

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2012

INSECTICIDAS BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE MOSQUITOS Y MOSCAS NEGRAS EN SINALOA

Cipriano García-Gutiérrez; Rosa L. Gómez-Peraza; Claudia E. López Aguilar y
Arturo León-Váldez

Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 47-55.



e-revist@s

INSECTICIDAS BIORRACIONALES PARA EL CONTROL DE MOSQUITOS Y MOSCAS NEGRAS EN SINALOA

BIORATIONAL INSECTICIDES FOR CONTROL OF MOSQUITOES AND BLACK FLIES IN SINALOA

Cipriano García-Gutiérrez¹; Rosa L. Gómez-Peraza¹; Claudia E. López Aguilar²; Arturo León-Váldez²

¹Profesor investigador, ²Técnico de laboratorio. Departamento de Biotecnología Agrícola. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN, COFAA) Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Guasave, Sinaloa. Teléfonos: 687 8729625 y 8729626. garciaciprian@hotmail.com.

RESUMEN

En Sinaloa México la presencia de mosquitos es un problema importante de salud, ya que cada temporada de primavera-verano se presentan diversas especies entre las que destacan: *Aedes aegypti* (Linneus), *Anopheles albimanus* (Wiedemann), *Culex quinquefasciatus* (Say) y moscas negras de la familia Simuliidae. El combate de larvas y adultos de estos insectos se realiza comúnmente con insecticidas químicos, por lo que el uso de insecticidas biorracionales para el control de estos insectos es novedoso, debido a que tienen un bajo impacto en el ambiente. En este trabajo se dan a conocer a los diferentes insecticidas biorracionales y su efecto biológico (inhibidor, repelente, larvicida, adulticida) que pueden ser utilizados para el combate de las diferentes etapas del desarrollo de estos insectos. Además se muestran los avances de un estudio sobre la efectividad de extractos de neem, ajo, canela, albahaca y cipermetrina a bajas dosis (0.25, 0.5 y 1ml/L) para el control de simúlidos en el municipio de El Fuerte Sinaloa. Por su modo de acción, los biorracionales que se pueden utilizar para el control de estos insectos son; el Spinosad y *Bacillus thuringiensis* (Berliner) var. *israeliensis* para larvas, y para adultos Spinosad y *Beauveria bassiana* (Vuill.); así como los extractos de ajo, neem, canela y albahaca para ambas etapas. Los resultados preliminares del estudio de efectividad de biorracionales demostraron que la aplicación de cipermetrina a bajas dosis y los extractos acuosos de las plantas, lograron bajar los índices de larvas en criaderos y la infestación poblacional de mosquitos y moscas negras en sitios turísticos, disminuyendo las molestias causadas por estos insectos en el lugar de estudio.

Palabras clave: Biorracionales, control biológico, *A. aegypti*, *A. albimanus*, *C. quinquefasciatus* y simúlidos.

SUMMARY

In Sinaloa Mexico the presence of mosquitoes is a important health problem, and each spring-summer season appear several species which include: *Aedes aegypti* (Linneus), *Anopheles albimanus* (Wiedemann), *Culex quinquefasciatus* (Say) and black flies of the Simuliidae family. The control of larvae and adults of these insects are usually performed with chemical insecticides, so the use of biorational insecticides for control of these insects is novel, due to that have low environment impact. The objective of this work is to give known to the different biorational insecticides and their biological effects (inhibitor, insect repellent, larvicide, adulticide), that can be used to combat to different development stages of these insects. As well as show the progress of a study on the effectiveness of neem extracts, garlic, cinnamon, albahaca and cypermethrin at low doses (0.25, 0.5 and 1ml/L), for control of larvae and adults of black flies in the municipality of El Fuerte, Sinaloa. By the mode of action, the biorational that can doing use for the control of these insects were: Spinosad, and *Bacillus thuringiensis* (Berliner) var. *israeliensis* for larvae control, Spinosad and *Beauveria bassiana* (Vuill.) for adults; as well as extracts of neem, garlic, cinnamon and albahaca for both stages. The preliminary results of the study showed that the effectiveness application in tourist sites, through aerial spraying of cypermethrin at low doses and the plants extracts, allow low the index of larvae and infestation of mosquitoes and black flies, decreasing the discomfort caused by these insects in the place of study.

Key word: Biorational, biological control, *A. aegypti*, *A. albimanus*, *C. quinquefasciatus* and *Simulium*.

INTRODUCCIÓN

En Sinaloa la presencia de mosquitos es un problema que en los últimos años se ha venido agudizando, ya que cada temporada de primavera-verano se presentan diversas especies entre las que destacan *Aedes aegypti* (Linneus), *Anopheles albimanus* (Wiedemann), *Culex quinquefasciatus* (Say) y moscas negras de la familia *Simulidae*., este grupo de insectos hematófagos tiene importancia médica y pecuaria, ya que toman su alimento del hombre, otros mamíferos y aves. El principal problema es su potencial como agentes transmisores de enfermedades como la malaria, la fiebre amarilla, el dengue y algunas filariasis (Harding *et al.*, 2007). Las hembras adultas de los diferentes mosquitos son las que están implicadas en la propagación de enfermedades infecciosas (Arrivillaga y Barrera, 2004). Las características de los mosquitos vectores pueden variar de

acuerdo a las particularidades del hábitat en cada localidad. La única forma de evitar epidemias de estas enfermedades es a través del control del insecto vector, por lo que es necesario estudiar su biología, comportamiento y los principales factores ambientales que determinan su dispersión.

Importancia médica y pecuaria de los mosquitos

El principal vector para la transmisión del Dengue en América es *Aedes (Stegomyia) aegypti*, esta enfermedad presenta cuatro serotipos que se expresan en cuadros clínicos conocidos como fiebre del Dengue (DF), fiebre del Dengue hemorrágico (DH) y síndrome de choque por Dengue (SCD) (Periago y Guzmán, 2007). La especie de *A. albimanus* tiene distribución en los lugares bajos de las vertientes del Pacífico, del Golfo y en la península de Yucatán. Los criaderos típicos de estos insectos se encuentran en los márgenes de lagos, lagunas y pequeños arroyos. Por otro lado, dentro de los culícidos la especie más importante es *C. quinquefasciatus*, considerada como un mosquito peri-doméstico adaptado para desarrollarse en aguas con alto contenido de materia orgánica.

Criaderos de mosquitos

En las zonas urbanas y suburbanas los criaderos proliferan en sitios con poco drenaje y vegetación de plantas acuáticas que emergen del agua, se encuentran presentes en gran número cuando las condiciones para el criadero son favorables. En estos lugares se lleva a cabo la fase acuática, en general para *A. aegypti* estos son producidos por el hombre y ubicados dentro o cerca de las casas, el tamaño puede variar e ir desde la tapa de un envase de refresco hasta una cisterna, pueden ser artificiales (plástico, metal, madera y cemento) o naturales (los árboles, plantas o los pequeños encharcamientos de los terrenos accidentados (Badii *et al.*, 2007).



Figura 1. Criadero de Mosquitos en el Fuerte Sinaloa.

Simúlidos o moscas negras

Los simúlidos son una familia de unas 1,200 especies en el que se encuentran los géneros *Simulium* y *Cnephia*, en el Norte de Sinaloa la especie más prolifera es *Simulium haematopotum* (Malloch) (Mc Call *et al.*, 1997a), estas son moscas pequeñas (1-5 mm) picadoras y de las cuales sólo las hembras chupan sangre (Fig. 2); los huevecillos son colocados sobre la vegetación que emerge de ríos y arroyos de corrientes de agua rápida, estos son pálidos y blanquecinos, oscurecen gradualmente de color café a negro y miden de 0,1 a 0,4 mm de largo, son de forma más o menos triangular y están rodeados por una pared lisa cubierta por una sustancia pegajosa (Rodríguez *et al.*, 2003 y Mc Call *et al.*, 1997b). La larva mide de 4 a 12 mm de largo, la cabeza es negra y el cuerpo es cilíndrico, ligeramente segmentado y de color blanquecino, pero puede oscurecer o volverse verdoso. Debajo de la cabeza tiene un pequeño pseudópodo armado con pequeños ganchos, dura de 7 a 12 días, no nada y permanece sedentaria por largos periodos sumergida en la vegetación; una

vez que emerge el adulto sube rápidamente a la superficie en una burbuja protectora de aire (Schulz, *et al.*, 1986).

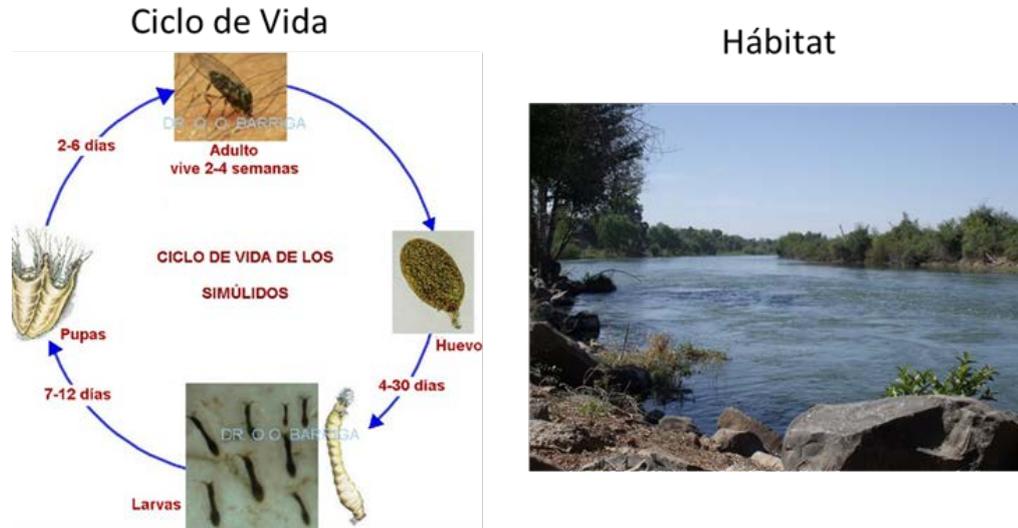


Figura 2. Ciclo de vida y hábitat de *S. haematopotum*.

Métodos de control de mosquitos y moscas negras

El combate de estos mosquitos se realiza comúnmente con insecticidas químicos, siendo este el método que más utiliza la Secretaría de Salud, el Fondo Nacional al Turismo (FONATUR) y las compañías privadas, en este caso los insecticidas más utilizados son el temefos (abate) y malatión (ditiofosfato de O, O-dimetilo y de S-(1,2- dietoxicarboniletilo), los cuales se dirigen al control de larvas y adultos, respectivamente. Sin embargo, a menudo ocasionan problemas de contaminación en el ambiente y la resistencia del insecto al producto, debido a que cada vez se requieren dosis altas. Otros productos utilizados para el control de insectos vectores son: aceites de petróleo, nicotina, piretros, rotenona, azufre y diesel.

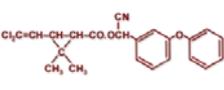
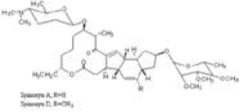
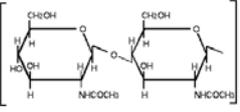
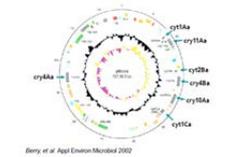
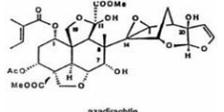
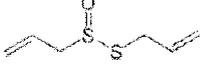
Biorracionales

Desde el punto de vista de sustancias activas, estos productos son en general derivados de microorganismos, plantas o minerales, también son moléculas sintéticas y análogas a las naturales, las cuales se caracterizan por tener algún efecto favorable en las plantas en las que se usan y un efecto desfavorable en insectos plaga y patógenos que causan enfermedades (insecticida, repelente, disuasivo, inhibición, retardo en el desarrollo) (Eiras y Resende, 2009). Pero invariablemente deben tener toxicidad muy baja toxicidad en humanos y otros vertebrados.

El estudio sobre el uso de biorracionales en el combate de estos insectos se encuentra en desarrollo, ya que mediante la elaboración de diferentes formulaciones naturales y de síntesis; diseñadas para un tipo de insecto en particular, permiten lograr su control efectivo. Por esta razón, algunos de estos productos son una alternativa para prescindir en forma gradual del uso de productos químicos (Eiras y Resende, 2009; Polack y Mitidieri, 2002).

El uso de biorracionales en la agricultura y en el control de insectos vectores se ha incrementado debido a su bajo impacto ambiental y en algunos casos estos productos constituyen la principal herramienta de control de plagas y enfermedades (García y Tamez, 2012). En este sentido es importante seleccionar cuidadosamente el producto más adecuado para solucionar cada problema de plaga.

Cuadro1: Insecticidas biorracionales para el combate de mosquitos y moscas negras.

Grupo	Biorracional	Mecanismo de Acción	Estructura Química	Etapa de Desarrollo
Grupo de Síntesis y Microbiales	a) Piretroides (Cipermetrina)	Los piretroides afectan tanto el sistema nervioso central como el periferal del insecto. Inicialmente ellos estimulan las células nerviosas a que produzcan descargas repetitivas y eventualmente causan parálisis.		Adultos de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> y <i>simúlidos</i> (Guglielmone <i>et al.</i> , 2001).
	b) Spinosad (Spinosinas A y D)	Es particularmente efectivo como material de amplio espectro, tiene actividad tanto de contacto como estomacal contra larvas.		Adultos y Larvas de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> . (Bond, <i>et al.</i> , 2004)
	c) <i>Beauveria bassiana</i> (Quitina)	Su modo de acción es mecánico, destruyendo la cutícula de los insectos, lo que provoca su deshidratación y absorbiendo los nutrientes del interior de sus células.		Larvas de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> (Badii <i>et al.</i> 2007)
	d) <i>Bacillus thuringiensis</i> Var. israelensis (Bti), (contiene 4 toxinas Cry y 2 toxinas Cyt el plásmido pBtoxis)	Actúa causando un desequilibrio en el balance osmótico y abrasión de la pared intestinal del insecto.		Larvas de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> y <i>simúlidos</i> (Lacey, 2007).
Extractos Vegetales	e) Neem (Azadirachtín)	Causa disrupción en el crecimiento y reproducción del insecto. Efecto anti-alimentario y Bloquea la Síntesis de Ecdisona		Adultos y Larvas de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> y <i>simúlidos</i> (Abdelouheb <i>et al.</i> 2009).
	f) Ajo (Alicina)	Ajo: Actúa por ingestión, causando ciertos trastornos digestivos y el insecto deja de alimentarse.		Larvas de : <i>A. aegypti</i> , <i>A. albimanus</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> y <i>simúlidos</i> (Fenwick <i>et al.</i> , 1985).

Piretroides

Son insecticidas orgánicos sintéticos considerados venenos axónicos, compuestos por sustancias estables en presencia de luz solar y generalmente son efectivos contra la mayoría de los insectos plagas de la agricultura y se usan a dosis muy bajas, funcionan manteniendo abiertos los canales de sodio en las membranas de las neuronas; los piretroides tipo I tienen un coeficiente de temperatura negativa, en contraste en el tipo II donde hay un coeficiente de temperatura positiva, se muestra un aumento de la mortalidad con el aumento de la temperatura ambiente. Los piretroides afectan tanto el sistema nervioso central como el periferal del insecto, estimulan las células nerviosas a que produzcan descargas repetitivas y eventualmente causan parálisis. Tales efectos son causados por su acción sobre el canal de sodio, un diminuto hueco que le permite a los iones de sodio entrar al axón para causar excitación y muerte (Guglielmone *et al.*, 2001).

Spinosad

Es un insecticida de origen natural producido por la fermentación de la bacteria actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa*, el compuesto activo es una neurotoxina compuesta por una mezcla de las spinosinas A y D (de ahí spinosAD), los cuales son compuestos tetracíclicos de macrólidos que actúan sobre los receptores post-sinápticos de la acetilcolina nicotínica y los receptores GABA; son muy activos por ingestión y menos por contacto, han demostrado ser muy efectivos para el control de plagas de lepidópteros, dípteros, coleópteros, termitas, hormigas y trips (Williams *et al.*, 2008).

***Bacillus thuringiensis* (Berliner) var. *israeliensis* (Bti)**

Es una bacteria específica para mosquitos y simúlidos (Lacey, 2007). Esta bacteria forma cristales tóxicos (delta endotoxina) compuestos por varias proteínas cristalizadas (protoxinas) que son sintetizadas durante la esporulación, minutos después que las larvas ingieren a los cristales, estos reaccionan con el pH y las enzimas formando subunidades activas lo que provoca una parálisis en la pared del intestino medio, esto causa un desequilibrio en el balance osmótico y abrasión de la pared intestinal, lo que provoca la muerte de la larva un periodo de 2 a 12 horas. Su uso para el combate de estos insectos se ha incrementado en las últimas décadas debido a que no afecta a insectos benéficos, vida acuática, pájaros, vegetación, animales en general, ni tampoco al hombre, además es un buen sustituto de los larvicidas químicos convencionales (García *et al.*, 1980 y Badii *et al.*, 2007).

Hongos entomopatógenos

Uno de los hongos más importantes es *Beauveria bassiana* (Vuill.) su modo de acción es destruyendo la cutícula de los insectos y causando septicemia, es por lo tanto adecuado para reducir los riesgos de resistencia adquirida que presentan los piretroides y la bacteria *Bt*. Por otro lado, estudios recientes en laboratorio han confirmado su potencial adulticida, debido a que afectan a la reproducción y progenie de mosquitos (García y Tamez, 2012).

Plantas con sustancias activas para el combate de insectos

En el Cuadro 2, aparecen algunas plantas y el efecto que tienen sus sustancias activas con propiedades insecticidas.

Neem (*A. indica*)

Es un árbol originario de la India, reconocido por sus propiedades insecticidas; suelen crecer en las zonas tropicales y subtropicales de Asia, pero hoy en día se cultiva también en regiones cálidas de México. Provoca una variedad de efectos en los insectos, tales como antialimentaria, retraso del crecimiento, reducción de la fecundidad, trastornos en la muda, defectos morfológicos y cambios de comportamiento (Gajmer *et al.*, 2002; Banchio *et al.*, 2003; Wandscheer *et al.*, 2004). Está demostrado que los extractos vegetales crudos o parcialmente purificados son mas eficaces para el control de mosquitos que los compuestos purificados o extractos (Jang *et al.*, 2002; Cavalcanti *et al.*, 2004). Las concentraciones de 0,35 mg/L de neem afectaron el desarrollo y la duración de las larvas de culícidos, también se redujo la fecundidad de las hembras y pocos adultos sobrevivieron, fue menor la duración de los estadios larvales y el tiempo de desarrollo del insecto (Abdelouaheb *et al.*, 2009).

Cuadro 2. Plantas con sustancias activas para el control de plagas y enfermedades.

Planta	Nombre común	Efecto (García y Tamez, 2012)
<i>Azadirachta indica</i> (A. Jus)	Neem	Insecticida
<i>Allium sativum</i> (L.)	Ajo	Repelente
<i>Cinnamom verum</i> (L.)	Canela	Larvicida
<i>Nicotina tabacum</i> (L.)	Tabaco	Fungicida, insecticida y repelente
<i>Ocimum basilicum</i> (L.)	Albahaca	Repelente

Ajo (*A. sativum*)

La obtención de esencias y extractos del ajo, el deshidratado, enlatado y congelación llevan a la formación de productos con diferentes características fisicoquímicas y propiedades biológicas; por ejemplo, la alicina tiene una vida media de horas hasta días en función del disolvente de extracción utilizado y del pH del medio, en condiciones ácidas la alinasa, enzima responsable de la formación de alicina se inactiva, en Asia Central, se ha encontrado que en el ajo existen diferentes compuestos que presentan efectos en la actividad antimicrobiana, antiinflamatoria, antiasmática, fúngica y larvicida (Malkeja *et al.*, 1990).

Cheng *et al.* (2009) estudiaron la composición química de los aceites esenciales de hojas de seis especies de *Cinnamomun osmophloeum* (canela) junto con su actividad larvicida sobre tres especies de mosquitos (*A. albopictus*, *C. quinquefasciatus* y *Armigeres subalbatus*) encontrando diferencias en la mortalidad de los insectos a las 24 y a las 48 h, el principio activo trans-cinnamaldehído presente en el aceite esencial de canela posee capacidad larvicida y posee alta actividad repelente contra *Anopheles stephensi* (Liston), *A. aegypti* y *C. quinquefasciatus* (Prajapati *et al.*, 2005). También se ha reportado su eficacia contra larvas y adultos de *A. pharoensis* (Theobald) y larvas de *Musca domestica* (L), bajo condiciones controladas de laboratorio (Halim., 2008).

Tabaco (*N. tabacum*)

Es utilizado en diferentes regiones del país gracias a su acción fungicida, insecticida, repelente y acaricida; propiedades atribuidas a su principal componente; la nicotina, metabolito que actúa como una sustancia tóxica de contacto e ingestión, también se han aislado otros constituyentes como N-cafeoliputrescina, tricloroetanol. Planta de tabaco mostraron efecto insecticida contra *C. quinquefasciatus* (Say) (Pérez e Iannacone, 2008) y contra varias especies de insectos. El efecto antiparasitario del tabaco se debe a la presencia de nicotina, la cual muestra afinidad por los receptores colinérgicos-nicotínicos, a los que estimula generando parálisis sostenida y muerte (Fuentes *et al.*, 2007).

Albahaca (*O. basilicum*)

Es una planta de la familia Lamiaceae conocida popularmente como albahaca morada. Su empleo es muy común en la medicina tradicional como hipoglicemiante, antiasmático y antiinflamatorio, repelente de insectos, etc. En estudios de tamizaje fitoquímico se ha identificado la presencia de aminas, flavonoides, leuco-antocianinas, esteroides y triterpenos (Laakso *et al.* 1990).

DISCUSIÓN

Los productos biorracionales (organismos y sustancias naturales y de síntesis), mencionados en este trabajo se vislumbran como alternativas para el control de los mosquitos: *A. aegypti*, *A. albimanus*, *C. quinquefasciatus* y simúlidos. Al respecto, Guglielmone *et al.* (2001) mencionan el uso de piretroides (cipermetrina) a bajas concentraciones (1, 0.5 y 0.25 ml/L) logrando, mediante aspersiones terrestres, contrarrestar la presencia de mosquitos adultos. Resultados similares fueron observados en El Fuerte Sinaloa al dirigir aplicaciones terrestres de Cipermetrina a esta dosis, sola y en combinación con extractos de canela, ajo y albahaca, dirigidos al control de adultos y larvas en criaderos cerrados y dos sitios turísticos abiertos.

La utilización de hongos entomopatógenos dirigidos al control de adultos causa un efecto de retraso en el desarrollo y fecundidad de adultos, mismos que tienden a ser infértiles (Tamez-Guerra, 2012; com. Personal). Por lo que su uso es promisorio para implementarlo en aspersiones contra simúlidos en la misma área de estudio.

En el caso de las bacterias *Bti*, la utilización de cepas nativas y su aplicación en aguas estancadas son una buena estrategia para bajar el nivel de infestación en los criaderos de larvas de los mosquitos, tal como lo señalan García *et al.* (1980), Badii *et al.* (2007) y Williams *et al.* (2008) quienes probaron concentraciones de 0,5 a 1,5 kg/ha encontrando efectos tóxicos contra larvas de *Aedes*, culícidos y simúlidos. Por otro lado, Abdelouaheb *et al.* (2009) usaron Neem (azadiractina) a concentraciones de 0,35 y 1,28 mg/L, teniendo un efecto directo en la fecundidad de mosquitos adultos y reduciendo notablemente a la población; respecto al ingrediente activo del ajo (alicina) se tiene evidencia de que tiene efecto larvicida en los mosquitos: *A. aegypti*, *A. albimanus*, *C. quinquefasciatus* y simúlidos (García y Tamez, 2012).

CONCLUSIONES

El uso de los productos biorracionales incluidos en este trabajo: Spinosad, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis* var. *Israeliensis*; los extractos de neem, ajo, canela y albahaca, y la cipermetrina a bajas dosis, se consideran productos efectivos, quedando por evaluar su dosis y número de aplicaciones, para lograr el control en la proliferación de mosquitos y moscas negras.

Por otro lado, dado que en Sinaloa la sequía está influyendo en la población de mosquitos, y en particular favoreciendo el aumento de la población de simúlidos, estos insectos se están destacando como un problema público de salud, por lo que a través del uso permanente y sistemático de estos productos es posible su combate evitando disminuir los problemas de picaduras y futuros riesgos epidemiológicos.

Debido a que en el período de lluvias se presenta mayor abundancia y aparición de criaderos de mosquitos, es recomendable la limpieza y eliminación de las plantas subacuáticas en las que se encuentran las larvas, aunado a la aplicación intensiva de productos biorracionales, cipermetrina a baja dosis y extractos de neem, ajo, canela y albahaca, adicionados a los cuerpos de agua estancada y mediante aspersiones aéreas o terrestres contra los adultos, como una estrategia de complemento al control biológico de estos insectos con la bacteria *Bti*.

Es importante mencionar que con algunos de los biorracionales utilizados hasta el momento en el Fuerte Sinaloa, es posible disminuir la infestación y molestias causadas por los mosquitos; no obstante, ninguno de estos productos debe aplicarse al río o agua corriente, para evitar problemas de contaminación e impacto negativo sobre organismos no blanco.

LITERATURA CITADA

- Abdelouaheb, A., Nassima R., Noureddine S. 2009. **Larvicidal activity of a neem tree extract (Azadirachtin) against mosquito larvae in the Republic of Algeria.** Biological Sciences. 2: 15-22.
- Arrivillaga, J. y R. Barrera. 2004. **Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers.** Vector Ecology. 29(1): 11-20.
- Badii, M. H., J. Landeros, 2007. **Ecología e historia del dengue en las Américas.** Good Conscience. 2(2): 309-333.
- Banchio, E., Valladares G., Defago M., Palacios S., Carpinella C. 2003. **Effects of *Melia azedarach* (Meliaceae) fruit extracts on the leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): assessment in laboratory and field experiments.** Ann. Appl. Biol. 143, 187–193.
- Bond, J.G., Marina C.F. y Williams, T. 2004. **The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae.** Medical and Veterinary Entomology 18, 50–56.
- Cavalcanti, E., de Moraes S., Ashley A., William P. 2004. **Larvicidal activity of essential oils from brazilian plants against *Aedes aegypti* L.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 99, 541–544.
- Eiras, A. E. y M. C. Resende. 2009. **Preliminary evaluation of the “Dengue-MI” technology for *Aedes aegypti* monitoring and control.** Cad. Saúde Pública 25(1): S45-S58.
- Fenwick, G. R., Hanley A. B. 1985. **The genus *Allium*.** Part 1. CRC Crit Rev Food Sci Nutr. 22:199-271.
- Fuentes-Contreras, E., Basoalto E., Sandoval C., Pavez P., Leal C., Burgos R. 2007. **Evaluación de la eficacia, efecto residual y de volteo de aplicaciones en pretrasplante de insecticidas nicotinoides y mezclas de nicotinoide-piretroide para el control de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) en tabaco.** Agricultura Técnica. 67(1):16-22.
- Gajmer, T., Singh R., Saini R.K., Kalidhar S.B. 2002. **Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and bakain (*Melia azedarach* L.) seeds on oviposition and**

- egg hatching of *Earias vittella* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae).** J. Appl. Entomol. 126, 238-243.
- García, G. C. y Tamez, G. P. 2012. **Mercado de bioinsecticidas en México.** Curso de agricultura orgánica y sustentable. Fundación Produce Sinaloa. pp: 99-114.
- García, R., B.A. Federice., I. M. May., M. S. Mulla and C. H. Schaefer. 1980. ***Bti* a potent new biological weapon.** Calif. Agric. 34 (3): 18-19.
- Guglielmone, A., Castelli, M., Volpogni, M., Medus, P., Anziani, O., Mangold, A. 2001. **Comparación de la concentración letal 50 de diazinón y cipermetrina para *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) entre áreas de producción de leche o carne de Santa Fe y Entre Ríos, Argentina.** Rev. Med. Vet. Buenos Aires. 82, 209-211.
- Jang, Y.S., Kim M.K, Ahn Y.J, Lee H.S. 2002. **Larvicidal activity of brazilian plants against *Aedes. aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae).** Agric. Chem. Biotechnol. 44, 23-26.
- Halim, A. A. S. 2008. **Efficacy of *Zingiber officinale* on third stage larvae and adult fecundity of *Musca domestica* and *Anopheles pharoensis*.** J. Egypt Soc. Parasitol. 38: 385-392.
- Harding, J. S., C. Brown. 2007. **Distribution and habitats of mosquito larvae in the Kingdom of Tonga.** Australian Journal of Entomology. 46: 332-338.
- Laakso I, Seppänen-Laakso T, Herrmann-Wolf B, Kühnel N, Knobloch K.1990. **Biology and chemistry of active natural substances.** Plant Med. 1990;56(6): 493-698.
- Lacey, L. A. 2007. ***Bacillus thuringiensis* serovariety *israelensis* and *Bacillus sphaericus* for mosquito control.** J. Am. Mosquito Contr. pp. 133-163.
- Malkeja A. N, Bailey J. M.1990. **Antiplatelet constituents of garlic and onions.** Agent Actions. 29:360-363.
- Mc Call, P. J., M. D. Wilson., B. D. Dueben., B. M. de Clare Bronsvort and R. R. Heath. 1997a. **Similarity in oviposition aggregation pheromone composition within the *Simulium damnosum* (Diptera:Simuliidae) species complex.** Bull. Entomol. Res. 87:609-616.
- Mc Call, P. J., R. R. Heath., D. Dueben and M. D. Wilson. 1997b. **Oviposition pheromone in the *Simulium damnosum* complex: biological activity of chemical fractions from gravid ovaries.** Physiol. Entomol. 22:224-230.
- Pérez, D. D, Iannacone O. I. 2008. **Mortalidad y repelencia en *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la palma aceitera *Elaeis guineensis*, por efecto de diez extractos botánicos.** Rev Soc Entomol Argent. 67(1-2):41-8.
- Periago, M. R. y M. G. Guzmán. 2007. **Dengue y dengue hemorrágico en las Américas.** Rev. Panam. Salud Pública. 21(4): 187-191.
- Polack, A. and M. Mitidieri. 2002. **Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades. Información para extensión.** 16 pp. INTA San Pedro, Argentina.
- Prajapati, V., A.K. Tripathi., K..K. Aggarwal and S. P. Khanuja. 2005. **Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*.** Bioresour Technol. 96: 1749 1757.
- Rodríguez, P., M. A., N. L. Valdivieso-López and P. J. Mc-Call. 2003. **Aggregated oviposition in *Simulium ochraceum* s. l. (Diptera:Simuliidae), an important Neotropical vector of *Onchocerca volvulus*.** Ann. Trop. Med. Parasitol. 97:203-207.
- Schulz, K. H, Karma M. 1986. **Periodic reproduction of *Onchocerca volvulus*.** Parasitol Today. 2: 284-286.
- Wandscheer, C. B, Duque J. E, da Silva MAN., Fukuyama Y., Wohlke J.L., Adelman J., Fontana J.D. 2004. **Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*.** Toxicon. 44, 829-835.
- Williams, C. R. and K. J. 2008. **The allee effect in site choice behavior of egg-laying dengue vector mosquitoes.** Tropical Biomedicine. 25(2): 140-144.

Cipriano García Gutiérrez

Doctor en Ciencias en Ingeniería Bioquímica con Especialidad en Biotecnología. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Profesor Investigador Titular del CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa.

Rosa Luz Gómez Peraza.

Maestra en Ciencias de la Productividad Frutícola. Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Chihuahua, Chih. Profesor Investigador del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional CIIDIR- IPN Unidad Sinaloa.

Claudia E. López Aguilar

Licenciada en Biología. Instituto Tecnológico de Los Mochis, Los Mochis Sinaloa. Técnico del Laboratorio de bioinsecticidas del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa.

Arturo León Váldez

Ingeniero Bioquímico. Instituto Tecnológico de Culiacán, Culiacán Sinaloa. Técnico del Laboratorio de bioinsecticidas del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa.