo a los 2.3 cm con 86 larvas. Esté se alimentó con 1,467 larvas de mosquito y se consumió un total de 1,112 larvas (Cuadro 1).

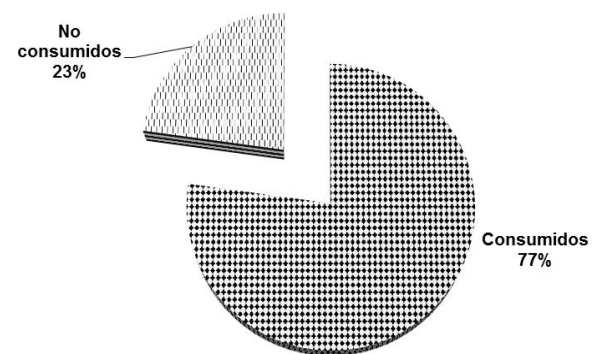


Figura 3. Porcentaje de consumo de *Cx. quinquefasciatus* por *P. flavescens* durante la prueba

Cuadro 1. Larvas de *Cx. quinquefasciatus* totales consumidos e introducidos en la prueba por *P. flavescens*

Organismo	Consumidos	Introducidos
1	1177	1536
2	1054	1393
3	1112	1467
4	1089	1452
5	1070	1354
6	1082	1453
7	1014	1283
8	1038	1421
9	927	1148
10	533	703
11	750	908
12	692	830
Total	11538	14948

Para el bioensayo 4 se introdujeron para su alimentación un total de 1,452 larvas de mosquito y el consumo fue de 1,089 (Cuadro 1). Se registró un consumo promedio de 49 larvas/día presentando su consumo máximo a los 2.4 cm con 85 larvas/día.

El bioensayo 5 con un consumo promedio de 50 larvas/día, registró su mayor consumo a la talla de 2.2 cm, con 83 larvas/día con un total de 1,354 larvas suministradas para su alimentación, de las que se consumieron 1,070 larvas (Cuadro 1).

En el bioensayo 6 se alcanzó el consumo máximo a una talla de 2.0 cm con 86 larvas y promedio 50 larvas/día; el consumo total fue de 1,082 larvas de

mosquito de 1,453 que fueron introducidas (Cuadro 1).

El bioensayo 7 presentó un consumo promedio de 47 larvas/día registrando un mayor consumo a una talla de 2.0 cm con 75 larvas, su consumo total fue de 1,014 larvas de mosquito de 1,283 introducidas (Cuadro 1).

En el bioensayo 8 se introdujeron 1,421 larvas de mosquito, de los cuales, se consumieron 1,038 (Cuadro 1), con un promedio de 49 larvas/día obteniendo su mayor consumo a una talla de 2.1 cm con 85.

Para el bioensayo 9 se registró el mayor consumo a los 2.3 cm con 74 larvas de mosquito, mientras que el promedio diario fue de 43 larvas/día; consumiendo un total fue de 927 de 1,148 larvas de mosquito con las que se alimentó (Cuadro 1).

En el bioensayo 10 se suministraron 703 larvas de mosquito con 533 comidas por larva de odonato (Cuadro 1), el consumo máximo fue de 66 larvas a una talla de 2.3 cm, con un promedio de 36 larvas/día.

En el bioensayo 11 se registró un consumo promedio de 38 larvas/día presentando su mayor consumo a una talla de 2.4 cm con 68 larvas y el consumo total fue de 750 larvas de mosquito de 908 introducidas (Cuadro 1).

Para el bioensayo 12 el mayor consumo registrado fue a los 2.4 cm con 70 larvas, con promedio de 40 larvas/día y un consumo total de 692 de 830 larvas de mosco utilizadas (Cuadro 1).

Durante el periodo de estudio se observó que el consumo de larvas de mosquito (*Cx. quinquefasciatus*) aumentó conforme *P. flavescens* crecía hasta alcanzar la talla de 2.5 cm, para después disminuir rápidamente hasta llegar a un consumo nulo (Figura 4), por lo cual se registraron diferencias significativas ($H=30.0373$; $P<0.05$) del consumo de los 12 bioensayos.

La talla de mayor consumo de los bioensayos presentado fue de 1.6-2.0 cm con un consumo promedio de 56 larvas/día de mosquito, seguido por 52 larvas/día de mosquito en tallas de 2.1-2.5 cm. La menor cantidad de larvas/día promedio fue de 17 en los bioensayos de tallas de 0.6-1.0 cm (Figura 5), Durante el periodo de las pruebas, los odonatos fueron emergiendo observando que al llegar a los 2.5 cm disminuyen su alimentación y cesa por un promedio de tres días para después emerger, con un comportamiento pasivo, poco movimiento y se aproximan a la superficie del agua.

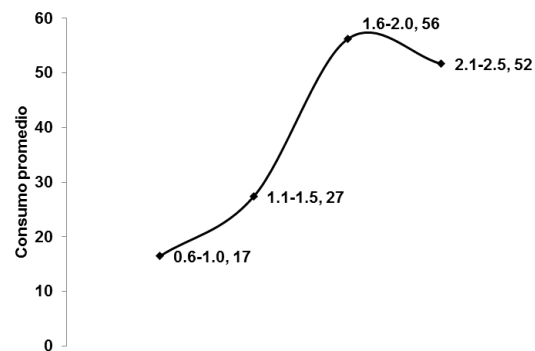


Figura 4. Consumo promedio diario de larvas de mosquito por tallas de larva de *P. flavescens*

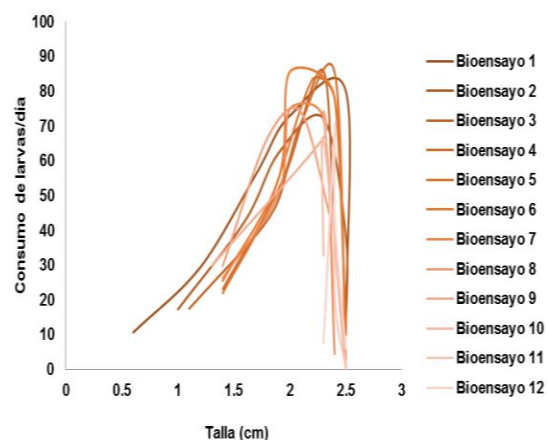


Figura 5. Consumo promedio semanal de larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* por *P. flavescens* durante el periodo de estudio

Es alto el grado de contaminación que ha provocado la utilización de insecticidas y larvicidas para el control de los mosquitos según el manual para la Vigilancia, Diagnóstico, Prevención y Control del dengue establecido por la Secretaría de Salud (2002), el cual cita que cuando se han aplicado los programas para el control de las poblaciones de *Aedes aegypti* en fase de larva se emplea el compuesto Temefos al 1%, que al llegar al agua representa un riesgo para los ecosistemas acuáticos, por sus características tóxicas para las aves, mientras que en insectos y crustáceos la toxicidad varía de moderada a extremadamente alta; en peces el daño va de ligero a extremadamente dañino; en anfibios y anélidos es moderado el impacto, mostrando también afectación a las abejas productoras de miel, y en el ganado vacuno el grado de toxicidad dependerá de las condiciones con las cuales el organismo tenga contacto con el insecticida (INECC, 2004); mientras que para atacar el estado adulto del mosquito, se aplica a manera de nebulizador, insecticida Piretroide, que es de baja toxicidad para algunos mamíferos pero si muestra un nivel de toxicidad alto en peces y abejas (NPIC, 1998).

Diéguez-Fernández y Vázquez-Capote (2004) mencionan que el uso excesivo de insecticidas, ha traído como consecuencia que muchos individuos que no mueren regeneran la población con una resistencia a estos químicos, como en los trabajos realizados en Cuba, donde se expusieron organismos de *Cx. quinquefasciatus* al insecticida Naled, obteniendo un máximo del 20% de mortandad; se cree que el mosquito creó una resistencia por el amplio uso que se tenía de este insecticida hace más de 16 años atrás para el control de *Aedes aegypti*. El seguir utilizando insecticidas hará que los vectores sigan generando resistencia hacia ellos y con esto se incrementará la contraminación en el ambiente. Cuando se implementa el control de poblaciones por medio de organismos, se está disminuyendo el porcentaje de contaminación aportado por

plaguicidas como el caso de este trabajo, donde se consumieron el 77% de la población de larvas de mosquito con lo cual se pueden sustituir los insecticidas, aplicando el control biológico.

La temperatura, el pH y el oxígeno disuelto que se registraron durante el periodo de estudio no influyeron en la emergencia y alimentación de las larvas de *P. flavescens*, contrario a lo mencionado por Gómez-Anaya (2008), quien cita que las emergencias de odonatos se ven afectadas por las condiciones climáticas del lugar, si se tienen temperaturas cálidas, la emergencia ocurre durante la noche y en días fríos ocurre durante las primeras horas de sol, con una duración de varias horas. La duración del estado larvario depende de factores como la temperatura, disponibilidad del alimento, condiciones del medio y la especie, pero se ha observado una duración de meses hasta años (Herrera-Grao *et al.*, 2009) y en este trabajo con las condiciones físico-químicas obtenidas, la emergencia se dio durante la madrugada.

Respecto al consumo de las larvas de mosquito por *P. flavescens*, este se ve influenciado por el crecimiento en la talla de 2.5 cm, en donde se vuelven más pasivas, teniendo movimientos mínimos, los ojos se desarrollan rápidamente mostrando una coloración más oscura, los esbozos alares se expanden y se separan un poco del cuerpo, los músculos de vuelo crecen y la alimentación cesa por dos o tres días antes de la emergencia. Las larvas de odonato que se encuentran en cuerpos de agua temporales, presentan una mayor tasa de crecimiento debido a que el nivel del agua va disminuyendo y son estas larvas las que presentan mayor actividad y una mayor tasa de consumo en comparación con aquellas que se desarrollan en cuerpos de agua permanentes (Johansson y Suhling, 2004), como se logró observar en esta investigación, siendo *P. flavescens* un odonato de cuerpo de agua temporal y su crecimiento se dio de manera rápida

llegando a registrar un crecimiento en promedio de 0.2 cm por semana.

Por otro lado, Salazar y Moncada (2004) trabajaron con el ciclo de vida de *Cx. quinquefasciatus* en Bogotá, Colombia, determinando que el número de huevos por balsa varió entre los 152 y 203 con un 83% de emergencia, además establecen que la duración del estadio larval promedio constó de 13 días con una temperatura promedio de 15.1 °C. Si se toman en cuenta los datos anteriores, en el presente trabajo existe una correlación positiva entre el tamaño del insecto y la alimentación, a mayor tamaño mayor es el consumo de alimento, esto sin mostrar ninguna preferencia por el tamaño de las larvas de mosquito, ya que una sola larva de *P. flavescens* con una talla de 1.6 cm a 2.0 cm, en tan solo tres días logra consumir en su totalidad las larvas de mosquito de una balsa, debido a su rápido desarrollo y la alimentación diaria depende mucho de la especie, el promedio se encuentra entre 14 y 64 larvas de mosquito por día, prefiriendo las larvas sobre las pupas por mostrar movimientos violentos y muy rápidos como defensa ante depredadores (Shaalan y Canyon, 2009).

Esto tiene un alto impacto en la población de mosquitos igualmente en un tiempo muy corto para lograr la reducción de las densidades de población a niveles en que no presenten problema para la salud del hombre. López et al. (1998) reportaron un promedio de 23 larvas/día con valores máximos de 46 larvas consumidas sin vegetación; sin embargo, no hacen mención de la longitud de las larvas de *P. flavescens* durante la prueba. De igual manera Quiroz-Martínez et al. (2005) utilizaron larvas de *Pantala hymenaea* para el consumo de *Cx. quinquefasciatus* en su cuarto estadio, obteniendo casi un consumo total en bajas concentraciones de larvas de mosquito.

En otros estudios realizados con odonatos para el control de culícidos, Sebastián et al. (1990) implementaron con larvas de libélula (*Crocothemis servilia*), contenedores domésticos de agua, en los

que se pueden llegar a consumir varios cientos de larvas y pupas de *A. aegypti* entre 4 a 9 días, apoyándose en la liberación aumentativa, en el incremento periódico de 4 larvas de libélula por contenedor cada mes, se pudo disminuir las poblaciones de *A. aegypti* a bajos niveles en tan solo un mes, manteniendo aún más bajos estos niveles durante toda la temporada de lluvias, llegando a tener un promedio de 62 larvas al término de la prueba. De igual manera Rayah (1975) colocó larvas de *Trithemis annulata scortecii* en canales de irrigación para la disminución de las poblaciones de mosquitos, principalmente *Anopheles*, obteniendo como resultado la supresión total de las larvas de mosquito en su tercer y cuarto estadio, aunque siempre tuvo presencia de pupas, confirmando la preferencia de consumo de larvas sobre las pupas de los mosquitos por parte de las larvas de odonato. Saha et al. (2012) determinaron que al incrementar la densidad de larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* el consumo por parte del odonato *Brachydiplax chalybea chalybea* aumenta igualmente y observaron que el consumo se ve afectado por la vegetación, posiblemente por la reducción de espacio efectivo para cazar.

CONCLUSIONES

Las tallas de mayor consumo presentadas fueron de 1.6-2.0 cm y 2.1-2.5 cm por *P. flavescens*, con consumos promedios diarios de 56 y 52 larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* respectivamente.

El mayor consumo promedio diario durante la prueba fue de 49 larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus*.

Los parámetros registrados de temperatura, pH y oxígeno disuelto fueron adecuados para el desarrollo de la prueba.

La talla de emergencia de *P. flavescens* es de 2.5 cm y el consumo de larvas de mosquito decrece después de está,

hasta cesar totalmente por tres días y después emerger.

Se consumieron un total de 11,538 larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* durante toda la prueba.

Las larvas de *P. flavescens* cuando alcanzan una talla de 1.6 cm realizan un mayor consumo de larvas de mosquito.

Por lo tanto, *P. flavescens* demuestra su gran capacidad depredadora como regulador de poblaciones de larvas de mosquito, logrando obtener consumos satisfactorios en la disminución de los insectos vectores.

LITERATURA CITADA

- Becker, N., D. Petric, M. Zgomba, C. Boase, M. Madon, C. Dahl, y A. Kaiser. 2010. *Mosquitoes and Their Control*. 2da edición. Nueva York: Springer. 608 pp.
- Cortés-Nicolas. H. 2011. Ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales. Monografía. Poza Rica de Hidalgo, Veracruz. Universidad Veracruzana. 73 pp.
- Diéguez-Fernández, L. D., y R. Vázquez-Capote. 2004. Monitoreo de la Resistencia al Insecticida Malation en *Culex quinquefasciatus* Proveniente de Camagüey (Cuba): Importante Vector del Virus de la Fiebre del Nilo Occidental. *Archivo Médico de Camagüey* 8(1).
- Fernández, N., Pujol, E. y Maher, E. 2012. *Los plaguicidas aquí y ahora*. Buenos Aires, Ministerio de Educación de la Nación. 124 pp.
- Gómez-Anaya, A. J. 2008. *Ecología de los ensamblajes de larvas de Odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, México*. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 306 pp.
- Herrera-Grao, T., Gavira-Romero, O., y Blanco-Garrido, F. 2009. *Habitantes del agua. Odonatos*. Andalucía, España: Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 271 pp.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2004. Temefos. Consultada el 10 de enero de 2014, disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/temefos.pdf>
- Johansson, F y Suhling, F. 2004. Behaviour and growth of dragonfly larvae along a permanent to temporary water habitat gradient. *Ecological Entomology* 29(2): 196-202.
- Li, S., Gouge, D., Fournier, A., Nair, S., Baker, P. y Olson, C. 2001. *Mosquitoes*. Arizona: The University of Arizona, College of Agriculture and life sciences.
- López, R. D., Espinoza, P., López Q. M. M., Valle, S., Rivera, P. y García, I. 1998. Las libélulas (Insecta: Odonata) como biorreguladores de larvas de mosquito en Nicaragua. *Rev. Nica. Entomol.* (45): 1-5.
- Marten, G., Bordes, E. y Nguyen, M. 1994. Use of cyclopoid copepods for mosquito control. *Hydrobiologia*, 292/293: 491-496.
- National Pesticide Information Center (NPIC). 1998. *Pyrethrins y Pyrethroids, Fact Sheet*.
- PLAGBOL. 2008. *Manual de diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas por plaguicidas*. Bolivia, SPC Impresores S.A. 51 pp.
- Quiroz-Martínez H., Rodríguez-Castro V. A., Solís-Rojas C. y Maldonado-Blanco M. G. 2005. Predatory capacity and prey selectivity of nymphs of the dragonfly *Pantala*

- hymenaea*. *Journal of the American Mosquito Control Association* 21(3): 328-330.
- Rayah, E. A. E. 1975. Dragonfly nymphs as active predators of mosquito larvae. *Mosquito News* 35(2): 229-230.
- Saha, N., Aditya, G., Banerjee, S. y Saha, G. K. 2012. Predation potential of odonates on mosquito larvae: Implications for biological control. *Biological Control* 63(1): 1-8.
- Salazar, M. J. y Moncada, L. I. 2004. Ciclo de vida de *Culex quinquefasciatus* Say, 1826 (Diptera: Culicidae) bajo condiciones no controladas en Bogotá. *Biomédica* (Bogotá) 24(4): 385-392.
- Sánchez-Ruiz, M., Fontal-Cazalla, F. M., Sánchez-Ruiz, A. y López-Colón, J. I. 1997. El uso de insectos depredadores en el control biológico aplicado. *Bol. S.E.A., Los artrópodos y el hombre* 20: 141-149.
- Sebastian, A., Sein, M.M. y Thu, M.M. 1990. Suppression of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) using augmentative release of dragonfly larvae (Odonata: Libellulidae) with community participation in Yangon, Myanmar. *Bulletin of Entomological Research* (80): 223-232.
- Secretaría de Salud. 2002. *Manual para la Vigilancia, Diagnóstico, Prevención y Control del Dengue*. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. 123 pp.
- Shalan, E. A. y Canyon, D. V. 2009. Aquatic insect predators and mosquito control. *Tropical Biomedicine* 26(3): 223-261.
- Swift, R. 2007. *Mosquitos: Tan pequeños, tan peligrosos*. Reino Unido: Intermón Oxfam Ediciones. 100 pp.
- Taboada, S. M., A. E. Granjeno-Colín y R. Oliver G. 2009. Normales climatológicas (Temperatura y Precipitación) del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México. 258 pp.
- Tranchida, M.C., Pelizza, S.A., Bisaro, V., Beltrán, C., García, J.J., Micieli, M.V. 2010. Use of the neotropical fish *Cnesterodon decemmaculatus* for long-term control of *Culex pipiens* L. in Argentina. *Biological Control* 53(2): 183-187.
- Vargas-Vargas, M. 1998. *El mosquito: Un enemigo peligroso* (Diptera: Culicidae). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 264 pp.