

TOXICIDAD DE ACEITES, ESENCIAS Y EXTRACTOS VEGETALES EN LARVAS DE MOSQUITO *CULEX QUINQUEFASCIATUS* SAY (DIPTERA: CULICIDAE)

Rafael PÉREZ-PACHECO^{1,2}, Cesáreo RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ², Joel LARA-REYNA², Roberto MONTES BELMONT³ y Gustavo RAMÍREZ VALVERDE²

¹CIIDIR-Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional. Hornos No. 1003, Colonia Indeco Xoxocotlan, CP 71230, Oaxaca, MÉXICO. rperez88@prodigy.net.mx

²Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. crhernan@colpos.mx; jlara@colpos.mx

³Instituto Politécnico Nacional. CEPROBI. rbelmont@ipn.mx

RESUMEN

Se evaluaron 51 especies de plantas del estado de Oaxaca, México; 39 como extractos acuosos al 5 y 15% y 21 al 25%, y como extractos acetónicos tres especies con cinco dosis (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 y 0.00001%). Además de ocho aceites vegetales a tres dosis (0.1, 0.01 y 0.001%) y 11 esencias vegetales comerciales con cuatro dosis (0.1, 0.01, 0.001 y 0.0001%). Los bioensayos consistieron en colocar 20 larvas de cuarto estadio larval de mosquito *Cx. quinquefasciatus* (Say) en un vaso de plástico con 100 ml de agua y adicionar 1 ml de cada dosis de los extractos preparados. Las plantas que presentaron mayor acción larvicida como extracto acuoso y acetónico fueron la semilla de anona (*Annona squamosa* L.), la vaina de huizache (*Acacia farneciana* L.) y la corteza de guamuchil (*Pithecellobium dulce* Roxb.). Las CL₅₀ y CL₉₅ del extracto acetónico de la semilla de *A. squamosa* fueron de 0.00025 y 0.00701% respectivamente. Los aceites vegetales provocaron 20% de mortalidad como máxima actividad y con las esencias vegetales se registró de 65 a 100% de mortalidad.

Palabras Clave: *Culex quinquefasciatus*, extractos vegetales, mosquitos, toxicidad.

ABSTRACT

Fifty-one species of plants from the state of Oaxaca, Mexico, were evaluated for toxicity: 39 as water extracts at 5 and 15% and 21 at 25% and three species as acetone extracts in five doses (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 and 0.00001%). Also tested were eight vegetable oils in three doses (0.1, 0.01 and 0.001%) and 11 commercial vegetable essences in four doses (0.1, 0.01, 0.001 and 0.0001%). The bioassays consisted in placing 20, early IV instar larvae of the mosquito, *Culex quinquefasciatus*, in a plastic container with 100 ml of water with 1 ml of each dose of the extract preparations. The plants that presented the greatest larvicidal action as water and acetone extracts were anona seed (*Annona squamosa* L.), the huizache vine (*Acacia farneciana* L.), and bark from the guamuchil tree (*Pithecellobium dulce* Roxb.). The CL₅₀ and CL₉₅ of the acetone extract of *A. squamosa* seed was of 0.00025 and 0.00701% respectively. The vegetable oils produced a maximum mortality rate of 20% and the commercial essences produced mortality rates between 65% and 100%.

Key Words: *Culex quinquefasciatus*, extracts of plants, mosquitoes, toxicity.

INTRODUCCIÓN

Los mosquitos constituyen un grupo de insectos de gran importancia, debido a que muchas de sus especies, además de causar diversas molestias, son vectoras

de agentes causales de enfermedades humanas con gran importancia en salud pública, como por ejemplo la malaria y el dengue. Su combate se ha efectuado tradicionalmente con insecticidas organosintéticos, los cuales han ocasionado daños al ambiente, intoxicado a las personas expuestas y desarrollado resistencia. En respuesta a esta problemática se considera necesaria la búsqueda de alternativas de solución con menos riesgos y con bajo costo económico y ambiental, como el uso de extractos vegetales; uno de los métodos de control más antiguos de plagas de insectos.

Las plantas y sus derivados han mostrado actividad contra ácaros, roedores, nematodos, bacterias, virus, hongos e insectos, entre éstos los mosquitos (Grainge & Ahmed 1988).

Las evaluaciones realizadas con plantas, como extractos acuosos (Rodríguez *et al.* 1982, Kumul 1983, Pacheco 1983, Espinosa 1985, Salcedo 1985, Rodríguez & Lagunes 1987, Sánchez 1987, Rivera 1992, Bowers *et al.* 1995, Sánchez *et al.* 1997), extractos acetónicos (Subramonia & Kathiresan 1992, 1993, Pushpalatha & Muthukrishnan 1995, Sagar & Sehgal 1997, Latha & Joseph 1999), y aceites vegetales (Ho *et al.* 1992, Ansari *et al.* 2000a, b) para eliminar larvas de mosquitos, han incrementado la lista a 140 especies de plantas con propiedades larvicidas informadas por Grainge y Ahmed (1988), quienes en su extensa revisión de literatura no presentaron algunas de las referencias citadas anteriores a 1988 y faltando en este trabajo obviamente los datos generados posteriormente a 1988.

Entre las plantas que han destacado contra larvas de mosquitos se encuentra el género *Annona*, como *A. bullata* (Rich), *A. densicoma* (Mart.), *A. glabra* (L.), *A. muricata* (L.) y *A. squamosa* (L.), tóxicas a larvas de mosquito *Ae. aegypti* (L.) y *A. cherimola* (Mill) activa contra *Ae. aegypti* y *Anopheles* spp. De estas plantas se han extraído nueve principios activos pertenecientes a las acetogeninas y a los alcaloides, los cuales se encuentran principalmente en la corteza y la semilla; aunque también se han encontrado en la raíz, el fruto y en la hoja. Los disolventes que se han utilizado para la extracción de sus principios activos han sido varios: agua, etanol, acetona, cloroformo, éter etílico, éter de petróleo y hexano, lo que denota que varias sustancias activas están inmiscuidas en esta actividad, desde las muy polares que se extraen con agua hasta las no polares que se extraen con hexano (Rodríguez & Nieto 1997, Rodríguez 2000). Por lo que con acetona, un solvente de polaridad intermedia, se extraen la mayor parte de compuestos activos.

La mayoría de las investigaciones que se realizan actualmente sobre el uso de sustancias vegetales para el control de mosquitos están enfocadas a encontrar especies de plantas con propiedades contra adultos (Barnard 1999, Jantan & Mohd, 1999; Ansari *et al.* 2000a, b, Tawatsin *et al.* 2001, Fradin & Day 2002), por lo que se requiere continuar evaluando diversas especies de plantas de varias regiones biogeográficas, para encontrar plantas con alto potencial en la eliminación de larvas de mosquito y alguna planta con mayor actividad contra larvas de cierta región en particular que se pueda utilizar para implementar estrategias de control y manejo integrado de mosquitos, haciendo mejor uso de los recursos naturales y reduciendo el uso actual de insecticidas organosintéticos.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el efecto tóxico de extractos acuosos y acetónicos de plantas colectadas en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca, México, y de algunos aceites y esencias vegetales sobre larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* en ensayos de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó de septiembre del 2000 a agosto del 2001 en el laboratorio de control biológico de mosquitos del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), localizado en Santa Cruz Xoxocotlan, Ciudad de Oaxaca, México.

Material vegetal: Durante el período de septiembre a noviembre del 2000 se colectaron 40 especies de plantas (hojas, flores, semillas) en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, México, y 11 más se adquirieron en el mercado de abastos de la ciudad de Oaxaca. Este material vegetal se colocó sobre papel periódico, en un lugar ventilado y sombreado, para su secado. Posteriormente se pulverizó cada una de las partes vegetativas, en un molino manual.

La identificación de plantas, tanto colectadas como adquiridas en los expendios de plantas medicinales, la realizó personal del herbario del CIIDIR-IPN-Oaxaca. El nombre científico, nombre común en Oaxaca, (Martínez, 1979) y la familia a la cual pertenece cada una de las 51 especies de plantas evaluadas como extractos acuosos se presenta en el Cuadro 1.

Se prepararon extractos acuosos al 5, 15 y 25%, agregando 2.5, 7.5 y 12.5 g de polvo de la planta en 50 ml de agua, respectivamente. Luego se dejaron 24 horas en reposo, para la mejor extracción de sus compuestos hidrosolubles y al término de este tiempo, se separó el sólido del líquido y este último se utilizó en las evaluaciones. Primero se evaluaron extractos acuosos de 39 especies a una dosis de 5 y 15%, y posteriormente extractos de 21 especies a una dosis de 25% de las cuales 12 no se habían evaluado en las dosis anteriores.

Se prepararon extractos acetónicos de las especies de plantas que como extractos acuosos presentaron más del 20% de mortalidad de larvas. Para la preparación de estos extractos se colocaron 75 g de polvo de la planta en un matraz de 1000 ml y se agregaron 300 ml de acetona. Luego se dejó reposar por tres días y se evaporó el solvente con un rotavapor, obteniéndose de 20 a 25 ml de extracto concentrado del cual se prepararon cinco dosis (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 y 0.00001%), que fueron derivadas a partir de una solución madre al 10% (1 ml del extracto concentrado en 9 ml de agua), de la cual se tomó 1 ml y se mezcló con 9 ml de agua para hacer otra solución al 1%, de igual manera de ésta se volvió a tomar 1 ml para hacer la dosis de 0.1% y así sucesivamente para preparar las dosis subsecuentes, sin agregar emulsificante para disolver las soluciones utilizadas.

Cuadro 1
Plantas evaluadas contra larvas del mosquito *Cx. quinquefasciatus*.

Nombre científico	Nombre común	Familia
* <i>Achillea millefolium</i> (L.)	Mil en rama	Asteraceae
<i>Alnus arguta</i> (Schl.)	Abedul	Betulaceae
<i>Allium sativum</i> (L.)	Ajo	Liliaceae
<i>Ambrosia artemisiaefolia</i> (L.)	Artemisia	Asteraceae
<i>Annona muricata</i> (L.)	Guanábana	Annonaceae
<i>Annona squamosa</i> (L.)	Anona	Annonaceae
* <i>Aristolochia schippii</i> (St.)	Contrahierba	Aristolochiaceae
<i>Artemisia mexicana</i> (Willd.)	Hierba maestra	Asteraceae
<i>Azadirachta indica</i> (A. Juss)	Nim	Meliaceae
<i>Bambusa vulgaris</i> (Scharb)	Bambú	Poaceae
<i>Bougainvillea spectabilis</i> (Choisy)	Bugambilia	Nyctaginaceae
<i>Acacia farnesiana</i> (L.)	Huizache	Fabaceae
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.)	Maravilla	Fabaceae
<i>Capsicum frutescens</i> (L.)	Chile piquin	Solanaceae
* <i>Carthamus tinctorius</i> (L.)	Azafrán	Asteraceae
<i>Carya illinoensis</i> (Wang)	Nogal	Juglandaceae
<i>Casearia</i> sp.	Cedron	Flacourtiaceae
* <i>Cirsium</i> sp.	Cardosanto	Asteraceae
<i>Clinopodium laevigatum</i> (Stand)	Hierba de borracho	Lamiaceae
<i>Cymbopogon citratus</i> (Staff.)	Zacate limón	Poaceae
<i>Datura stramonium</i> (L.)	Toloache	Solanaceae
<i>Erinum giganteum</i>	Liria	Liliaceae
<i>Eucalyptus globulus</i> (Labill)	Eucalipto	Myrtaceae
<i>Halimium glomeratum</i> (Gross)	Sanguinaria	Cistaceae
<i>Heterotheca inuloides</i> (Cass)	Árnica	Asteraceae
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (L.)	Tulipán morado	Malvaceae
* <i>Hibiscus sabdariffa</i> (L.)	Jamaica	Malvaceae
* <i>Juniperus flaccida</i> (Schl.)	Enebro	Cupressaceae
* <i>Lantana camara</i> (L.)	Uña de gato	Verbenaceae
<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. Et Sess)	Huaje	Fabaceae
<i>Malvastrum scoparium</i> (Gray)	Pimienta gorda	Malvaceae
<i>Melia azedarach</i> (L.)	Paraíso	Meliaceae
<i>Nepeta cataria</i> (L.)	Toronjil	Lamiaceae
<i>Ocimum basilicum</i> (L.)	Albaca	Lamiaceae
* <i>Pedilanthus</i> sp.	Consuelda	Euphorbiaceae
<i>Pimenta dioica</i> (L.)	Pimienta gorda	Myrtaceae
<i>Piper auritum</i> (H. B. K.)	Hierba santa	Piperaceae
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.)	Guamúchil	Fabaceae
<i>Polypodium filix-mas</i> (L.)	Helecho macho	Polypodiaceae
<i>Prunus persica</i> (L.)	Durazno	Rosaceae
<i>Psittacanthus</i> sp.	Muerdago	Loranthaceae
<i>Raphanus raphanistrum</i> (L.)	Rabanillo	Brassicaceae
<i>Rheedia edulis</i> (Seem)	Toronjil árbol	Crusiaceae
<i>Ricinus communis</i> (L.)	Higuerilla	Euphorbiaceae
<i>Schinus molle</i> (L.)	Pirúl	Anacardiaceae
* <i>Spinacea oleracea</i> (L.)	Espinaca	Chenopodiaceae
<i>Tagetes erecta</i> (L.)	Flor de muerto	Asteraceae
<i>Tamarindus indica</i> (L.)	Tamarindo	Fabaceae
<i>Tanacetum</i> sp.	Crisantemo	Asteraceae
* <i>Taxus globosa</i> (Schl.)	Romerillo	Taxaceae
* <i>Ureca</i> sp.	Ortiga	Urticaceae

* Plantas adquiridas en el mercado de abastos de Oaxaca, México.

Para la evaluación de ocho aceites vegetales, seis de ellos (aguacate, almendras, coco, mamey, olivo y papa) comercializados por la farmacia "Ahorro" de la ciudad de Oaxaca, México, el aceite de citronela por la farmacia "París" y el aceite de pino por "Drogas Tacuba, S. A. de C. V." en la ciudad de México, se prepararon tres dosis (0.1, 0.01 y 0.001%) de la misma forma como se describió para los extractos acetónicos.

Se evaluaron 11 esencias vegetales (agave, chícharo, clavel, gardenia, jazmín, lila, narciso, nardo, rosas, sándalo y tabaco), de uso en perfumería, adquiridas en casas comerciales de Perfumes y esencias. De cada una se evaluaron cuatro dosis (0.1, 0.01, 0.001 y 0.0001%) que se prepararon de la misma forma como se describió para las dosis de extractos acetónicos.

Los aceites y esencias vegetales comerciales no mostraron en su etiqueta información relativa a su ingrediente activo.

Cría del mosquito *Cx. quinquefasciatus*: Para iniciar la cría se colectaron huevos, larvas y pupas del mosquito *Cx. quinquefasciatus* en estanques con agua sucia y en floreros de panteones de la Ciudad de Oaxaca. Posteriormente se colocaron en bandejas de plástico (47x35x12 cm) con agua, para su desarrollo en el laboratorio de control biológico del CIIDIR-IPN-Oaxaca. Las pupas formadas se colectaron diariamente y se depositaron en una bandeja de plástico (24x19x9 cm) con agua. La bandeja con pupas se introdujo en una jaula entomológica (60x60x60cm) y a los adultos emergidos dentro de ésta se les alimentó de dos maneras: con agua azucarada y azúcar para los machos y adicionalmente para las hembras se colocó un pollo (inmovilizado en una pequeña jaula) como recurso hematofágico. Los huevos depositados en la superficie del agua, se colectaron diariamente y se colocaron en bandejas de plástico (47x35x12 cm) con agua para su eclosión. En estas bandejas se desarrollaron las larvas, a las cuales se les proporcionó alimento para peces tilapia (*Aptilapia* nivel 1), previamente molido, cada dos días. Al terminar el desarrollo larval y formarse las pupas, se trasladaron a jaulas de emergencia de adultos, para así continuar cotidianamente con todas las actividades de cría de *Cx. quinquefasciatus* con la finalidad de disponer constantemente de larvas de cuarto estadio larval para efectuar los bioensayos.

Bioensayos: La población de larvas de cuarto estadio temprano se concentró en una bandeja con agua limpia y de ahí se seleccionaron grupos de 20 larvas para colocarlas en un vaso de plástico de 150 ml de capacidad, al que previamente se le añadieron 100 ml de agua. Posteriormente se aplicó 1 ml de los extractos acuosos, acetónicos, aceites y esencias. Al testigo no se le aplicó ningún tratamiento. Para cada dosis evaluada se utilizaron tres repeticiones. Los bioensayos se establecieron bajo un diseño experimental completamente aleatorio, a una temperatura promedio de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa de $60 \pm 10\%$.

Análisis de datos: A las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos se registró la mortalidad de las larvas, considerando muerta aquella que no presentaba movimientos normales. Cuando la mortalidad en el testigo fue de 4 a 12% se realizó la corrección de mortalidad por medio de la ecuación de Abbott (1925):

$$M.C.=\frac{(X-Y)}{(100-Y)}(100)$$

Donde: M.C.= Mortalidad corregida (en %).
X = Porcentaje de mortalidad en el tratamiento.
Y = Porcentaje de mortalidad en el testigo.

Cuando esta mortalidad fue menor del 4% no se tomó en cuenta, y cuando excedió del 12% se repitió el experimento.

A los datos obtenidos de la evaluación del extracto acetónico de *A. squamosa* se realizó un análisis Probit (Raymond 1985), para determinar la Concentración Letal media (CL₅₀) y 95 (CL₉₅).

RESULTADOS

Mortalidad con extractos acuosos al 5 y 15%

La mortalidad obtenida con los extractos acuosos al 5 y 15% de 39 especies de plantas no fue mayor al 15% en ningún tratamiento, como se aprecia en el Cuadro 2.

Mortalidad con extractos acuosos al 25%

En el Cuadro 3 se presenta la mortalidad provocada por los extractos acuosos al 25% de 21 especies de plantas, donde se observa un incremento de mortalidad en las especies que presentaron efecto a 5 y 15% (*A. squamosa*, *A. farnechiana*, *H. sabdaritta*, *P. dulce* y *R. communis*). Los tratamientos que presentaron mortalidad mayor a 20% fueron los extractos de semilla de *A. squamosa*, vaina de *A. farnechiana* y corteza de *P. dulce*.

Mortalidad con extractos acetónicos

Los resultados de mortalidad ocasionados con extractos acetónicos (Cuadro 4) evidencian un rango de efectividad de 10 a 100% con la semilla de *A. squamosa*, determinando mediante el análisis probit CL₅₀ de 0.00025% con límites fiduciales de 0.00005 a 0.00134% y CL₉₅ de 0.00701% con límites de 0.00034 a 0.22166% a un nivel de significancia de 95%. Los extractos de *P. dulce* y de *A. farnechiana* a la dosis de 0.1% provocaron mortalidad moderada.

Mortalidad con aceites y esencias comerciales

En el Cuadro 5 se presenta la mortalidad causada con la aplicación de ocho aceites vegetales en larvas de *Cx. quinquefasciatus*, donde se observa que ésta no fue mayor al 20%.

Los resultados de mortalidad de larvas de mosquito *Cx. quinquefasciatus* obtenidos con la aplicación de cuatro dosis de 11 esencias vegetales se muestran en el Cuadro 6, en el cual se aprecia que con la dosis de 0.1% se registró mortalidad de 65 a 100%, con la dosis de 0.01% de 0 a 13.3% de mortalidad y con la dosis de 0.001% un rango de 0 a 6.7% de mortalidad.

Cuadro 2

Mortalidad en larvas de cuarto estadio del mosquito *Cx. quinquefasciatus*, ocasionada por extractos acuosos vegetales al 5 y 15%.

Nombre científico	Parte utilizada	Mortalidad corregida (%)	
		5%	15%
<i>Achillea millefolium</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Ambrosia artemisiaefolia</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Annona muricata</i>	Flor y hojas	10.0	10.0
<i>Annona squamosa</i>	Semilla	11.7	15.0
<i>Aristolochia schippii</i>	Tallo y raíz	0.0	0.0
<i>Artemisia mexicana</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Azadirachta indica</i>	Hojas	0.0	1.7
<i>Bambusa vulgaris</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Flor	0.0	1.7
<i>Acacia farneciana</i>	Vaina	3.3	11.6
<i>Capsicum frutescens</i>	Fruto	0.0	0.0
<i>Carya illinoensis</i>	Hoja	0.0	0.0
<i>Carya illinoensis</i>	Cáscara del fruto	0.0	0.0
<i>Casearia sp.</i>	Planta completa	0.0	1.7
<i>Clinopodium laevigatum</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hojas	0.0	1.7
<i>Datura stramonium</i>	Hoja	0.0	0.0
<i>Datura stramonium</i>	Fruto y semilla	0.0	0.0
<i>Erinum giganteum</i>	Hoja	0.0	0.0
<i>Eucalyptus globulus</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Heterotheca inuloides.</i>	Follaje	0.0	0.0
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Flor	0.0	0.0
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Flor	3.3	3.3
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Juniperus flaccida</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Lantana camara</i>	Fruto	0.0	0.0
<i>Leucaena esculenta</i>	Flor	0.0	0.0
<i>Leucaena esculenta</i>	Vaina y semilla	0.0	0.0
<i>Melia azedarach</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Nepeta cataria</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Ocimum basilicum</i>	Planta completa	0.0	1.7
<i>Piper auritum</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Pithecellobium dulce</i>	Hoja	0.0	1.7
<i>Pithecellobium dulce</i>	Corteza	3.3	11.7
<i>Pithecellobium dulce</i>	vaina	0.0	0.0
<i>Prunus persica</i>	Semilla	0.0	0.0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Planta completa	0.0	0.0
<i>Rheedia edulis</i>	Fruto	0.0	0.0
<i>Ricinus communis</i>	Hojas y fruto	1.7	3.3
<i>Ricinus communis</i>	Fruto	3.3	3.3
<i>Schinus molle</i>	Hojas y fruto	0.0	1.7
<i>Spinacea oleracea</i>	Hojas	0.0	0.0
<i>Tagetes erecta</i>	Flor	0.0	1.7
<i>Tamarindus indica</i>	Semilla	0.0	1.7
<i>Tanacetum sp.</i>	Flor	0.0	0.0
<i>Taxus globosa</i>	Hojas	1.7	67

Cuadro 3

Mortalidad en larvas de cuarto estadio del mosquito *Cx. quinquefasciatus*, ocasionada por extractos acuosos vegetales al 25%.

Nombre científico	Parte utilizada	Mortalidad corregida (%)
<i>Alnus arguta</i>	Hojas y tallo	0.0
<i>Allium sativum</i>	Tallo	0.0
* <i>Ambrosia artemisiaefolia</i>	Planta completa	0.0
* <i>Annona squamosa</i>	Semilla	33.6
* <i>Acacia farneciana</i>	Vaina	23.3
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Planta	0.0
<i>Carthamus tinctorius</i>	Raíz	0.0
<i>Cirsium sp.</i>	Planta completa	0.0
* <i>Cymbopogon citratus</i>	Hojas	0.0
<i>Halimium glomeratum</i>	Hojas	0.0
* <i>Hibiscus sabdaritta</i>	Flor	13.4
* <i>Juniperus flaccida</i>	Hojas	0.0
<i>Malvastrum scoparium</i>	Hojas	0.0
* <i>Ocimum basilicum</i>	Planta completa	1.7
<i>Pedilanthus sp.</i>	Raíz	0.0
<i>Pimenta dioica</i>	Fruto	0.0
* <i>Pithecellobium dulce</i>	Corteza	26.7
* <i>Pithecellobium dulce</i>	Vaina	11.6
<i>Polypodium filix-mas</i>	Hojas	0.0
<i>Psittacanthus sp.</i>	Hojas	0.0
* <i>Ricinus communis</i>	Fruto	18.3
<i>Urera sp.</i>	Hojas	0.0

* Plantas que fueron evaluadas a dosis de 5 y 15%

Cuadro 4

Mortalidad en larvas de cuarto estadio del mosquito *Cx. quinquefasciatus* provocada por extractos acetónicos vegetales.

Dosis (%)	Mortalidad corregida (%)		
	<i>A. squamosa</i> (semilla)	<i>P. dulce</i> (corteza)	<i>A. farneciana</i> (vaina)
0.1	100	50	41.7
0.01	100	0	3.3
0.001	71.6	0	1.7
0.0001	25	0	0
0.00001	10	0	0
Acetona	0	0	0
Agua	0	0	0

Cuadro 5

Mortalidad (%) en larvas de cuarto estadio del mosquito *Cx. quinquefasciatus* con tres diferentes dosis de aceites.

Nombre del aceite	Dosis (%)		
	0.1	0.01	0.001
Aguacate	0.0	0.0	0.0
Almendras	0.0	0.0	0.0
Citronela	15.0	6.7	6.7
Coco	0.0	0.0	0.0
Mamey	0.0	0.0	0.0
Olivo	0.0	0.0	0.0
Papa	0.0	0.0	0.0
Pino	20.0	15.0	1.7

Cuadro 6

Mortalidad (%) en larvas de cuarto estadio del mosquito *Cx. quinquefasciatus*, aplicando cuatro dosis de 11 esencias comerciales.

Nombre de la esencia	Dosis (%)			
	0.1	0.01	0.001	0.0001
Agave	100	6.7	5.0	1.7
Chícharo	100	13.3	6.7	1.7
Clavel	100	0.0	0.0	0.0
Gardenia	95.0	5.0	1.7	0.0
Jazmín	100	11.7	3.3	0.0
Lila	85.0	10.0	1.7	1.7
Narciso	65.0	0.0	0.0	0.0
Nardo	100	6.7	1.7	1.7
Rosas	100	13.3	5.0	0.0
Sándalo	95.0	6.7	1.7	0.0
Tabaco	96.6	0.0	0.0	0.0

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación, al igual que la revisión de Grainge & Ahmed (1988) y las investigaciones de Rodríguez & Lagunes (1989), demuestran que la proporción de especies de plantas que presentan acción larvicida es baja como extractos acuosos y que no pertenecen a un grupo taxonómico en especial. Sin embargo, con este tipo de investigaciones se conoce el potencial real de varias especies de plantas y se hacen aportaciones importantes para la integración de una lista de plantas con propiedades larvicidas sobre diferentes especies de mosquitos.

La metodología y la técnica de evaluación en esta investigación, permiten explorar rápida y fácilmente una gran cantidad de especies de plantas con posibilidades de detectar alguna especie, extracto o compuesto que tenga efectividad en el control de larvas de mosquitos.

No obstante que especies como el ajo (*A. sativum*), el chile (*C. frutescens*), la higuera (*R. communis*), el nim (*A. indica*) y el paraíso (*M. azedarach*) que son materia prima de diversos insecticidas comerciales (Rodríguez 2001), no mostraron acción larvicida como extractos acuosos a las dosis del 5 al 25% en esta investigación.

En estos bioensayos el extracto acuoso al 15% de flor-hoja de *A. muricata* ocasionó 10% de mortalidad y el de la semilla de *A. squamosa* 15%. Sin embargo, con el extracto acetónico a una dosis de 0.01% se obtuvo mortalidad total de *Cx. quinquefasciatus*, indicando la presencia de principios activos en estas especies contra larvas de mosquito. Así como también lo informan, Sánchez *et al.* (1997) quienes con la aplicación del extracto acuoso de *A. muricata* a una dosis de 66%, determinaron 100% de mortalidad de larvas de *Ae. aegypti* y Rodríguez (2000), quien menciona que *A. bullata*, *A. densicoma*, *A. glabra*, *A. muricata* y *A. squamosa* han demostrado actividad contra larvas de mosquito *Ae. aegypti*.

El extracto acuoso de flor-hoja de *A. muricata* mostró una leve mortalidad, la cual probablemente se incrementa con el extracto acuoso de la semilla, debido a que ésta contiene anonacina, asimicina y bulatacina ingredientes activos insecticidas contra larvas de mosquitos (Rodríguez 2000).

El aceite de pino ocasionó 20% de mortalidad a la dosis de 0.1%; resultado que difiere con los reportados por Ho *et al.* (1992), quienes al evaluar Kitz, un producto formulado con aceite de pino, ácido oleico y un agente humectante a dosis de 1.0, 0.2 y 0.1%, provocaron mortalidad total de huevos, de larvas de primero a cuarto estadio y pupas de *Ae. aegypti*. Esta diferencia en efectividad probablemente se deba a los demás componentes del producto, y/o a la especie de mosquito, debido a que ellos evaluaron sobre *Ae. aegypti* y estos bioensayos fueron sobre *Cx. quinquefasciatus*. De igual manera, el aceite de citronela no presentó un nivel importante de mortalidad; no obstante que este producto tiene reconocido efecto de repelencia de mosquitos adultos de diferentes especies (Curtis *et al.* 1990, Rodríguez 1998).

Las 11 esencias vegetales evaluadas presentaron altos niveles de mortalidad a la dosis 0.1%, indicando la presencia de un compuesto tóxico a las larvas; sin embargo, se considera necesario verificar su toxicidad sin solvente, debido a que se evaluaron formulaciones comerciales.

Los resultados de la presente investigación demuestran el potencial de *A. squamosa* para el control de larvas del mosquito *Cx. quinquefasciatus*, razón por la cual es importante tomar en cuenta esta alternativa natural en los programas de manejo integrado y bioracional de mosquitos.

LITERATURA CITADA

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.

- Ansari, M. A., R. K. Razdan, M. Tandon & P. Vasudevan.** 2000a. Larvicidal and repellent actions of *Dalbergia sissoo* (F. Leguminosae) oil against mosquitoes. *Bioresource Tech.*, 73: 207-211.
- Ansari, M. A., P. Vasudevan, M. Tandon & R. K. Razdan.** 2000b. Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. *Bioresource Tech.*, 71: 267-271.
- Barnard, D. R.** 1999. Repellency of essential oils to mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.*, 36(5): 625-629.
- Bowers, W. S., B. Sener, P. H. Evans, F. Bingol & I. Erdogan.** 1995. Activity of Turkish medicinal plants against mosquitoes *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae*. *Insect Sci. Appl.*, 16(3-4): 339-342.
- Curtis, C. F., J. D. Lines, L. Baolin & A. Renz.** 1990. Natural and synthetic repellent. In: Curtis C. F. (Ed.). *Appropriate technology in vector control*. CRC press. Boca Ratón, Florida, USA. p75-92.
- Espinosa, P. J.** 1985. Búsqueda de plantas del área del lago de Texcoco con actividad tóxica contra mosquito casero *Culex quinquefasciatus*. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 68p.
- Fradin, M. S. & J. F. Day.** 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *New England J. Med.*, 347(1):13-18.
- Grainge, M. & S. Ahmed.** 1988. *Handbook of plants with pest-control properties*. John Wiley & Sons. New York, USA. 470p.
- Ho, S. H., P. M. Goh & K. M. Lee.** 1992. Evaluation of two pine oil-based formulations of Kitz against various life stages of *Aedes aegypti*. *Inter. Pest Cont.*, 34(6): 180-181.
- Jantan, I. & Z. Mohd.** 1999. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected Malaysian plants. *Asian Rev. Biodiv. Envir. Conserv.*, (1):1-7.
- Kumul, D. E.** 1983. Búsqueda de plantas silvestres del estado de Veracruz con propiedades toxicas contra gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* y mosquito casero *Culex quinquefasciatus*. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 76p.
- Latha, C. & A. Joseph.** 1999. Evaluation of the larvicidal potential of *Glycosmis pantaphylla* against four important mosquito species of Kerala, India. *Inter. Pest Cont.*, 48(3):50-1.
- Martínez, M.** 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1247pp.
- Pacheco, C. J. J.** 1983. Búsqueda de sustancias toxicas en plantas medicinales, contra larvas de mosquito casero: *Culex quinquefasciatus*. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 63p.
- Pushpalatha, E. & J. Muthukrishnan.** 1995. Larvicidal activity of a few plant extracts against *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles stephensi*. *Indian J. Malariology*, 32 (1): 14-23.
- Raymond, M.** 1985. Presentation d' un programme "Basic" d' analyse log-probit pour micro-ordinater. *Cah. ORSTOM. Serie Entom. Méd. Paras.*, 28:117-121.
- Rivera, R. I.** 1992. Toxicidad de extractos acuosos vegetales en larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 59p.
- Rodríguez, H. C.** 1998. *Repelentes naturales contra mosquitos*. Seminario-Taller Participación ciudadana y alternativas al uso del DDT para el control del paludismo. Puerto escondido, Oaxaca, México. pp. 54-64.
- _____. 2000. *Plantas contra plagas; potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco*. Editado por la Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. Texcoco, Estado de México. 133p.
- _____. 2001. El uso de insecticidas vegetales en el manejo de plagas en la floricultura. 5° Seminario Internacional de Flor de Corte. Ixtapan de la Sal, Estado de México,

México. pp.1-8.

- Rodríguez, H. C. & A. Lagunes T.** 1987. Actividad tóxica de *Cestrum* spp. (Solanaceae) en larvas del mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Agrociencia* (México), 67:147-159.
- _____. 1989. Combate de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) con sustancias acuosas vegetales. 1er. Encuentro Estatal sobre Entomología Médica y Veterinaria. Cuernavaca, Morelos. pp.133-142.
- Rodríguez, H. C. & D. Nieto A.** 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. In. Anonáceas, producción e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia). A. Rebouças São Jose, I. Vilas Boas S., O. Magalhaes M. e T.N. Hojo R. (Eds). Bahia, Brasil. Pp.229-239.
- Rodríguez, H. C., A. Lagunes T., R. Domínguez R. & L. Bermúdez V.** 1982. Búsqueda de plantas nativas del estado de México con propiedades tóxicas contra gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. *Rev. Chapingo*, 7(37-38):35-39.
- Sagar, S. K. & S. S. Sehgal.** 1997. Toxicity of neem seed coat extract against mosquitoes. *Indian J. Entomol.*, 59 (2):215-223.
- Salcedo, B. A.** 1985. Búsqueda de plantas nativas de Morelos con propiedades tóxicas contra gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, y mosquito casero *Culex quinquefasciatus*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 85p.
- Sánchez, L. G.** 1987. Toxicidad de extractos acuosos de plantas ornamentales del área de influencia de Chapingo, Edo. de México, sobre larvas del mosquito de la fiebre amarilla *Aedes aegypti*. Tesis de licenciatura. Parasitología Agrícola, UACH. Chapingo, México. 65p.
- Sánchez, M. C., N. González & E. González.** 1997. Efecto larvicida de extractos acuosos vegetales sobre *Aedes aegypti*. *Manejo Integrado de Plagas*, 45: 30- 33.
- Subramonia, T. T. & K. Kathiresan.** 1992. Mosquito larvicidal activity of mangrove plant extracts against *Aedes aegypti*. *Intern. Pest Cont.*, 34(4):116-119.
- _____. 1993. Mosquito larvicidal activity of seaweed extracts against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Intern. Pest Cont.*, 45(4):94-95.
- Tawatsin, A., S. D. Wratten, S. R. Roderic, U. Thavara & Y. Techadamrongsin.** 2001. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *J. Vector Ecol.* 26(1):76-82.

Recibido: 7 de febrero 2003
Aceptado: 9 de octubre 2003