



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

PROPIEDADES INSECTICIDAS DE ALGUNAS  
ESPECIES DE *IPOMOEA* (CONVOLVULACEAE) DEL  
ESTADO DE MORELOS.

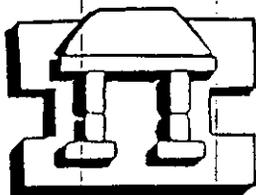
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ERIKA TOLEDO TREJO



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. EDUARDO ARANDA ESCOBAR

CEIB-UAEM

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*Muy en especial a mis padres y a mis hermanas  
Por todo el amor, paciencia y apoyo brindado  
Por los buenos y malos momentos que juntos hemos pasado  
Y por que sea como sea seguimos adelante.*

*A todos ustedes que a lo largo de toda mi vida han estado presentes,  
Por su tiempo, por sus consejos, por animarme y confiar en mí,  
Por hacerme sentir importante para ustedes,  
Gracias abuela, gracias tías, gracias tíos,*

*A usted abuelo que siempre estuvo y estará en mi corazón.*

*Y a ti por tu paciencia y cariño  
y a mí por haber logrado una de mis metas más anheladas  
con toda mi amor...*

*Erika*

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por darme la vida, las fuerzas, el espíritu necesario para poder ser lo que soy y por permitirme tener a tantos seres queridos a mi lado.

Con todo cariño le agradezco al Dr. Eduardo Aranda por haberme permitido formar parte de su grupo de trabajo, por todo el tiempo dedicado, por su apoyo académico y moral, por su calidez ofrecida durante mi estancia en su laboratorio y por ser tan gran ser humano.

A mi amiga adorada la M. en C. Sandra Luz Cabrera por su amistad incondicional, por sus consejos y ayuda otorgada que sin conocerme me ofreció.

A la Dra. Lidia Osuna, al Biol. Alejandro Burgos, al Dr. Ismael Aguilar y a la Dra. Ma. Luisa Villareal por su apoyo académico y orientación.

A la gente del Lab. de Control Biológico del Ceib y a la gente del Cib de la UAEM por su interés en este trabajo, a ti Anabel por tu amistad, a mis compañeros de la carrera y a los revisores de esta tesis por su tiempo y sus valiosos consejos proporcionados.

## INDICE

	NÚMERO DE PÁGINA
<b>RESUMEN</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
Problemática del control convencional de insectos plaga.	2
Alternativas al control químico de plagas	2
Control Natural	2
Control Biológico	3
Plantas con propiedades insecticidas	3
<b>HIPOTESIS</b>	4
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	4
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b>	4
<b>2 ANTECEDENTES</b>	6
Problema de Plagas	6
Las plantas como fuente de productos insecticidas	7
Aspectos generales sobre los usos medicinales de la Familia Convolvulaceae.	8
Características de la familia Convolvulaceae	8
Características genéricas de las especies arbóreas conocidas como Cazahuates	9
Insectos plaga usados en la investigación. Importancia agrícola.	10
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius), "Mosquita blanca". (HEMiptera:ALEYRODIDAE)	10
<i>Epilachna varivestis</i> (Mulsant), "conchuela del frijol". (COLEOPTERA:COCCINELLIDAE)	10
<i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith), "gusano cogollero del maíz". (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)	12

	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>13</b>
	Cría de insectos	13
	<i>Epilachna varivestis</i>	13
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	13
	<i>Bemisia tabaci</i>	13
	Recolecta de Material Vegetal	14
	Preparación de extractos vegetales	14
	Obtención del Rendimiento	15
	Bioensayo de preselección con <i>Artemia salina</i>	15
	Ensayos de toxicidad (aguda y crónica)	16
	Bioensayos con <i>E. varivestis</i>	16
	Toxicidad aguda	17
	Toxicidad crónica	17
	Bioensayos con <i>Spodoptera frugiperda</i>	18
	Toxicidad aguda	18
	Toxicidad crónica	18
	Bioensayo con <i>Bemisia tabaci</i>	19
	Toxicidad aguda	19
	Análisis Estadísticos	20
	Determinación de la Concentración Letal Media (CL <sub>50</sub> )	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>35</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
	<b>APENDICE I, II, III</b>	<b>40</b>
	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

La agricultura en México es relevante en la producción de alimentos, pero los rendimientos se ven afectados por plagas y enfermedades que merman la calidad y la cantidad del producto final. El combate a estas plagas está basado en insecticidas sintéticos, efectivos pero contaminantes del ecosistema. Alternativas importantes son los controles natural y biológico. Siguiendo el desarrollo de nuevos sistemas de lucha contra insectos perjudiciales y teniendo a las plantas como fuente de sustancias bioactivas, en este trabajo evaluamos la actividad biológica (insecticida) de extractos orgánicos (hexano, cloroformo y metanol) de cinco especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae), en las plagas *Epilachna varivestis*, *Spodoptera frugiperda* y *Bemisia tabaci*. Se obtuvieron extractos de corteza, follaje, flores y semillas de *I. murucoides*, *I. intrapilosa*, *I. arborescens*, *I. carnea* e *I. cuemavacensis*. De las especies de *Ipomoeas* arbóreas evaluadas 4 de ellas (*I. arborescens*, *I. carnea*, *I. intrapilosa* e *I. murucoides*) mostraron alguna actividad con las 3 plagas insectiles aquí ensayadas, mientras que *I. cuemavacensis* presento solo actividad con la plaga insectil *Bemisia tabaci*. Se presento una toxicidad aguda alta para *Spodoptera frugiperda* (plaga del maíz) y *Bemisia tabaci* (plaga de un gran número de cultivos en el país), efectos antialimentarios para *Epilachna varivestis* (plaga del frijol) y *Spodoptera frugiperda* junto con una actividad fagoestimulante que podría ayudar principalmente combinado con otras estrategias en el manejo integrado de estas plagas tanto en toxicidad aguda como crónica, siendo entonces las *Ipomoeas* arbóreas una herramienta para el control biológico o como ya se menciona para el manejo integrado de estas tres plagas. Por lo tanto se considera importante la identificación de los compuestos naturales presentes en las *Ipomoeas* aquí ensayadas, además de continuar con la búsqueda de plantas usadas en la medicina tradicional mexicana que sean candidatas a tener actividades insecticidas.

## INTRODUCCION

**Problemática del control convencional de insectos plaga.** Aún cuando la agricultura en México juega un papel importante en la economía, los rendimientos en los cultivos se ven afectados principalmente por un complejo de insectos fitófagos que en un momento dado puede constituir plagas importantes. Es considerada como plaga cuando el número de organismos se incrementa de tal manera que ocasiona daños al ser humano, a sus cultivos, a sus bienes e incluso a otros animales (Dennis, 1983).

Aproximadamente 70,000 especies que constituyen plagas en el mundo, de estas solo el 10% son consideradas plagas importantes que producen pérdidas en la agricultura valoradas en miles de millones de dólares (Primo, 1991; Pimentel, 1997). El combate de estas plagas ha sido a base de insecticidas químicos sintéticos, aunque su uso ha impactado negativamente a los ecosistemas generando efectos adversos aún a las especies de insectos de vida silvestre. Además, hay que tomar en cuenta los residuos de los productos utilizados, ya que pueden representar riesgos a la salud de los productores y de los consumidores. Aunado a esto, tenemos que la mayoría de los campesinos no utilizan los productos químicos por falta de recursos económicos y por los bajos rendimientos que obtienen, por lo que se torna obligada la búsqueda de otros métodos de control de plagas.

**Alternativas al control químico de plagas.** Dados los problemas generados por el control químico, hacia finales de los años 60 se comenzaron a explorar otras alternativas que no fuesen agresivas al ambiente. De modo que actualmente se aplican dos formas de control, mismas que se detallan a continuación:

- **Control Natural:** Puede definirse como el mantenimiento de una población más o menos fluctuante de un organismo dentro de ciertos límites superiores o inferiores definibles sobre un periodo de tiempo por la acción de factores abióticos ambientales (De Bach, 1977). Este tipo de control es esencialmente permanente y

opuesto al control químico el cual reduce las poblaciones en forma temporal a menos que se repita indefinidamente.

- **Control Biológico:** Considerándolo desde un punto de vista ecológico, puede definirse como la acción de parásitos, depredadores, o patógenos para mantener la densidad de la población de otro organismo a un promedio más bajo que el que existiría en su ausencia (De Bach, 1977).

**Plantas con propiedades insecticidas.** Para el desarrollo de nuevos sistemas de lucha contra los insectos perjudiciales, se siguen diferentes líneas de investigación. Dentro de estas encontramos a las plantas como fuente de compuestos con actividad biológica frente a los insectos. Los productos naturales derivados de las plantas proporcionan una fuente de sustancias bioactivas entre las cuales de las más conocidas están aquellas como piretrina, nicotina, rotenona, juvabiona, riania y sabadilla (Natural Academy of Sciences, 1978; Primo, 1991; Falcón, 1992). Por parte de las especies vegetales que se han usado como insecticidas tenemos a *Chrysanthemum cinerariaefolium* (desde 1900.) Hacia mediados de los 80's, algunos investigadores mexicanos reportan la actividad insecticida de 34 especies de plantas entre las que encontramos a representantes de las familias Euphorbiaceae, Rosaceae, Compositae, Leguminoseae, Solanaceae, Coriariaceae y Rubiaceae, entre otras (Lagunes, 1984).

En el Centro de Investigación en Biotecnología (CeIB) de la UAEM, se han realizado diversas investigaciones con varias especies de plantas para determinar su actividad insecticida. Entre las especies investigadas destacan por su actividad *Galphimia glauca* Cav. (Malpighiaceae) (Román, 1998; Cabrera, 1999) y *Vitex trifolia* L. (Verbenaceae) (Heraso, 1998; Hernández *et al*, 1999), cuyas actividades han resultado ser muy prometedoras en ensayos de toxicidad contra determinadas plagas de maíz y frijol, como el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* y la conchuela del frijol *Epilachna varivestis*.

En esta investigación se continua con la búsqueda de nuevos productos para el control de plagas agrícolas, aprovechando los recursos renovables como

las plantas. Las especies investigadas conocidas en el Estado de Morelos como cazahuates producen metabolitos de interés que tienen aplicación en los humanos, pero que también pueden usarse para combatir insectos perjudiciales. Siendo de uso humano, difícilmente las plantas producirían efectos adversos al ecosistema. La búsqueda de productos naturales para el control de plagas se realiza mediante el uso de extractos de plantas medicinales de México que pueden representar una solución a los problemas ocasionados por plagas y que además están al alcance de la población.

Dado lo anteriormente mencionado, se plantea la siguiente:

### **HIPOTESIS**

Las Ipomoeas arbóreas producen metabolitos que afectan a los artrópodos, principalmente aquellos que son plagas en cultivos agrícolas de interés comercial con efectos tales como toxicidad, repelencia, antialimentario u otras actividades.

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la toxicidad aguda y crónica de extractos de algunas especies arbóreas del género *Ipomoea* (Convolvulaceae), en tres plagas insectiles de importancia en la agricultura como son *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), *Epilachna varivestis* (Coleoptera: Coccinellidae) y *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae).

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Evaluar el nivel de toxicidad aguda CL<sub>50</sub> (Concentración Letal Media) de extractos orgánicos hexánicos, clorofórmicos y metanólicos de partes aéreas de cuatro especies arbóreas del género *Ipomoea* del Estado de Morelos en tres especies de insectos plaga: *Spodoptera frugiperda*, *Epilachna varivestis* y *Bemisia tabaci*.

Evaluar el nivel de toxicidad crónica de aquellos extractos que hayan mostrado una toxicidad aguda superior o igual al 40% de mortalidad en las

especies plaga blanco o que hayan tenido efectos importantes en la talla y el peso de los insectos supervivientes.

## ANTECEDENTES

**Problema de Plagas.** La producción actual de alimentos no podría mantenerse sin el uso de los plaguicidas, aún con los medios actuales. Se calcula que la producción de alimentos está disminuida en aproximadamente 1/3 a causa de las plagas; en los países en vías de desarrollo, esta proporción de pérdidas es mayor y los insectos son causantes de más de la mitad de estas pérdidas. El daño es más grave en los cultivos extensivos, en los que muchas hectáreas con una sola especie vegetal facilitan la propagación y multiplicación de los insectos (Primo, 1991).

Las primeras referencias del empleo de insecticidas datan de hace 3000 años en las escrituras de los griegos, romanos y chinos. La naturaleza tóxica del arsénico fue conocida por los griegos y los chinos durante el Siglo I d.C. El lento desarrollo del empleo de los insecticidas se debió sobre todo a la falta de conocimiento de la naturaleza de los insectos. En la primera parte del siglo XX, se concibieron los compuestos del flúor y los insecticidas botánicos. En Estados Unidos de Norteamérica el empleo de insecticidas llegó a ser de uso tan común en la década de 1920, que surgió la preocupación acerca de los residuos en los alimentos. De este modo se reconoció que, aunque los insecticidas eran necesarios, también se requería la reglamentación acerca de los residuos (Natural Academy of Sciences, 1978).

En Europa, en 1939, el descubrimiento del valor insecticida del DDT, un compuesto orgánico sintético, fue un evento revolucionario en el desarrollo de los insecticidas. Desde entonces se han producido miles de sustancias químicas orgánicas, muchas de ellas han reemplazado a los primeros insecticidas disponibles.

El uso de insecticidas sintéticos en el combate de plagas agrícolas ha impactado grandemente ocasionando alteraciones en el equilibrio ecológico, entre especies y entre estos y el medio. Esto se debe principalmente a la acumulación creciente de residuos tóxicos en el suelo, en las aguas continentales, el mar y

también, a la concentración de ellos a través de la cadena alimentaria desde el plancton hasta los depredadores superiores. Otros efectos ecológicos son la grave mortandad producida en insectos que son depredadores de otras especies, lo que da lugar a la aparición de nuevas plagas o al aumento de la población de otras, y la aparición de razas de insectos resistentes a los plaguicidas de uso masivo. (Natural Academy of Sciences, 1978; Primo, 1991; Falcón, 1992).

Desafortunadamente la gran mayoría de los productores dedicados a la agricultura no hacen uso de las recomendaciones oficiales para el uso de productos químicos, debido a algunos factores como son (Hernández, 1998 Lagunes, 1994):

- Desconocimiento de la información acerca del combate de la plaga específica.
- Carencia de recursos económicos.
- Falta de equipo adecuado para la aplicación de insecticidas.

**Las plantas como fuente de productos insecticidas.** Las plantas han tenido una estrecha relación con los insectos. Éstas, en su proceso metabólico y fisiológico, llegan a sintetizar sustancias bioactivas que de alguna manera pueden causar alteraciones en los procesos biológicos de los insectos. Estas sustancias pueden tener características como antialimentarias, de repelencia, acción insecticida, y en algunos casos pueden modificar los hábitos del comportamiento de los insectos blanco (Falcón, 1992). Se conocen infinidad de plantas que poseen sustancias con propiedades insecticidas contra diversas plagas. Se ha reportado la aplicación de extractos acuosos y polvos de una gran variedad de plantas, muchas de las cuales mostraron actividad insecticida interesante. Sin embargo, algunas de las especies investigadas aparentemente no presentaron una actividad importante como algunas convolvuláceas herbáceas del género *Ipomoea* (*I. purpurea*, *I. purga*, *I. stans*) (Lagunes, 1984).

**Aspectos generales sobre los usos medicinales de la Familia Convolvulaceae.** Esta familia incluye especies herbáceas, arbustivas o arbóreas, y muchas de ellas con propiedades curativas que se usan ampliamente en México. Entre los 50 géneros de esta familia se encuentra el género *Ipomoea*, dentro del cual especies como *I. stans* es usada popularmente en el tratamiento de males hepáticos, para calmar los nervios y en casos de epilepsia (Aguilar et al. 1999). Otras como *I. arborescens* se utilizan en el tratamiento de calenturas, males del corazón, dolor de muelas, dolor de bazo, parálisis e hidropesía (Valdéz, 1999), a *I. intrapilosa* se le usa para tratar padecimientos reumáticos, dolores de oídos, de muelas y problemas gastrointestinales (Osuna, 1994), como antiespasmódico (Perusquía, 1994), anticancerígeno (Argueta, 1994) y purgativo (Howard, 1981). En el municipio de Xochitepec (Morelos), *I. intrapilosa* se usa para ahuyentar a insectos domésticos molestos como los mosquitos; la corteza seca quemada se coloca en los umbrales de las casas para repeler a los insectos (Osuna, 1994). Por otro lado, tanto a *I. intrapilosa* como a *I. murucoides* se les ha reportado como tóxicas para el ganado (Perusquía, 1983; Matuda, 1964). Al igual que otras especies arbóreas del género, son muy comunes en las zonas cálidas de Morelos y se les conoce como "cazahuates", nombre que quiere decir en Náhuatl: "árbol de la muerte"...metafóricamente ... "árbol de los espíritus" (Austin, 1983).

**Características de la familia Convolvulaceae.** Las convolvuláceas son plantas herbáceas erectas o volubles, arbustivas o a veces arbóreas, frecuentemente provistas de látex; hojas alternas simples pero con frecuencia lobadas o partidas, en ocasiones reducidas a escamas; flores axilares, solitarias o dispuestas en cimas bracteadas; cáliz por lo menos de 5 sépalos, a veces unidos en la base; 5 estambres, insertos en el tubo coralino; ovario súpero, entero o profundamente bilobado, típicamente bicarpelar y bilocular, 2 óvulos en cada lóculo; el fruto por lo común es una cápsula loculicida con 2 semillas. Unos 50 géneros con mas de 1000 especies de amplia distribución mundial, pero principalmente de regiones tropicales. Algunas como *I. batatas* de importancia comestible y muchas otras especies que se cultivan como ornamentales (Rzedowski, 1979).

**Características genéricas de las especies arbóreas conocidas como cazuahuates.** Arbusto o árbol ramoso, de 5 a 10 m, de madera blanda. Pecíolos blanco-pubescentes de 1.5 a 2.5 cm de largo. Corola blanca, de 5 a 6 cm de largo; cápsula con pelos largos en los ángulos dorsales. Cazuahuate blanco (MEXU, Matuda 1963). Las características particulares de cada especie se presentan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Sinopsis de características de especies arbóreas de *Ipomoea*.

Especie	Características Distintivas	Nombre común
<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. Et Bonpl)	Arbusto o árbol ramoso, de 5 a 10 m; corola blanca, de 5 a 6 cm de largo; semilla negra.	Cazuahuate blanco
<i>Ipomoea carnea</i> (Mart. ex Choisy)	Arbusto erecto, hasta de 2.5m de altura, poco ramificado; tallos gruesos, estriados; corola rosada, de 7 a 8 cm de largo; semillas pardas.	Cazuahuate morado
<i>Ipomoea cuernavacensis</i> (House)	Arbusto de 4 a 5 m de alto, ramoso, con la corteza de color gris; corola blanca, purpúrea oscura en la garganta, de 8 a 10 cm de largo.	Cazuahuate
<i>Ipomoea intrapilosa</i> (Rose)	Arbusto ó árbol de 3 a 8 m de alto; corola blanca, de 4 a 5 cm de largo.	Cazuahuate blanco
<i>Ipomoea murucoides</i> (Roem. et Schult )	Arbusto o árbol de 4 a 8 m; corola blanca, ampliamente campanulada, pubescente por fuera, de 7 a 7.5 cm de diámetro.	Cazuahuate Cazuahuate prieto

\* Murguía 1995, Gordon, 1982. Matuda, 1963.

Todas estas especies han sido reportadas en el Estado de Morelos (Datos obtenidos del herbario de La Universidad Nacional Autónoma de México MEXU).

Ya se ha mencionado que estas plantas tienen usos medicinales entre la población. Por tales causas, podemos suponer que si tienen efecto en el humano también lo pueden tener en los insectos plaga, aunque no el efecto benéfico observado en humanos. Por ejemplo, *Galphimia glauca* ("Calderona amarilla" de la familia Malpighiaceae) de uso común en Guanajuato por sus propiedades

sedantes y anticonvulsivas, tiene efectos adversos notables en el desarrollo que sufren las larvas de gusano cogollero del maíz para convertirse en pupas, así como en los tiempos de desarrollo de las pupas a la forma final de adulto (Cabrera 1999, Román 1998). Por otro lado, en la Tabla 2 se presentan los criterios etnobotánicos empleados para la selección de especies vegetales a investigar en el laboratorio de Control Biológico del CeIB, UAEM, así como las posibles razones de efectos negativos en los insectos blanco (es decir, la extrapolación de las actividades biológicas).

#### **Insectos plaga usados en la investigación. Importancia agrícola.**

*Bemisia tabaci* (Gennadius), "Mosquita blanca". (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE). Plaga del espárrago; las ninfas y los adultos succionan la savia de la planta. En el jitomate ocasionan debilitamiento, además de una clorosis y caída de las hojas; además del daño directo, este insecto es vector de la enfermedad virosa denominada el "chino del tomate"; succiona el jugo de las hojas en el caso del melón; en la okra, extrae la savia por lo que los frutos crecen pequeños. En el caso de la papa, la pérdida de jugos ocasiona retraso en el desarrollo de la planta. Es también plaga de cucurbitáceas (pepino, sandía). En el algodón produce marchitez y muerte por succión de jugos. Es una plaga que ataca también plantas ornamentales. (Lagunes 1988, Morón 1988).

*Epilachna varivestis* (Mulsant), "conchuela del frijol". (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE). Plaga del frijol y soya; los daños son causados por las larvas y por los adultos al alimentarse de las hojas principalmente en el envés. Las larvas jóvenes destruyen la superficie inferior de las hojas, dejando sólo un tejido semitransparente en el haz, mientras que las larvas más desarrolladas y los adultos, hacen perforaciones de lado a lado, dejando únicamente las nervaduras (Lagunes 1988, Morón 1988).

Tabla 2. Criterios para la extrapolación de actividades biológicas de plantas en etnomedicina según base de datos NAPLALERT (Farnsworth, 1990).

ACTIVIDADES	RAZONES
<b>HORMONAL</b> Inducción menstrual, inducción de aborto, inducción de diuresis, anticonceptivo, tonificante general, problemas de la mujer, diabetes <sup>a</sup> , promotor de fertilidad <sup>b</sup> , promotor de emesis, inductor de sudoración <sup>c</sup> , estimulante del cabello, amargo (estimulante del apetito) <sup>d</sup> .	Interferencia con los sistemas hormonales de invertebrados (especialmente de insectos).
<b>PROMOTORES DE CRECIMIENTO</b> Acelerador de cicatrización	Interferencia con los sistemas de desarrollo celular de los insectos.
<b>SISTEMA NERVIOSO</b> Tonificante general, estimulación del SNC, epilepsia, presión sanguínea alta, emoliente (calmante, relajante).	Acción sobre el sistema nervioso de los insectos interfiriendo con funciones de crecimiento, muda y reproducción.
<b>RELAJANTE MUSCULAR</b> (¿TERMINACIONES NERVIOSAS?) presión sanguínea alta	Acción sobre la actividad de los músculos de insectos, inactivando, quizás, las funciones relacionadas con el tono muscular.
<b>INSECTICIDAS</b> Insecticida, vermífugo, repelente de insectos	Tóxicos agudos o crónicos.
<b>INVERTEBRADOS</b> Vermífugo, taenífugo, tripanosomiasis	Tóxicos agudos o crónicos.
<b>ACETILCOLINA</b> Laxante/catártico, antiespasmódico	Acción sobre la actividad de los músculos de insectos, inactivando, quizás, las funciones relacionadas con el tono muscular.
<b>ENZIMÁTICO</b> Adyuvante para la digestión, contra mordidas de araña o víbora, emoliente (calmante, relajante), disolución de piedras de riñón, anticoagulante.	Por la acción que puedan tener sobre proteínas importantes para los insectos.

<sup>a</sup>: Aunque el control del ingreso de glucosa al interior de la célula es vía hormonal, si el efecto de la planta es promover el ingreso de azúcares a las células ¿se disminuiría drásticamente el nivel de azúcares circulantes en la hemolinfa de los insectos?

<sup>b</sup>: Puede parecer a favor de los insectos, pero un exceso de un componente hormonal puede alterar el ciclo reproductivo de insectos.

<sup>c</sup>: De este modo, los insectos pueden perder agua fácilmente de sus cuerpos y morir por deshidratación.

<sup>d</sup>: Esto puede funcionar como atrayente y fagoestimulante, a modo de atraer a los insectos a trampas adecuadas.

*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), "gusano cogollero del maíz". (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE). Es plaga del maíz principalmente, aunque ataca a otros cultivos como cebolla y sorgo, e incluso ornamentales. Las larvas se alimentan de las partes aéreas de la planta, causándole daño al cogollo y a las hojas más tiernas; éstas, al continuar su desarrollo presentan un aspecto muy deteriorado y frecuentemente son destruidas en su totalidad (Lagunes 1988, Morón 1988).

#### JUSTIFICACIÓN.

De acuerdo a la situación real de nuestro país y a la problemática que presenta el uso de productos químicos en el control de plagas, es necesario la búsqueda de nuevos sistemas de control acordes con la realidad de nuestro país. Siendo las plantas una opción viable para la solución a este problema, las que, además de ser un recurso renovable, son una fuente de compuestos con actividad biológica contra insectos y no producen efectos adversos al ecosistema. Por ello, el objetivo principal en esta investigación fue determinar las propiedades insecticidas de 5 especies de Ipomoeas, comunes en el Estado de Morelos conocidas como cazahuates.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cría de insectos.

*Epilachna varivestis*. Esta catarinita se cría sobre follaje de frijol negro criollo bajo condiciones de invernadero a temperatura y humedad ambientales (no hay regulación de estas condiciones, pero en general, la temperatura anual promedio es de  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad ambiental de 35 a 40 % [INEGI, 1995]). Se usan charolas para germinación con una mezcla 1:1 de Peat Moss (Fafard, Agway Garden Products, Canadá) y Vermiculita (Peat Moss, México). Las larvas y los adultos se alimentan sin restricción con follaje de frijol. Después de que los adultos ovipositen sobre follaje, las masas de huevos se colectan e incuban en cajas Petri de plástico (a temperatura ambiente) con algodón humedecido para mantener la humedad. Las larvas de primer estadio obtenidas se pasan a plantas nuevas de frijol y a medida que van creciendo y mudando se cambian a follaje nuevo. Después del último estadio, las larvas dejan de comer y pupan. Las pupas formadas se mantienen sobre la planta hasta que emergen los adultos, mismos que se transportan a una planta nueva para que se alimenten y ovipositen.

*Spodoptera frugiperda*. La cría se inicia con masas de huevos y con larvas de primer estadio obtenidas a partir de colectas en campo, posteriormente se usa una dieta merídica (Singh, 1977) modificado por Mihn (1984). La dieta contiene, en concentraciones finales: formalina 0.0044%, ácido acético 0.03% y cloruro de colina 0.11% para restringir el crecimiento de microorganismos indeseables (Aranda 1996). La formulación y preparación de la dieta se detalla en el apéndice I.

*B. tabaci*. Para la cría masiva se usa follaje de Pascuas o Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*). Plantas cultivadas en macetas, bolsa de plástico o charolas, son aisladas en jaulas de madera de 50 X 50 X 50 cm protegidas con organdí o malla fina. La colonia inicial de insectos se obtiene de plantas infestadas en viveros y otros lugares en campo o invernaderos. No se requiere dieta especial.

para estos insectos, solamente un aporte continuo de follaje fresco. Las plantas se infestan naturalmente y se revisan continuamente para monitorear la aparición de ninfas de diferentes edades y cambiar a los adultos a plantas nuevas.

### **Recolecta de Material Vegetal.**

El material vegetal de las especies del género *Ipomoea*, se recolectó en diferentes localidades del Estado de Morelos. Para ello se visitaron los Herbarios HUMO de la Universidad de Morelos, y MEXU de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las recolectas se realizaron durante los meses de Mayo, Junio y parte de Julio del 2000 en los municipios de Cuemavaca (colonias Lomas de Cortés y Chamilpa [en esta última dentro del campus de la propia UAEM]), Tepoztlán (San Andrés de la Cal) y Xochitepec (área urbana de Xochitepec y Real del Puente). De cada especie de árbol se hizo lo posible por recolectar follaje, flores, frutos (semillas) y corteza. Varios especímenes fueron recolectados y prensados para posterior identificación por la M. en C. Abigail Aguilar y depositados en el Herbario Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). El material recolectado se secó a temperatura ambiente y en oscuridad.

### **Preparación de extractos vegetales.**

Una vez que el material se secó, fue triturado por separado usando un molino manual, con las manos o con pinzas y tijeras de podar para los tejidos duros. Antes de preparar los extractos, cada tipo de material vegetal se pesó para obtener el peso inicial, el cual es importante para calcular el rendimiento del material vegetal. Las extracciones del material vegetal se realizaron por maceración secuencial en oscuridad es decir, el material triturado se cubre con disolventes orgánicos de polaridad diferente (hexano, cloroformo y metanol, en ese orden). El material vegetal se depositó en matraces Erlenmeyer de 1 L, agregándose disolvente suficiente para cubrir todo el material; el matraz se agitó ligeramente y se dejó reposar durante 72 h a temperatura ambiente y en oscuridad (Osuna, 1994). Después de este tiempo, la mezcla se filtró al vacío usando papel filtro Whatman® No. 5. Los restos se secaron y se agregó el segundo disolvente,

siguiendo el mismo procedimiento. Finalizada esta etapa y eliminados los restos de este segundo disolvente, el proceso se repitió con el tercer y último disolvente.

**Obtención del Rendimiento.** El peso inicial es importante para el rendimiento que fue calculado cuando se tuvo el extracto en volumen conocido de disolvente. Se usaron cubreobjetos debidamente numerados, calentados a 80°C en una estufa durante 45 min para eliminar restos de grasa y humedad. Después los cubreobjetos se manipularon con pinzas para evitar cualquier alteración en el peso, posteriormente se colocaron en un desecador que contenía gel de sílice para eliminar restos de humedad. Después de 5 min los cubreobjetos a temperatura ambiente se colocan en cajas de cultivo (PYREX) cerradas. Cada cubreobjeto fue pesado en una balanza digital, para obtener el Peso Seco del Cubreobjeto (PSC). Una vez pesados, se añadieron alícuotas de 30 µL de los extractos que se prepararon; cada extracto fue ensayado por triplicado. Los cubreobjetos con el extracto se calentaron en una parrilla (70 a 80°C), hasta evaporar el solvente completamente. Posteriormente los cubreobjetos se mantuvieron por 5 min en el desecador hasta que estuvieron a temperatura ambiente; pasado este tiempo se pesaron nuevamente para obtener el Peso del Extracto Evaporado (PEE). Finalmente, se calculó la diferencia entre PSC y PEE que es el Peso Seco del Extracto (PSE). Este valor se utilizó para calcular la cantidad total de extracto (X mg) presente en el Volumen Total (VT) de la extracción.

Promedio en mg total del extracto:  $\frac{PSE(mg)}{0.03 ml} \cdot VT (ml)$

0.03 ml.

**Bioensayo de preselección con *Artemia salina*.** Este bioensayo fue realizado con la finalidad de detectar los extractos con mayor actividad, además de ser un bioensayo rápido, de bajos costos y de resultados confiables (Meyer *et al.* 1982). Quistes de *A. salina* se prepararon e incubaron de acuerdo a Meyer *op. cit.* Aproximadamente 100 mg de quistes de *A. salina* se depositan en un litro de agua destilada preparada con 22.5 g de una mezcla comercial de sales (Instant

Ocean) o sal común. Los quistes se incubaron a temperatura ambiente con buena oxigenación y luz continua. Después de 48 h emergen las primeras larvas o nauplios. Todos los extractos se ensayaron a 20 y 200 partes por millón (ppm, 20 y 200 µg/ml). Los controles positivos se ensayaron a 100 ppm por su grado de toxicidad y por que en experimentos previos, a esta concentración la mortalidad es del 100%.

Los extractos a ser ensayados se prepararon de la siguiente manera: primero se cortaron porciones de papel filtro Whatman® No. 5 de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de superficie; sobre el papel filtro se depositó la cantidad adecuada de cada extracto, y luego se secó al vacío durante dos horas. Se usó un frasco de 25 ml por cada papel filtro. Un total de 30 nauplios de *A. salina* se depositaron en frascos con 5 ml de Instant Ocean más el papel filtro conteniendo el extracto. Los frascos se incubaron a temperatura ambiente y la evaluación de mortalidad en por ciento se realizó después de 24 h. Cada dilución se ensayo por duplicado. Los extractos seleccionados se ensayaron posteriormente para evaluar la toxicidad en las diferentes especies de insectos ya seleccionadas.

#### **Ensayos de toxicidad (aguda y crónica).**

**Bioensayo de toxicidad aguda con *Epilachna varivestis*.** Con objeto de enfrentar a las larvas de *E. varivestis* con los extractos, foliolos sanos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) previamente lavados y secos, fueron contaminados con los extractos en solución. Para ello, se prepararon volúmenes acuosos de 20 ml de cada extracto, agregando 5 µl de un producto adherente o dispersante (Tritón ó Tween 80), en cada experimento se uso un control negativo (CN, que lleva todos los componentes del sistema a excepción del extracto ensayado), además de dos controles positivos a 100 ppm, uno con un producto comercial (Fosdrim®, organofosforado comercial al 90%) y uno con un extracto vegetal (extracto hexánico de semillas de *Annona muricata* [Annonaceae]) (Cabrera 1998). Con objeto de contaminar uniformemente el tejido vegetal ofrecido a los insectos, los foliolos de frijol fueron embebidos durante 20 seg. en la solución del extracto.

correspondiente y luego depositados en cajas petri previamente preparadas con agar (una lámina de agar simple tipo C [Moorhead & Co., Van Nuys, CA] de ca. 4 a 5 mm de grosor en el fondo de la caja] y toallas secantes para absorber restos de humedad; así preparadas, 20 larvas de primer estadio de *E. varivestis* se confinaron por caja e incubadas a  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $60\% \pm 5\%$  de Humedad Relativa y un fotoperíodo luz:oscuridad de 16:8 h. Para evaluar toxicidad aguda y otros efectos de la toxicidad de los productos, después de cinco días se contaron las larvas muertas y el peso en g de las larvas sobrevivientes (30% del número de larvas usadas por repetición). Todos los extractos se ensayaron por triplicado. En los ensayos de toxicidad aguda para adultos de la conchuela del frijol, los extractos se ensayaron a 20 y 200 ppm. Por cada concentración se dispusieron tres cajas de petri como se señala anteriormente y cada caja con cinco adultos jóvenes (24 a 72 h de emergencia). El control negativo se preparó con agua, solvente y adherente; los controles positivos se prepararon como se señala líneas arriba para las larvas de este coleóptero. El registro de mortalidad se llevó a cabo como se señala previamente.

**Bioensayo de toxicidad crónica en *E. varivestis*.** Una vez conocidas las propiedades tóxicas agudas de los extractos ensayados, se procedió a seleccionar aquellos productos con mayor toxicidad (en este caso con un porcentaje de mortalidad superior al 40%) para evaluar la toxicidad crónica. Para ello, los folíolos de plantas se prepararon de la misma manera que para el ensayo de toxicidad aguda. Las soluciones de extractos se prepararon a 100 ppm para este ensayo, una concentración no necesariamente mortal para las larvas de *E. varivestis*. Cada extracto se ensayo por triplicado, usando 20 larvas de primer estadio por caja. La revisión de las cajas se realizó cada 48 ó 72 h, registrando las larvas muertas y pesando las sobrevivientes seleccionadas al azar de la manera como se detalla anteriormente. Estas larvas sobrevivientes se criaron hasta los estadios de pupa y adulto para registrar cualquier efecto anormal: los resultados se compararon con los controles negativo y positivo. En cada revisión, el follaje ofrecido a larvas fue renovado y siempre contaminado con la solución del extracto respectivo. El hecho de renovar el follaje se debe a la marchitez que este pueda

alcanzar y que pueda influir en el resultado. Las evaluaciones se continuaron hasta que las larvas alcanzaron al estadio de pupa y finalmente al estadio de adulto. Los datos de mortalidad, expresadas en porcentaje fueron acumulados a través de todas las fechas.

#### **Bioensayos con *Spodoptera frugiperda*.**

**Toxicidad aguda.** Los extractos a ser probados se prepararon a tres concentraciones (50, 150 y 200  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) que fueron aplicados en volumen constante (35  $\mu\text{l}$ ) a cada pozo en placas de poliestireno de 24 pozos Cell Wells (Cell Wells, Corning Glass Works, Corning, N.Y.); el control sólo contenía una mezcla de solvente usado para cada extracto y agua. Se preparó dieta normal, misma que se vació a las placas; se permitió que solidificara y, posteriormente, sobre la superficie se extendió una capa del extracto correspondiente y a la concentración determinada. Una vez seco el extracto, se colocaron las larvas del gusano cogollero con ayuda de un pincel fino (doble cero) colocando una larva de primer estadio de *S. frugiperda* por pozo (con 2 repeticiones por cada concentración probada). Finalmente, cada placa se cubrió con plástico autoadherible (Saran Wrap) para evitar que las larvas escaparan, y sobre el plástico se hicieron pequeñas perforaciones para respiración. Sobre el plástico se colocó la tapa de la placa, misma que fue ajustada con ligas. Las placas con los insectos se mantuvieron a condiciones constantes de temperatura, humedad relativa y fotoperíodo (27°C  $\pm$ 1.5°C, 60% $\pm$ 5% HR y un fotoperíodo luz:oscuridad de 16:8 h) durante siete días. Después de este tiempo, las placas se revisaron contando las larvas vivas y muertas. Treinta por ciento de las larvas sobrevivientes fueron muestreadas para tomar datos morfométricos (peso y talla) y determinar posibles efectos en su desarrollo. Los resultados obtenidos en este rango nos permitieron establecer la  $CL_{50}$ .

**Toxicidad crónica.** Para este ensayo se decidió usar aquella concentración de los extractos inferior a la determinada en la  $CL_{50}$  (aproximadamente la mitad de este valor) que se obtuvo para cada uno de ellos, a

fin de evitar la muerte de las larvas. La forma de realizar el ensayo fue similar al ensayo de toxicidad aguda, con la diferencia que este ensayo de toxicidad crónica las larvas se mantuvieron hasta la formación de las pupas o capullos. Se usaron cien larvas de primer estadio de *S. frugiperda*, alimentadas con la dieta contaminada por los extractos vegetales. Después de seis días que las larvas se alimentaron continuamente, se registró el número de larvas muertas y las sobrevivientes se transfirieron a recipientes con dieta normal (no contaminada), permitiendo que continuaran con su alimentación y se desarrollaran hasta el estadio de pupa. Al final se registró el número de pupas formadas en cada uno de los tratamientos.

#### **Bloensayo con *Bemisia tabaci*.**

**Toxicidad aguda.** La toxicidad de los extractos vegetales se evaluó de acuerdo a la descripción de Pacheco en 1997. Los extractos a ser enfrentados con esta plaga se prepararon a dos concentraciones (20 y 200 ppm) con tres repeticiones. Las soluciones se prepararon en un volumen de 5 ml, usando el solvente adecuado (hexano, cloroformo o metanol) y debidamente homogenizadas. Posteriormente, cada solución fue vaciada a frascos limpios de vidrio de 30 ml, e impregnando las paredes de los mismos con movimientos circulares durante aproximadamente 30 segundos. Realizado este paso, se procedió a pasar esta solución al segundo frasco (segunda repetición) y luego a un tercer frasco (tercera repetición). Realizado este proceso para todos los extractos, los frascos se mantuvieron abiertos de manera que el solvente pudiera evaporarse y quedara solamente el extracto. Los frascos para los controles fueron tratados con el solvente puro, con una solución de *A. muricata* (10 ppm) y una solución de Fosdrim® (10 ppm). Una vez que el solvente se evaporó completamente, los frascos fueron cubiertos con parafilm y luego se procedió a introducir a los adultos de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Los adultos fueron capturados a partir de la cría con un aspirador manual; acoplado la boca del aspirador a la entrada del frasco tratado, se introdujeron aproximadamente 30 adultos por cada repetición. El bioensayo se reviso después de 12 horas para

evitar la muerte de los organismos por falta de alimentación, contando así los individuos muertos y los sobrevivientes. La mortalidad natural que ocurra en el control permitirá corregir la mortalidad en los tratamientos usando la fórmula de Abbot (Abbot, 1925).

Posteriormente se procedió a realizar el bioensayo para determinar la  $CL_{50}$  el cual fue preparado de la misma forma que el ensayo anterior solo que se prepararon los extractos a 5 concentraciones diferentes (50, 100, 200, 300 y 400 ppm); al igual que para la toxicidad aguda, la revisión se llevó a cabo después de 12 h. Cabe señalar que para esta plaga insectil, no se realizó el bioensayo de toxicidad crónica ya que era necesario proporcionar alimento a los adultos y esto podría ocasionar que escaparan y alteraran los resultados que pudieran ser obtenidos.

**Análisis Estadísticos.** Los efectos agudos ó crónicos de los extractos preparados fueron analizados vía Análisis de Varianza (ANOVA) de acuerdo a Dowdy y Wearden (1983) y Keppel (1982).

**Determinación de la Concentración Letal Media ( $CL_{50}$ ).** Para determinar la concentración a la cual se muere el 50% de la muestra de insectos usados (concentración letal media  $CL_{50}$ ) se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en los experimentos anteriores, para lo cual se utilizó el total de larvas muertas para cada concentración y para cada extracto. La  $CL_{50}$  fue calculada por medio de análisis Probit (Finney 1971).

## RESULTADOS

Se evaluó la actividad biológica de las partes aéreas de cinco especies arbóreas del género *Ipomoea* sp. (Convolvulaceae) del Estado de Morelos. En la Tabla 3 se muestran los nombres y las partes de las especies colectadas, además del peso macerado y el volumen obtenido al final de las extracciones realizadas:

Tabla 3. Especies usadas y el peso utilizado para macerar.

ESPECIE- PARTE UTILIZADA	CLAVE	PESO (g) MACERADO	VOLUMEN FINAL (ml)		
			HEXANO 1° SOLV.	CLOROFORMO 2° SOLV.	METANOL 3° SOLV.
<i>I. murucoides</i> /hojas	1	617.5	18.74	29.1	42.8
<i>I. murucoides</i> /flor	2	318.6	38.5	9.3*	13.2*
<i>I. murucoides</i> /corteza	3	152.86	11.2	4.9	14.1
<i>I. murucoides</i> /flor	4	6.4	2.15	8.1	7.1
<i>I. comea</i> /corteza	5	66.2	3.26	5.57	9.4
<i>I. comea</i> /flor en botón	6	39.7	3.37	5.5	5.0
<i>I. comea</i> /hojas	7	147.2	7.79	12.3	18
<i>I. cuemavacensis</i> /hojas	8	51.3	4.55	4.1	10.5
<i>I. cuemavacensis</i> /corteza	9	192	9.7	2.1**	9.6**
<i>I. intrapilosa</i> /corteza	10	171.6	6.2	7.45	12.5
<i>I. intrapilosa</i> /semillas	11	51.7	4.8	3.1	5.1
<i>I. intrapilosa</i> /hojas	12	148.9	7.4	9.4	13.5
<i>I. intrapilosa</i> /semilla-casc.	13	159	16.7	5.0	12.3
<i>I. arborescens</i> /hojas	14	75.05	4.45	8.5	13.1
<i>I. arborescens</i> /corteza	15	221.8	8.1	5.75	24.1
<i>I. comea</i> /flor	16	38	2.3	---	---

\*A partir de 159.3 g macerados.

\*\* A partir de 128 g macerados.

Tomando en cuenta el valor del volumen final obtenido y el material vegetal ocupado para obtener este volumen, se procedió a obtener el valor del rendimiento del material vegetal que a continuación se presenta en la tabla 4:

Tabla 4. Rendimiento obtenido después de las tres extracciones realizadas por solvente para cada especie y parte vegetal utilizada.

CLAVE	PROMEDIO TOTAL DEL EXTRACTO (g)			RENDIMIENTO (%)		
	Hexano 1	Cloroformo 2	Metanol 3	Hexano 1	Cloroformo 2	Metanol 3
1	1.874	1.649	60.348	0.303	0.267	9.772
2	2.994	0.496	8.756	0.939	0.311	5.496
3	6.16	0.310	22.043	4.029	0.202	14.42
4	0.208	0.351	0.236	3.246	5.484	3.697
5	0.825	0.408	4.01	1.247	0.617	6.058
6	0.228	0.146	1.45	0.575	0.369	3.652
7	0.703	1.503	9.099	0.523	1.021	6.182
8	0.798	0.168	5.658	1.557	1.941	11.029
9	1.552	0.112	6.176	0.024	0.087	4.875
10	1.198	0.223	5.125	0.698	0.130	2.986
11	0.624	0.051	1.796	1.206	0.099	3.474
12	0.764	0.480	3.899	0.513	0.322	2.618
13	0.556	0.211	0.574	0.349	0.132	0.361
14	1.424	0.255	8.646	1.897	0.339	11.52
15	2.042	0.747	6.051	0.921	0.337	2.728
16	0.107	—	—	0.282	—	—

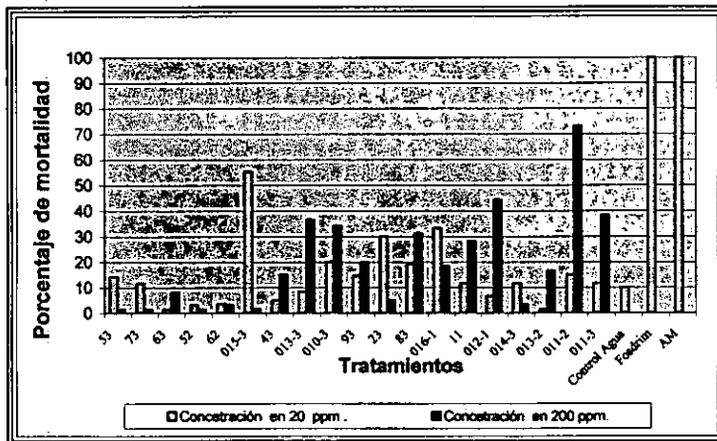
Posteriormente en el bioensayo de preselección con *A. salina* se registró una mortalidad superior al 40 % en 19 de los extractos ensayados, lo cual fue considerado aquí como un indicio de la actividad tóxica de los extractos probados (Tabla 5), siendo estos extractos los que se usaron en bioensayos posteriores con las plagas insectiles.

Tabla 5. Resultados del ensayo de preselección realizado con *Artemia salina*.

CLAVE	ESPECIE/PARTE VEGETAL UTILIZADA/SOLVENTE	% DE MORTALIDAD	CONCENTRACIÓN (ppm)
11	<i>I. murucoides</i> /hojas/hexano	40	20
23	<i>I. murucoides</i> /flor/metanol	53	200
43	<i>I. murucoides</i> /flor 6.4g/ metanol	87	200
52	<i>I. carnea</i> / corteza/cloroformo	47	20
53	<i>I. carnea</i> /corteza/metanol	100	200
53	<i>I. carnea</i> /corteza/metanol	90	20
63	<i>I. carnea</i> /flor en botón/metanol	50	200
63	<i>I. carnea</i> / flor en botón/metanol	97	20
62	<i>I. carnea</i> /flor en botón/cloroformo	70	200
73	<i>I. carnea</i> /hojas/metanol	94	200
83	<i>I. cuemavacencis</i> /hojas/metanol	73	200
93	<i>I. cuemavacencis</i> /corteza/metanol	47	20
10-3	<i>I. intrapilosa</i> /corteza/metanol	57	200
11-2	<i>I. intrapilosa</i> /semilla/cloroformo	60	200
11-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla/metanol	94	20
12-1	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/hexano	40	200
12-3	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/metanol	94	200
12-3	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/metanol	74	20
13-2	<i>I. intrapilosa</i> /semilla-casc./cloroformo	100	20
13-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla-casc/metanol	50	20
14-3	<i>I. arborescens</i> /hojas/metanol	100	200
15-3	<i>I. arborescens</i> /corteza/metanol	40	200
16-1	<i>I. carnea</i> /flor/hexano	80	200
Control+	<i>Annona muricata</i>	70.3	100
Control+	<i>Galphimia glauca</i>	75	100
Control+	Fosdrim	100	100
Control -	H <sub>2</sub> O	0	

## Bioensayos con *Epilachna varivestis*.

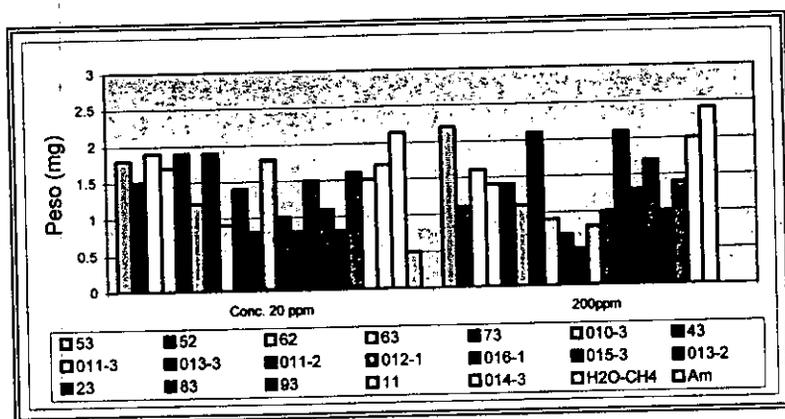
**Toxicidad Aguda.** A continuación se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de toxicidad aguda donde se observó que después de cinco días de duración del ensayo, los extractos de *I. arborescens*/corteza en metanol (clave 15-3) e *I. intrapilos*/semilla en cloroformo (clave 11-2) a 20 y 200 ppm presentaron una mortalidad mayor al 50%, en tanto que el resto de los extractos presentaron una mortalidad inferior; los controles positivos como el producto comercial (Fosdrim®) y el extracto vegetal AM-001 (extracto hexánico de *A. muricata*) ocasionaron una mortalidad del 100 % (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje de mortalidad de larvas de primer estadio de *E. varivestis*, tratadas con los extractos preseleccionados con *A. salina*. El control negativo de agua mostró una mortalidad cercana al 10 %, en tanto que los controles positivos (Fosdrim y AM) registraron una mortalidad de 100 %.

Analizando el peso desarrollado por las larvas, el extracto de *I. intrapilos*/semilla en cloroformo (clave 11-2), a 20 y 200 ppm, ocasionó una disminución evidente en esta característica (cuando se compara con el control de agua), seguido por el producto de *I. intrapilos*/semilla/metanol (clave 11-3) a 20 ppm, aunque la actividad es menor a 200 ppm (Figura 2). El análisis de varianza

(ANOVA) realizado señala que las diferencias significativas observadas en el peso de las larvas se debe tanto a los productos aplicados ( $F_{17,578}=23.9$ ,  $p<0.05$ ), como a la concentración de estos ( $F_{1,578}=7.217$ ,  $p<0.05$ ), así como la interacción de los dos factores ( $F_{15,578}=8.311$ ,  $p<0.05$  [ver apéndice II]). Las larvas que no crecen adecuadamente se alimentan menos y suelen ser presa fácil de sus enemigos naturales por su propia debilidad física. Sin embargo, también se presentó el caso contrario donde algunos de los extractos ocasionan un incremento en el peso de las larvas en desarrollo, mayor que el peso del control negativo (agua) como es el caso del extracto de *I. arborescens*/hojas/metanol (clave14-3) a 200 ppm (Tukey,  $d_{0.05}=1.248$ , ver apéndice III). Estos productos, fagoestimulantes, estimulan a los insectos a comer y es posible usarlos en programas de control.



**Figura 2.** Efecto de los extractos en el desarrollo de larvas de *E. varivestis* (marcado por el peso en mg) después de cinco días. El control de AM fue usado a 10 ppm. El peso promedio para larvas de cinco días es de aproximadamente 2.5 a 3 mg.

Posteriormente se realizó un último ensayo de toxicidad aguda con adultos de *E. varivestis*, ya que al igual que las larvas también los adultos viven permanentemente en el hospedero, donde observamos que ninguno de los extractos de cacahuate aplicados ocasionan una mortalidad significativa que pudiera ser considerada como importante para el control de esta plaga (Figura 3).

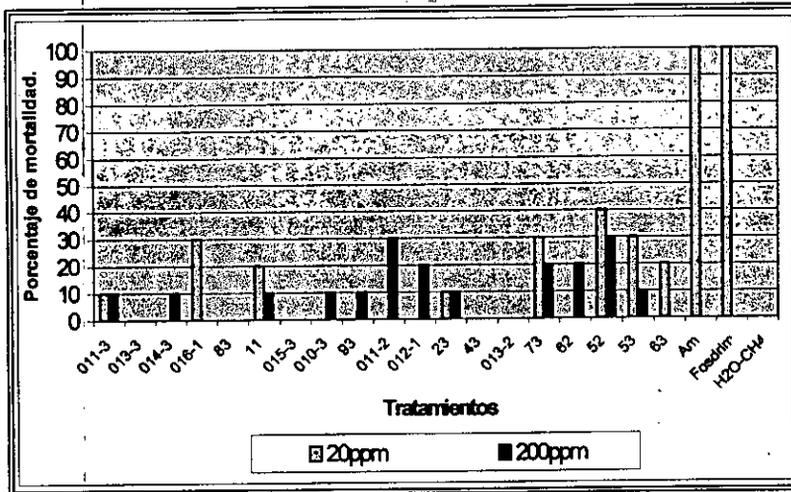


Figura 3. Resultados del ensayo de toxicidad aguda de extractos de cacahuates con adultos de *E. varivestis* (mortalidad expresada en porcentaje después de 5 días de iniciado el ensayo). En todos los casos, la mortalidad fue inferior al 40 %. En los controles positivos (*A. muricata* y Fosdrim®), la mortalidad fue del 100 %.

**Toxicidad crónica.** Los extractos usados para este bioensayo fueron los que presentaron mayor actividad en el bioensayo de toxicidad aguda. A continuación se presentan los resultados obtenidos en el transcurso de 21 días en los cuales se realizaron 14 mediciones (Figura 4). El extracto de *I. intrapilosa*/semilla/metanol (clave 11-3), seguido por el producto de *I. intrapilosa*/semilla-cascarilla/metanol (clave 13-3), llegan a producir hasta el 50% de mortalidad en un tiempo menor con respecto a los otros productos (fechas 2 y 3); podemos notar claramente que hubo una diferencia entre la mortalidad ocasionada por el control positivo de *A. muricata*, cuya mortalidad es mayor al 80% en la primera fecha de medición, es decir después de 48 h de iniciado el ensayo.

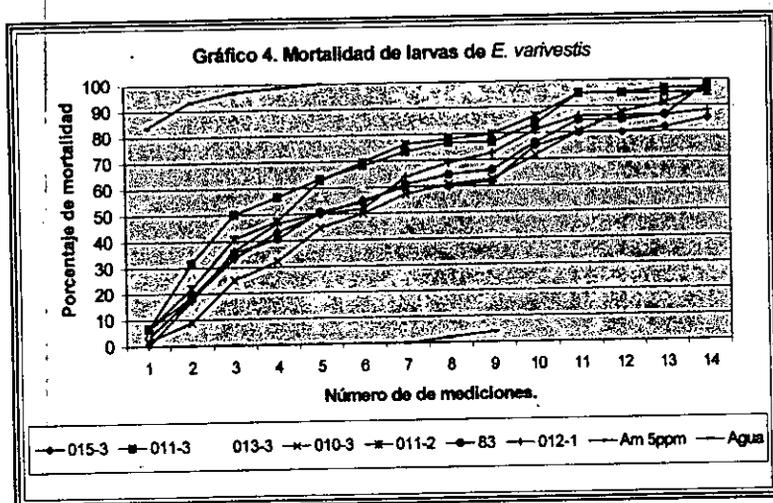


Figura 4. Mortalidad de larvas de *E. varivestis* en un ensayo de toxicidad crónica. El extracto 11-3 mata al 50% de los individuos a la 3<sup>ra</sup> fecha de medición (esto es, al 6to día de comenzar el ensayo). El control positivo de *A. muricata* (Am) produce hasta un 85 % de mortalidad después de 72 h de exposición.

Con respecto al peso de las larvas en desarrollo, en este tipo de ensayo se observó que, inicialmente, el control negativo (sólo agua) presentó un peso promedio superior a todos los tratamientos; sin embargo, en las últimas fechas de medición (17 días de duración del ensayo), los grupos experimentales mostraron un peso promedio superior al control. Como se ha mostrado en los experimentos de toxicidad aguda, varios de los extractos preparados han sido tóxicos mortales. Para este experimento de toxicidad crónica, se usaron concentraciones menores que no fueran mortales por necesidad, pero que tuvieran algún efecto. Esto indica, que algunos de los compuestos pueden tener algún efecto inicial de inhibición, pero que después ocasiona un incremento en la alimentación. Por consiguiente, algunos de los extractos, como el de *I. arborescens*/corteza/metanol (clave 15-3), *I. intrapilosa*/semilla/metanol (clave 11-3) y algunos otros, pueden ser activos como fagoestimulantes y que puede ser una opción para el manejo integrado de esta plaga (Figura 5).

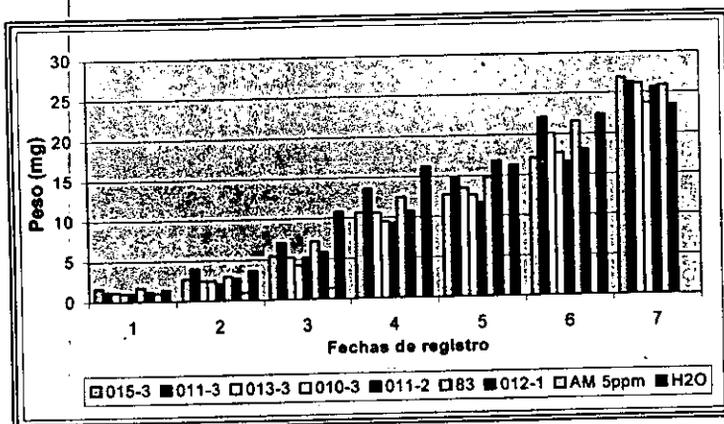


Figura 5. Peso de las larvas de *E. Varivestis* en bioensayo de toxicidad crónica. Algunos extractos a la fecha 6 de medición presentan un peso promedio superior al control negativo (agua).

Por otro lado, también se calculó Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) con los extractos más activos. Donde los extractos de *I. intrapilososemilla*/cloroformo e *I. arborescens*/corteza/metanol, fueron dos de los productos con valores de CL<sub>50</sub> más bajos (68.83 y 10.70 ppm correspondientemente) y que además presentaron mayor toxicidad, aunque otros de los extractos mostrados en la tabla 6 pueden considerarse como de buen nivel de toxicidad, ya que ninguno excede los 250 ppm (250 mg/l).

#### Bioensayos con *Spodoptera frugiperda*.

##### Extractos aplicados sobre la dieta .

**Toxicidad aguda.** El ensayo que se realizó para el gusano cogollero del maíz mostró que los extractos aplicados son más tóxicos contra el gusano cogollero que contra la conchuela del frijol, ya que extractos como el de *I. murucoides*/hojas/hexano (11), *I. arborescens*/hojas/metanol (14-3) a las tres concentraciones usadas, *I. carnea*/flor en botón/cloroformo (clave 62) y el de *I. carnea*/hojas/metanol (clave 73) a 150 µg/cm<sup>2</sup> son de los más tóxicos ya que alcanzaron un porcentaje de mortalidad mayor al 90% (Figura 6).

Tabla 6. CL<sub>50</sub> obtenida mediante análisis probit para larvas de *E. varivestis*.

EXTRACTO	ESPECIE/PARTE VEGETAL UTILIZADA/SOLVENTE	CL <sub>50</sub> (ppm)
11	<i>I. murucoides</i> /hojas/hexano	18.85
23	<i>I. murucoides</i> /flor/metanol	92.92
83	<i>I. cuemavacensis</i> /hojas/metanol	50
10-3	<i>I. intrapilosa</i> /corteza/metanol	194.0
11-2	<i>I. intrapilosa</i> /semilla/cloroformo	68.83
11-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla/metanol	130.38
12-1	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/hexano	12739
13-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla-casc./metanol	222.05
15-3	<i>I. arborescens</i> /corteza/metanol	10.70
16-1	<i>I. carnea</i> /flor/hexano	59.52

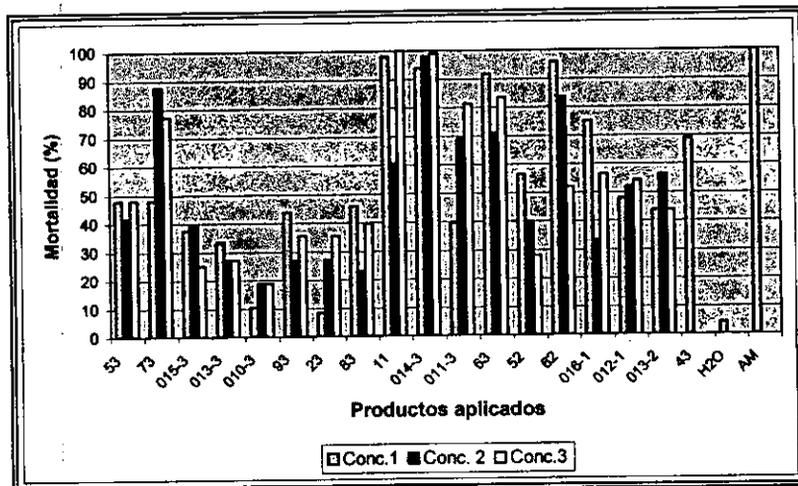


Figura 6. Porcentaje de mortalidad en larvas de primer estadio de *S. frugiperda*, expuestas a los extractos de especies arbóreas del género *Ipomoea*. Para este ensayo de toxicidad aguda, se usaron tres concentraciones de cada extracto problema (Conc. 1=50, Conc. 2=150 y 200  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  de superficie de dieta). La mayoría de los extractos mostraron una actividad tóxica importante contra esta plaga.

Referente al impacto que este tipo de productos tienen en el desarrollo de los insectos, se evaluó la variable peso (en mg) y la talla (en mm) alcanzadas después de siete días de alimentación. En cuanto al peso, el análisis ANOVA mostró diferencias significativas ocasionadas tanto por los extractos (productos) ( $F_{(18,380)}=25.958$ ,  $p<0.05$ ), por las concentraciones aplicadas de los mismos ( $F_{(2,380)}=3.890$ ,  $p<0.05$ ), además de la interacción de ambos factores ( $F_{(31,380)}=3.051$ ,  $p<0.05$ ). Los productos que mayormente influyeron en la reducción del peso de las larvas de *S. frugiperda* fueron los extractos de *I. carnea*/flor en botón/cloroformo, *I. carnea*/corteza/cloroformo y de *I. arborescens*/hojas/metanol. Al igual que en el bioensayo con *E. varivestis*, también en este ensayo se presentaron extractos que ocasionaron un incremento en la ingesta de alimento como *I. cuemavacensis*/corteza/metanol, *I. cuemavacensis*/hojas/metanol, *I. carnea*/corteza/metanol, entre otros (figura 7), los cuales rebasaron el promedio de peso del control negativo (agua) (Tukey,  $dt_{0,05}=19.815$ ).

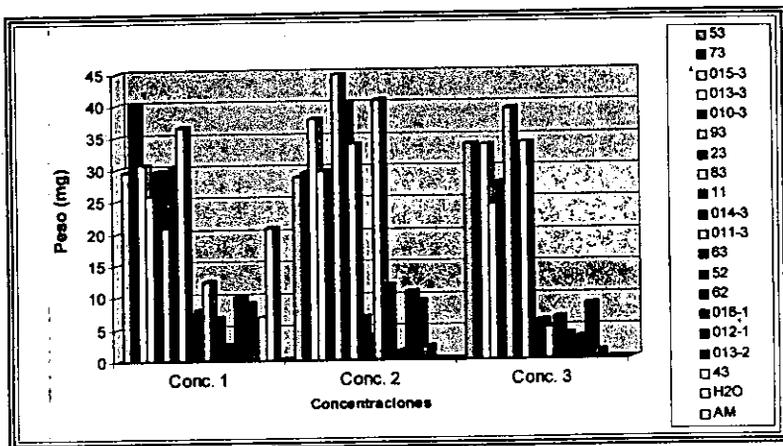


Figura 7. Pesos alcanzados por las larvas de *S. frugiperda* después de 7 días de alimentación con el extracto aplicado sobre la dieta. Al igual que en el ensayo anterior se usaron tres concentraciones de cada extracto problema (Conc. 1=50, Conc. 2=150 y 200  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  de superficie de dieta).

Por otro lado, se registraron diferencias significativas en la talla de las larvas después de siete días ocasionado esto por los extractos (productos) ( $F_{18, 380}=36.352, p<0.05$ ), y además de la interacción entre este factor y la concentración ( $F_{31,380}=2.652, p<0.05$ ). Ahora bien productos como *I. intrapilosa*/semilla-casc/cloroformo (clave 13-2), *I. carnea*/corteza/cloroformo (clave 52) e *I. carnea*/flor en botón/cloroformo (clave 62) causaron una disminución importante en la talla de las larvas, mientras que otros como el caso de *I. intrapilosa*/semilla-casc/metanol (clave 13-3) y el de *I. cuemavacensis*/hojas/metanol (clave 83), incrementaron la talla de las larvas (Tukey,  $dt_{0,05}=3.834$ ) (Figura 8).

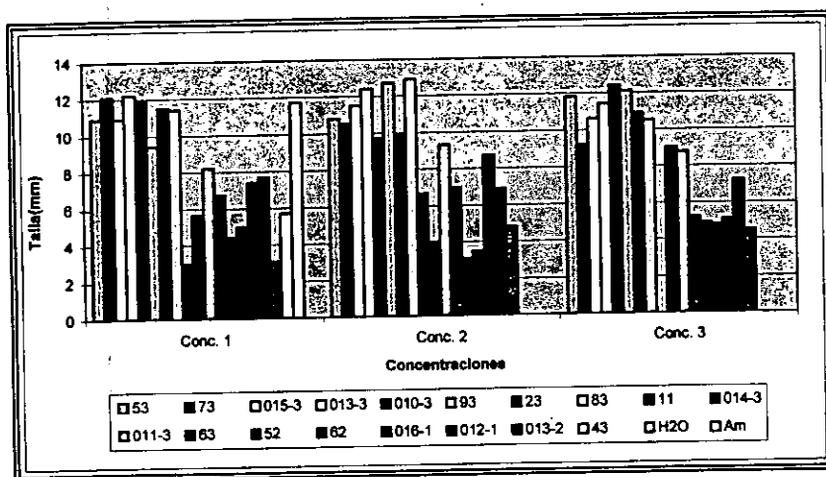


Figura 8. Gráfico donde se presentan las tallas alcanzadas por las larvas, en cual podemos notar extractos que disminuyen esta variable y otros que la aumentan. Las concentraciones usadas son las mismas que para las variables mortalidad y peso (Conc. 1=50, Conc. 2=150 y 200  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ).

Posteriormente se realizó el bioensayo para obtener la  $CL_{50}$  donde fueron ensayados 10 extractos que mostraron mayor mortalidad o una considerable disminución en el peso o talla de los organismos del gusano cogollero del maíz, de los cuales el extracto de *I. arborescens*/hojas/metanol (clave 14-3) presentó una  $CL_{50}$  menor a la de los otros productos ( $6.99 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), considerando además que es un producto tóxico y con efectos antialimentarios, es sin duda un producto atractivo para el control del gusano cogollero del maíz.

Tabla 7. Resultados obtenidos mediante análisis probit de los extractos aplicados sobre la dieta en larvas de primer estadio de *S. frugiperda*.

EXTRACTO	ESPECIE/PARTE VEGETAL UTILIZADA/SOLVENTE	CL <sub>50</sub> (µg/cm <sup>2</sup> )
11	<i>I. murucoides</i> /hojas/hexano	35.2
52	<i>I. carnea</i> /corteza/cloroformo	50
62	<i>I. carnea</i> /flor en botón/cloroformo	25
63	<i>I. carnea</i> /flor en botón/metanol	25
73	<i>I. carnea</i> /hojas/metanol	53.77
11-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla/metanol	70.29
12-1	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/hexano	134.53
13-2	<i>I. intrapilosa</i> /semilla-casc./cloroformo	114.62
14-3	<i>I. arborescens</i> /hojas/metanol	6.99
16-1	<i>I. carnea</i> /flor/hexano	30

**Toxicidad crónica.** Para este ensayo se aplicaron los mismos productos empleados en la obtención de la CL<sub>50</sub>; la concentración usada de los extractos fue menor al valor obtenido para la CL<sub>50</sub>, ya que la intención de este ensayo fue evitar la muerte de las larvas, a fin de poder determinar si hay retrasos en el desarrollo del ciclo de vida de *S. frugiperda*. En este sentido, a pesar de haber usado concentraciones inferiores a las que causan mortalidad, la sobrevivencia de los extractos ensayados fue baja con respecto a la sobrevivencia mostrada en el control (12 % para *I. arborescens*/hojas/metanol y 88 % para el control negativo [agua], respectivamente). En lo que a pupación se refiere, *I. arborescens*/hojas/metanol (14-3) es el extracto vegetal que menor pupación presentó, mientras que el mayor número de pupas formadas lo presentó el control negativo (agua).

Tabla 8. Resultados de bioensayo de toxicidad crónica donde el porcentaje de larvas sobrevivientes en los grupos experimentales es menor al 50 %, mientras que en los grupos controles el valor se incrementa hasta mas del 80%.

CLAVE	PRODUCTO	CONC. $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	NLI	NLS	PP	P
16-1	<i>I. carnea</i> /flor/hexano	20	100	28	19	9
52	<i>I. carnea</i> /corteza/cloroformo	30	100	25	20	9
14-3	<i>I. arborescens</i> /hojas/metanol	5	100	12	8	4
11-3	<i>I. intrapilosa</i> /semillas/metanol	60	100	23	18	10
12-1	<i>I. intrapilosa</i> /hojas/hexano	100	100	30	21	10
63	<i>I. carnea</i> /flor en botón/metanol	10	100	30	15	11
11	<i>I. murucoides</i> /hojas/hexano	20	100	36	21	10
73	<i>I. carnea</i> /hojas/metanol	30	100	33	28	14
62	<i>I. carnea</i> /flor en botón/cloroformo	10	100	43	29	10
Control	Agua	--	100	88	62	19

#### Bioensayo con *Bemisia tabaci*.

Con esta plaga insectil sólo se realizó el bioensayo de toxicidad aguda, ya que para realizar el bioensayo de toxicidad crónica es necesario estar proporcionando alimento a los adultos lo que ocasiona que estos en determinado momento puedan escapar.

**Toxicidad aguda en adultos.** En este bioensayo, los productos *I. murucoides*/flor/metanol (clave 43) y el de *I. carnea*/corteza/metanol (clave 52) principalmente, ocasionaron porcentajes muy altos de mortalidad (particularmente a 200 ppm), considerando entonces como los productos más tóxicos contra esta plaga insectil (Tukey,  $dt_{0.05}=13.655$ ), y las diferencias que se presentaron en la variable mortalidad estuvieron dadas principalmente por los productos

( $F_{14,54}=6.735$ ,  $p < 0.05$ ) ya que para el efecto de las concentraciones aplicadas no se encontraron diferencias significativas ( $F_{1,54}=1.339$ ,  $p < 0.05$ ) (Figura 9).

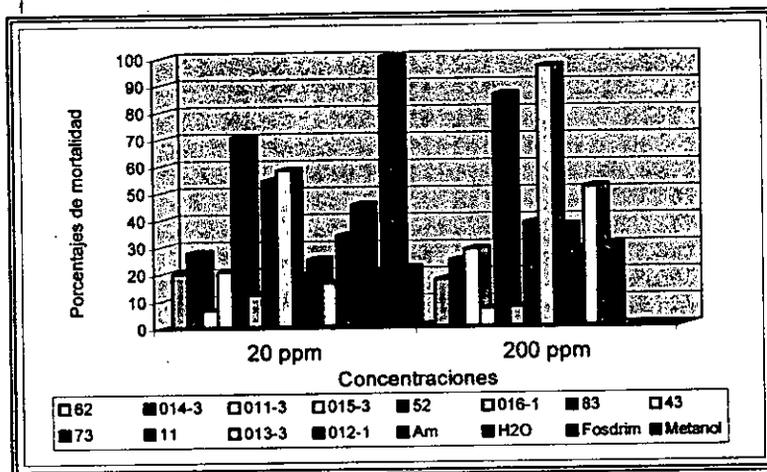


Figura 9. Mortalidad observada en adultos de mosquita blanca después de 12 horas de iniciado el ensayo. El control positivo (producto comercial, Fosdrim®) alcanza una mortalidad del 100% , mientras que el control positivo *A. muricata* (un producto vegetal) presenta una mortalidad menor al 50% siendo superado por varios extractos de los Cazahuates ensayados.

Y por último se determino la  $CL_{50}$  por medio de análisis probit, donde podemos observar que el extracto de *I. murucoides* /flor/metanol (clave 43) que resultó ser mas tóxico en ensayos de toxicidad aguda presenta una  $CL_{50}$  de 21.43 ppm es decir fue un producto efectivo a bajas concentraciones (Tabla 9).

Tabla 9.  $CL_{50}$  para la plaga insectil *Bemisi tabaci*. Los productos que resultaron ser mas tóxicos presentan una  $CL_{50}$  baja, siendo por lo tanto productos eficientes.

EXTRACTO	ESPECIE/PARTE VEGETAL UTILIZADA/SOLVENTE	$CL_{50}$ (ppm)
43	<i>I. murucoides</i> /flor/metanol	21.43
52	<i>I. carnea</i> /corteza/cloroformo	18.29
83	<i>I. cuemavacensis</i> /hojas/metanol	10.0
13-3	<i>I. intrapilosa</i> /semilla-cas./metanol	48.72

## DISCUSIÓN

Se investigó aquí el potencial insecticida de extractos orgánicos preparados a partir de las partes aéreas de cinco especies de árboles del género *Ipomoea* (CONVOLVULACEAE), las cuales poseen propiedades medicinales, ya mencionadas párrafos arriba (Aguilar *et al.* 1999, Valdéz, 1999, etc)

De acuerdo a los resultados mostrados, el bioensayo de preselección realizado con el crustáceo *Artemia salina* fue muy útil por lo práctico que resulta ya que permite seleccionar con cierto grado de eficiencia a los extractos vegetales con actividad biológica en sistemas animales (como lo recomienda Meyer *et al.* [1982]) en un periodo de tiempo corto (24 hrs después de iniciado el ensayo), y es además sencillo de realizar. Los extractos obtenidos de las partes aéreas de cinco especies de *Ipomoea* presentaron una actividad biológica importante en tres especies plaga de importancia en la agricultura. Saxena y Sumithra en 1985 mencionan una propiedad insecticida del extracto de hojas de *I. carnea*, el cual ocasiona mortalidad del 75% en *Anopheles stephensi* (mosquito de la malaria) (citado en Dev y Koul, 1997). Aunque esta y las actividades mostradas en esta investigación pueden no ser importantes para otros órdenes de insectos, ya que al momento de coleccionar algunas de las especies investigadas como es el caso de *I. carnea* en Marzo del 2000 en Xochitepec (Morelos), hormigas del género *Solenopsis* (hormiga de fuego), se encontraban asociadas a ella (E. Toledo, observación personal). Otro caso similar es el de *I. murucoides* que año con año es atacada por el crisomélido *Ogdoecosta biannularis* (Boh.) el cual puede llegar a provocar desde una defoliación ligera, hasta una muy severa; sin embargo, a pesar de esta defoliación las poblaciones silvestres de esta especie vegetal no son afectadas en su densidad (Romero, 1990). Sin embargo, tanto estas dos especies vegetales como las otras tres especies de ipomoeas investigadas en este trabajo mostraron actividades interesantes en tres plagas insectiles de importancia económica en la agricultura del país como son *Spodoptera frugiperda*, *Epilachna varivestis* y *Bemisia tabaci*, por ejemplo, *I. carnea* ha mostrado aquí ser tóxica para *S. frugiperda* (en forma de flor en botón y hojas, en cloroformo y metanol correspondientemente) y para *B.*

*tabaci* ocasiona también altos porcentajes de mortalidad (específicamente la corteza en cloroformo).

Los efectos mostrados por los extractos ensayados para la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* son los siguientes: 1) En toxicidad aguda, la mortalidad de larvas es baja (50%) con respecto a la mortalidad de otros productos vegetales como por ejemplo el de *Annona muricata* (usada como grupo control positivo) que presentó una mortalidad del 100%, mientras que para el ensayo con adultos la mortalidad ocasionada por los extractos de Ipomoeas disminuye siendo menor al 40%. 2) En cuanto a toxicidad crónica el extracto de la semilla de *I. intrapilosa* en metanol al 5<sup>to</sup> día después de ser aplicado alcanza el 50% de mortalidad siendo por lo tanto el extracto con mayor eficiencia media (ED<sub>50</sub>), es decir que alcanza el 50% de muertes del insecto blanco a un tiempo menor y cuya CL<sub>50</sub> fue de 130.38 ppm, y 3) Para el peso tanto en toxicidad aguda como crónica se presentó un efecto antialimentario a causa de extractos tales como el de *I. intrapilosa*/semilla/cloroformo, pero también observamos un incremento en esta misma variable ocasionada por *I. arborescens* (hojas y corteza en metanol) e *I. intrapilosa*/semilla/metanol, considerando entonces que pueden funcionar como fagoestimulantes a causa de la probable presencia de componentes secundarios que atraen al insecto (Vander *et al*, 1995) y que pueden constituir una herramienta más para el manejo integrado de esta plaga.

En el caso de *Spodoptera frugiperda*, extractos de las hojas de *I. murucoides* en hexano (CL<sub>50</sub> de 35.2 µg/cm<sup>2</sup>), *I. arborescens* en metanol (CL<sub>50</sub> de 6.99 µg/cm<sup>2</sup>) e *I. carnea* (flor en botón/cloroformo con CL<sub>50</sub> de 25 µg/cm<sup>2</sup> y hojas/metanol con CL<sub>50</sub> de 53 µg/cm<sup>2</sup>) fueron tóxicos, ocasionando porcentajes mayores al 90% de mortalidad, además de que algunas partes aéreas de *I. carnea* como la corteza y la flor en botón ocasionan una disminución significativa en el peso. Similar al caso de *E. varivestis* hubo un incremento en el peso y la talla de las larvas de *S. frugiperda*, esto ocasionado por los productos de *I. cuemavacensis*/hojas, flor en botón y corteza en metanol e *I. intrapilosa*/semilla-casc/metanol, corroborando entonces la actividad fagoestimulante que pueden tener estas especies arbóreas. Es

interesante comparar los resultados obtenidos contra resultados de otros autores como el de Lagunes (1994) principalmente en el aspecto del uso de algunas Ipomoeas en forma de polvo, infusiones y maceraciones para el combate a plagas como el gusano cogollero del maíz, la conchuela del frijol, el gorgojo pardo del frijol y otros, donde este autor no encontró actividad importante contra las dos primeras plagas insectiles antes mencionadas y que fueron usadas en esta investigación; a diferencia de lo antes mencionado, en este trabajo si se encontraron actividades que se consideran importantes y el mismo caso es para el control positivo usado en esta misma investigación por su alta mortalidad *Annona muricata* (Cabrera, 1999) que en forma de polvo, maceración o infusión no mostró actividad contra ninguna de las plagas ensayadas (Lagunes 1994), por lo que se considera que la maceración secuencial con solventes de diversa polaridad permite obtener una gama de productos de carga diversa, que dificilmente pueden obtenerse con agua solamente.

Ahora bien para *Bemisia tabaci* plaga insectil de una gran variedad de cultivos agrícolas entre los cuales están hortalizas, frutales y ornamentales se presentaron altos porcentajes de mortalidad (entre el 80% a más del 90%) ocasionados por los extractos de *I. carnea*/corteza/cloroformo e *I. murucoides*/flor/metanol en organismos adultos, cuya  $CL_{50}$  fue de 18.29 ppm para el primer extracto y 21.43 ppm para el segundo. Es importante mencionar que sería conveniente probar los extractos con estados de pupa y ninfa de esta plaga y determinar si al igual que con los adultos hay una mortalidad importante lo que haría a estos extractos más potenciales ya que pueden constituir una alternativa importante para el control biológico de esta plaga en cualquier estado de su ciclo de vida.

Cabe mencionar algunas observaciones interesantes sobre los extractos usados: primero que la mayoría de los productos con alguna actividad son los metanolicos, seguidos por los clorofórmicos y al final los hexánicos; Y lo segundo es que las actividades que muestra una especie y parte vegetal en un solvente es diferente a la que causa esta misma en otro solvente, como es el caso de *I.*

*intrapilosa*/semilla-casc/metanol incrementa la talla de las larvas de *S. frugiperda*, mientras que en el solvente cloroformo reduce la talla (toxicidad aguda). Estas actividades pueden deberse a la diferencia de componentes secundarios que son extraídos con metanol y los que son extraídos con cloroformo y hexano. Por lo tanto, en este trabajo reafirma la importancia de identificar a los componentes secundarios que ocasionan las diversas actividades de estas cinco especies arbóreas de ipomoeas en las especies plaga ensayadas y los mecanismos de acción de estos, ya que según Schmetz (1971) la naturaleza química de los tóxicos de plantas más importantes corresponde a diversas categorías: alcaloides, aminoácidos, piretroides, esteroides cumarinas, etc. y que son productos comunes en las plantas.

Químicamente, los cacahuates producen ciertos alcaloides (principalmente en follaje), probables responsables de la actividad tóxica para los insectos, por mencionar algunos de los compuestos identificados para especies de ipomoeas tenemos alcaloides basados en serotonina (en semillas de *I. obscura* [Weigl, 1991]), antocianinas y otros glucósidos en flores de *I. cairica* (Pomilio, 1972), y para una de las especies arbóreas usada en esta investigación. Osuna (1994), reporta algunos alcaloides derivados del ergot de *Ipomoea intrapilosa* que, dependiendo de la concentración de estos, pueden tener o no actividades psicotrópicas en el humano, resultando interesante conocer si estos alcaloides son los responsables de las actividades plaguicidas mostradas por esta especie vegetal, así como la presencia de estos en las otras especies arbóreas empleadas en esta investigación.

## CONCLUSIONES

Se evaluó la toxicidad aguda y crónica de extractos de 5 especies de ipomoeas arbóreas (*I. arborescens*, *I. carnea*, *I. cuernavacensis*, *I. intrapilosa* e *I. murucoides*), las cuales mostraron actividades importantes para el control biológico o manejo integrado de tres plagas insectiles de importancia económica en la agricultura del país .

Entre las actividades observadas esta una toxicidad aguda alta para las plagas insectiles *Spodoptera frugiperda* (plaga del maíz) y *Bemisia tabaci* (plaga de un gran número de cultivos en el país), efectos antialimentarios para *Epilachna varivestis* (plaga del frijol) y *Spodoptera frugiperda*, junto con una actividad fagoestimulante que podría constituir una herramienta para el manejo integrado de estas plagas. Además las CL<sub>50</sub> de estos extractos son bajas en la mayoría de los casos siendo por lo tanto mas atractivos para su uso en el control biológico de estas tres plagas insectiles. Demostrando así el potencial insecticida que pueden tener las plantas siendo una alternativa real en el control de plagas en nuestro país. Por tales causas es importante la identificación de los componentes secundarios que ocasionan estas actividades y sus mecanismos de acción para de esta forma realizar un control bien dirigido y por que no a la acción especifica de estos metabolitos sobre la fisiología del insecto blanco.

Este trabajo reafirma la importancia de los productos naturales renovables: la flora de nuestro país, como una alternativa para el control de plagas y además la ventaja de constituir una fuente que no altera el entorno ecológico como lo han venido haciendo los productos químicos usados.

Además, se considera pertinente continuar con la investigación sobre plantas que sean candidatas a tener actividades insecticidas sobre estos y otros insectos plaga con la finalidad de tener un uso discriminado de las especies vegetales insecticidas y así contribuir al buen aprovechamiento y conservación de estas.

## LITERATURA CITADA

1. Abbot, W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.
2. Aguilar, A. 1999. La medicina tradicional popular actual. *Herbolaria Mexicana: guías prácticas-México Desconocido*, 5:49.
3. Aranda, E., J. Sánchez, M. Peferoen, L. Güereca, y A. Bravo. 1996. Interactions of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins with the midgut epithelial cells of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae). *J. Invertebr. Pathol.*, 68:203-212.
4. Argueta, A. Cano, L. Rodarte, M. 1994. Atlas de las plantas de la Medicina Tradicional Mexicana-1. Instituto Nacional Indigenista. México. Pp 351-352.
5. Austin, D. 1983. Morning glory trees. Fairchild Tropical Garden. 38:6-10.
6. Cabrera, S. 1999. Búsqueda y aislamiento de productos plaguicidas bioquímicos a través de plantas medicinales de México. Memoria de Residencia Profesional. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pp 61.
7. De Bach, P. 1977. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. Continental. México. pp. 31-37.
8. Dennis S. 1983. Agricultural insect pests of the tropics and their control. 2<sup>a</sup> Ed. Cambridge University Press. New York.
9. Dev, S. y O. Kouf. 1997. Insecticides of natural origin. Harwood Academic Publishers. Australia. Pp. 365.
10. Dowdy, S. y S. Wearden. 1983. Statistics for Research. Wiley Interscience. Pp. 241-380.
11. Falcón, F. 1992. Toxicidad de sustancias vegetales contra el gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) bajo condiciones de campo en la región del Valle del Fuerte, Sinaloa. Tesis de Licenciatura en Biología. ENEP-Iztacala. UNAM. México. Pp 76.
12. Farnsworth, N. 1990. The role of ethnopharmacology in drug development. CIBA, Foundation. Pp 1-11.
13. Finney, J. 1971. Probit analysis, 3<sup>a</sup> Ed. University Press, Cambridge.
14. Gordon, M. 1982. Studies in *Ipomoea* (CONVOLVULACEAE). The arborescens group. *Missouri Botanical Garden*, 68:527-545.
15. Heraso, C. 1998. Evaluación de las actividades biológicas (insecticidas y citotóxicas) de extractos crudos de *Vitex trifolia* L.(Verbenaceae). Tesis Profesional de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. Pp 46.

16. Hernández, M. Heraso, C. Villarreal, M. Vargas, y Aranda, E. 1999. Biological activities of crude plant extracts from *Vitex trifolia* (Verbenaceae). *J. Ethnopharmacol.* 67:37-44.
17. Hernández, T. 1998. Plaguicidas en el medio rural morelense: Manejo de Productos químicos para el control de plagas en el Ejido de Cuautitlco, Cuautla, Morelos. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Pp. 92
18. Howard, H. 1981. Botanical remedies of South and Central America, and the Caribbean: An archival analysis. Part V. *J. Ethnopharmacol.* 4:129-158.
19. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1995. Datos estadísticos de producción de granos básicos y hortalizas en Morelos.
20. Keppel, G. 1982. Design and Analysis: a researcher's handbook. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, pp: 669.
21. Lagunes A. 1984. Empleo de sustancias vegetales contra plagas del maíz como alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. Informe del Proyecto Cooperativo [PCAFBNA-001299]. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp 162.
22. Lagunes, A. Rodríguez, C. 1988. Combate químico de las plagas de México. Colegio de Postgraduados Centro de Entomología y Acarología. México. Pp 265.
23. Lagunes, A. 1994. Memoria: Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Colegio de postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. México.
24. Matuda, E. 1963. El género *Ipomoea* en México. *An. Inst. Biol. UNAM.* Tomo XXXIV. Num. 1 y 2. México. pp 85-145.
25. Matuda, 1964. El género *Ipomoea* en México. *An. Inst. Biol. UNAM.* México. Pp 63-64.
26. Meyer, B. Femigni, N. Putnam, J. Jacobsen, L. Nichols, D. y McLaughlin. J. 1982. Brine Shrimp: A Convenient General Bioassay for Active Plant Constituents. *J. Med. Plant Res.* 45:32-34.
27. Minh, J. 1984. Técnicas eficientes para la crianza masiva de infestación de insectos, en la selección de plantas hospedantes para resistencia al gusano de la mazorca elotero *Heliothis zea*. Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo. Folleto Técnico. pp.17.
28. Morón, M. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología. México. Pp 188-374.
29. Murguía, G. 1995. Morfología y Anatomía reproductiva de nueve especies de la serie Arborescentes (*Ipomoea*, Convolvulaceae L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F. Pp 90.
30. Natural Academy of Sciences. 1978. Manejo y Control de Plagas de Insectos. Vol.3. Ed. Limusa. México. pp. 27-419.

31. Osuna, L. 1994. Efecto del extracto metanólico de *Ipomoea intrapilosa* (Rose) sobre la respuesta serotoninérgica en útero de rata. Tesis de Maestría en Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina. UAEM. Xochitepec. Morelos. Pp. 72.
32. Pacheco, J. J. 1997. Estrategia de Manejo Regional de Insecticidas (Mosquita Blanca de la Hoja Plateada). En: Taller sobre Manejo Integrado de la Mosquita Blanca en Morelos. Campo Experimental Zacatepec, Mor., 18 y 19 de Julio. 1997. Pp 58-71.
33. Perusquia, M. Mendoza, S. Bye, R. Linares, E. Mata, R. 1994. Vasoactive effects of aqueous extracts from five mexican medicinal plants on isolated rat aorta. *J. Ethnopharmacol.* 46:63-69.
34. Perusquia, S. 1983. Estudio Químico preliminar de la raíz de *Ipomoea tyrianthina* (Convolvulaceae); Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. D.F. 35p.
35. Pimentel, D. y Greiner. 1997. A. Environmental and Socio-Economic Costs of Pesticide Use. en D. Pimentel(ed) *Techniques for Reducing Pesticide Use: Environmental and Economic Benefits.* Pp 51-78
36. Pomilio, A. 1972. Acylated Anthocyanins from *Ipomoea cairica*. *Phytochemistry.* 11:1125-1128.
37. Primo, E. 1991. Ecología Química: Nuevos aspectos de la lucha contra insectos. Ed. Mundi-prensa. España.
38. Román, E. 1998. Propiedades Insecticidas de *Galphimia glauca* Cav. (MALPIGHIACEAE), planta utilizada en la Medicina Tradicional Mexicana. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. Cuernavaca, Morelos. Pp 47.
39. Romero, J. 1990. Morfología y Biología de *Ogdoecosta biannularis* (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) en su huésped silvestre *Ipomoea murucoides* (CONVOLVULACEAE) en el Estado de Morelos, México. *Folia Entomol. Mex.* 78:85-93.
40. Rzedowski, J. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Compañía Editorial Continental. México.
41. Singh, F. 1977. Artificial Diets for Insects, Mites and Spiders. Plenum Publishing Co., New York. Pp 594.
42. Schmetz. 1971. Nicotine and other tobacco alkaloids. En: Naturally occurring insecticides. Eds. Jacobson M and Crosby DG) Marcel Dekker, New York. Pp 99.
43. Valdéz. 1999. La herbolaria en el Noroeste de México. Herbolaria mexicana: guías prácticas-méxico desconocido. Num. 4. México. Pp 14-53
44. Vander, R. 1995. Specificity of the Red Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae) Phagostimulant Response to Carbohydrates. *Florida Entomologist.* 78(1):144-150.
45. Weigl, R., Kaloga, M., y Eich, E. 1991. Ipobscurine C: A macrocyclic novel serotonin alkaloid with neolignan substructure from the seeds of *Ipomoea obscura*. *Planta Med.*

57:A135-A136.

## APENDICE I

**Ingredientes de la dieta.** Harina de soya 71.1g, germen de trigo 31.7 g, sales Wesson 10.6 g, sacarosa 13 g, ácido sórbico 1 g, metilparabén 1.6 g, ácido ascórbico 4.3 g, agar 14 g, ácido acético (825%) 12 ml, formalina (10%) 4.4 ml, cloruro de colina (15%) 7.3 ml, solución vitamínica 3.5 ml, aureomicina (14 %) 1.2 ml.

**Preparación de la dieta.** En un recipiente de un litro se disuelve el agar en 500 ml de agua destilada caliente y se agita para evitar que se formen grumos. La solución de agar así preparada se hierve a fuego bajo durante 10 min. Esta solución de agar junto con los demás ingredientes, excepto las vitaminas, se licúan y al mismo tiempo se agregan 600 ml más de agua destilada fría. Por último se agrega la solución vitamínica. Inmediatamente la dieta se pone en un vaso de precipitado pequeño y se vacían 2 ml aproximadamente por pozo de la dieta en placas corning cell wells de 24 pozos evitando que se formen burbujas. Las cajas se secan a temperatura ambiente en una superficie plana. Una vez que la dieta haya secado se procede a colocar el extracto a probar agitando suavemente la placa para que se impregne toda la superficie de la dieta en los pozos, se deja secar a temperatura ambiente o bien en una campana de extracción.

**Cría de *Spodoptera frugiperda*.** En cada vaso con dieta se colocan de 4 a 5 larvas de primer estadio e incubadas a condiciones constantes de temperatura y humedad relativa ( $27^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  y  $60\% \pm 5\%$  HR.) y un fotoperiodo luz: oscuridad de 16:8 h. Bajo estas condiciones, las larvas se mantienen hasta que alcanzan su máxima talla esto en aproximadamente en un periodo de 13 a 15 días. Después de este periodo las larvas dejan de alimentarse y comienzan a pupar, cuando la mayoría de las larvas de un lote determinado han pupado por completo, las pupas se retiran del vaso, se enjuagan de 10 a 15 segundos en una solución de hipoclorito de sodio al 2.5% y posteriormente se secan en toallas de papel. Las pupas se agrupan en un número aproximada de 10 a 15 pupas en botes de plástico de dos litros revestidos con toallas secantes para ponerse a incubación. Para evitar que los adultos que sean emergidos puedan escapar, la boca del bote se cubre con

tela de organza. En verano no hay gran diferencia en el tiempo de emergencia de los adultos por mantener los botes con las pupas a temperatura ambiente o en el cuarto de cría bajo las condiciones antes señaladas, pero en invierno el tiempo de emergencia se puede prolongar manteniendo a temperatura ambiente los botes con las pupas, según los requerimientos que tengan de adultos.

Los adultos se alimentan con una solución de sacarosa o miel al 10%, la cual se renueva por lo menos cada tercer día. Se deja que los adultos copulen de 3 a 4 días, una vez que las hembras ovipositan en las toallas secantes las masas de huevos colectadas se depositan en cajas Petri y se incuban con las condiciones antes mencionadas. Las masas de huevos que no son usadas inmediatamente deben de mantenerse en refrigeración a 4°C de 8 a 10 días como máximo y después ser utilizadas.

#### SOLUCIÓN VITAMÍNICA PARA LA PREPARACIÓN DE LA DIETA

VITAMINA	CANTIDAD
Pantotenato de Calcio	0.420mg/35ml
Niacimida	2.31g/35ml
Riboflavina	0.105735ml
Ac. Fólico	0.525g/35ml
Tiamina	0.0525g/35ml
Biotina	0.0042g/35ml
Complejo V <sub>12</sub>	0.875 ml

\*Para 1L de dieta.

## APENDICE II

### ANÁLISIS DE VARIANZA

**Toxicidad aguda con *Epilachna varivestis* con  $p < 0.05$**

**Análisis para la variable peso por producto y concentración.**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Producto	132.904	17	7.818	23.899	1.57*
Concentración	2.361	1	2.361	7.217	3.84*
Interacción	40.781	15	2.719	8.311	1.67*
Error	189.079	578	.327	.327	
Total	367.454	611	.601	.601	

**Análisis para la variable peso por producto y por concentración.**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Dif. Entre tratamientos	135.2337	17	7.9549	20.3480	1.57*
Error	232.2337	594	.3909		
Total	367.4543	611			

◆ **Toxicidad aguda para *Spodoptera frugiperda* con  $p < 0.05$**

**Análisis de varianza para la variable peso por producto y concentración.**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Producto	64550.723	18	3586.151	25.958	1.57*
Concentración	1074.411	2	537.206	3.890	3.0*
Interacción	13060.128	31	421.294	3.051	1.46*
Error	52477.210	380	138.098		
Total	131274.533	431	304.581		

Análisis de varianza para la variable talla por producto y concentración.

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>CAL</sub>	F <sub>tab</sub>
Producto	3506.145	18	194.786	36.352	1.57*
Concentración	17.870	2	8.935	1.668	3.0
Interacción	440.435	31	14.208	2.652	1.46*
Error	2036.146	380	5.358		
Total	6021.546	431	13.971		

Análisis de varianza para la variable peso por producto.

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>CAL</sub>	F <sub>tab</sub>
Dif. entre tratamientos	64662.7842	18	3592.3769	22.2731	1.57*
Error	66611.7489	413	161.2875		
Total	131274.5331	431			

♦ Toxicidad aguda para *Bemisia tabaci* con  $p < 0.05$

Análisis de varianza para mortalidad por producto y concentración.

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>CAL</sub>	F <sub>tab</sub>
Producto	2160.397	14	154.314	6.735	1.84*
Concentración	30.681	1	30.681	1.339	4.0
Interacción	243.819	11	22.165	4.036	2.49*
Error	1237.333	54	22.914		
Total	3642.0	80	45.525		

Análisis para la variable mortalidad por producto.

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F <sub>CAL</sub>	F <sub>tab</sub>
Dif. entre tratamientos	2130.1667	14	152.1548	6.6424	1.84*
Error	1511.8333	66	22.9066		
Total	3642.0	80			

### APENDICE III

#### PRUEBA DE TUKEY

*Epilachna varivestis*.

Prueba de Tukey para los efectos de los productos sobre el peso de las larvas de *Epilachna varivestis* en bioensayo de toxicidad aguda. Las diferencias entre pares se compararon contra el valor de Tukey (Keppel, 1982),  $dt=qt$  ( $CME/N=1.248$ ). Donde se están señalando los datos cuyo valor es mayor al peso obtenido por el grupo control ( $H_2O$ ), indicando la actividad fagoestimulante de estos productos (Datos sombreados).

PROD	11-2	83	11-3	16-1	13-3	10-3	12-1	H <sub>2</sub> O	23	13-2	93	15-3	11	16-1	43	14-3	
Am	0.377	0.327	0.555	0.591	0.689	0.725	0.844	0.925	0.972	1.041	1.063	1.105	1.15	1.438	1.638	1.680	1.7611
11-2	0.705	0	0.227	0.263	0.341	0.397	0.516	0.597	0.644	0.713	0.736	0.777	0.822	1.108	1.311	1.352	1.4333
83	0.933		0	0.036	0.113	0.169	0.288	0.369	0.416	0.486	0.508	0.55	0.594	0.88	1.083	1.125	1.2058
11-3	0.969			0	0.077	0.133	0.252	0.333	0.38	0.45	0.472	0.513	0.558	0.844	1.047	1.088	1.1695
016-1	1.047				0	0.055	0.175	0.255	0.302	0.372	0.394	0.436	0.480	0.766	0.969	1.011	1.0917
13-3	1.102					0	0.119	0.2	0.247	0.316	0.338	0.380	0.425	0.711	0.913	0.955	1.0361
10-3	1.222						0.08	0.127	0.197	0.219	0.261	0.305	0.591	0.794	0.836	0.9167	
12-1	1.302							0	0.047	0.116	0.138	0.180	0.225	0.511	0.713	0.755	0.8361
H <sub>2</sub> O	1.35								0	0.069	0.091	0.133	0.177	0.463	0.666	0.708	0.7889
23	1.419									0	0.021	0.063	0.108	0.394	0.597	0.638	0.7195
13-2	1.441										0	0.041	0.086	0.372	0.575	0.616	0.8772
93	1.483											0	0.04	0.33	0.533	0.575	0.6556
15-3	1.527												0	0.286	0.488	0.53	0.6111
11	1.813													0	0.202	0.244	0.325
16-1	2.016														0	0.041	0.1222
43	2.058															0	0.0806
14-3	2.138																0

*Spodoptera frugiperda*

Prueba de Tukey con los pesos observados en el bioensayo con *Spodoptera frugiperda*. Las diferencias entre pares se compararon contra el valor de Tukey (Keppel, 1982),  $dt=qt$  ( $CME/N=19.815$ ). Donde productos como el 93, 83, y otros (datos sombreados) ocasionan un incremento en la talla de los insectos, observándose nuevamente la actividad fagoestimulante observada para la conchuela del frijol.

PROD	62	52	14-3	43	16-1	12-1	63	11	11-3	H <sub>2</sub> O	10-3	13-3	73	53	23	15-3	83	93	
13-2	1.38	0.83	1.25	5.27	5.37	7.28	7.55	9.13	14.18	16.02	19.25	22.86	25.04	27.95	29.16	30.9	32.65	33.33	33.45
62	2.21	0	0.42	4.44	4.54	6.45	6.72	8.3	13.35	15.19	18.42	22.03	24.21	27.12	28.33	30.07	31.82	32.5	32.62
52	2.63		0	4.02	4.12	6.03	6.3	7.88	12.93	14.77	18	21.61	23.79	26.7	27.91	29.65	31.4	32.08	32.2
14-3	6.65			0	0.1	2.01	2.28	3.86	8.91	10.75	13.98	17.59	19.77	22.68	23.89	25.63	27.38	28.06	28.18
43	6.75				0	1.91	2.18	3.76	8.81	10.65	13.88	17.49	19.67	22.58	23.79	25.53	27.28	27.96	28.08
16-1	8.66					0	0.27	1.85	6.9	8.74	11.97	15.58	17.76	20.67	21.88	23.62	25.37	26.05	26.17
12-1	8.93						0	1.61	6.63	8.47	11.7	15.31	17.49	20.4	21.61	23.35	25.1	25.78	25.9
63	10.51							0	5.05	6.89	10.12	13.73	15.91	18.82	20.03	21.77	23.52	24.2	24.32
11	15.56								0	1.884	5.07	8.68	10.86	13.77	14.98	16.72	18.47	19.15	19.27
11-3	17.40									0	3.23	6.84	9.02	11.93	13.14	14.88	16.63	17.31	17.43
H <sub>2</sub> O	20.63										0	3.61	5.79	8.7	9.91	11.65	13.4	14.08	14.2
10-3	24.24											0	2.18	5.09	6.3	8.04	9.79	10.47	10.59
13-3	26.42												0	2.91	4.12	5.86	7.61	8.29	8.41
73	29.33													0	1.21	2.95	4.7	5.38	5.5
53	30.54														0	1.74	3.49	4.17	4.29
23	32.28															0	1.75	2.43	2.55
15-3	34.03																0	0.68	0.8
83	34.71																	0	0.12

Prueba de Tukey para las tallas (mm) observados en el bioensayo con *Spodoptera frugiperda*. Las diferencias entre pares se compararon contra el valor de Tukey (Keppel, 1982) antes mencionado con una CME/N= 3.834. Donde los productos 13-3, 83 incrementan la talla de los individuos mientras que el 52, 13-2 ocasionan una disminución en esta variable.

PROD	52	62	43	63	14-3	16-1	12-1	11-1	11	73	15-3	53	16-1	10-3	93	H <sub>2</sub> O	83	13-3	
13-2	4.15	0.06	0.15	1.55	2.32	2.35	3.05	3.1	3.69	4.51	6.48	6.92	7.01	7.14	7.18	7.25	7.55	7.66	7.85
52	4.21	0	0.09	1.49	2.26	2.29	2.99	3.04	3.63	4.45	6.4	6.88	6.95	7.08	7.12	7.19	7.49	7.6	7.79
62	4.30	0	0	1.4	2.17	2.2	2.9	2.95	3.54	4.36	6.31	6.77	6.86	6.99	7.03	7.1	7.4	7.51	7.7
43	5.70		0	0.77	0.8	1.5	1.55	2.14	2.96	4.91	5.37	5.46	5.59	5.63	5.7	6	6.11	6.3	
63	6.47			0	0.03	0.73	0.78	1.37	2.19	4.14	4.6	4.69	4.82	4.86	4.93	5.23	5.34	5.53	
14-3	6.50				0	0.7	0.75	1.34	2.16	4.11	4.57	4.68	4.79	4.83	4.9	5.2	5.31	5.5	
16-1	7.20					0	0.05	0.84	1.46	3.41	3.87	3.96	4.09	4.13	4.2	4.5	4.61	4.8	
12-1	7.25						0	0.59	1.41	3.36	3.82	3.91	4.04	4.08	4.15	4.45	4.58	4.75	
11-3	7.84							0	0.82	2.77	3.23	3.32	3.45	3.49	3.56	3.86	3.97	4.16	
11	8.66								0	1.95	2.41	2.5	2.63	2.67	2.74	3.04	3.15	3.34	
73	10.61									0	0.46	0.55	0.68	0.72	0.79	1.09	1.2	1.39	
15-3	11.07										0	0.09	0.22	0.26	0.33	0.63	0.74	0.93	
53	11.16											0	0.13	0.17	0.24	0.54	0.65	0.84	
16-1	11.29												0	0.04	0.11	0.41	0.52	0.71	
10-3	11.33													0	0.07	0.37	0.48	0.67	
93	11.40														0	0.3	0.41	0.6	
H <sub>2</sub> O	11.70															0	0.11	0.3	
83	11.81																0	0.19	

*Bemisia tabaci*

Prueba de Tukey con los valores observados en el bioensayo con *Bemisia tabaci* para la variable mortalidad ocasionada por los productos aplicados. Las diferencias entre pares se compararon contra el valor de Tukey (Keppel, 1982),  $dt=qt$  ( $CME/N=13.655$ ). Los datos sombreados son los que presentan mayor mortalidad que con respecto a los otros productos.

PROD		62	16-1	11-3	73	15-3	11	12-1	14-3	13-3	Am	83	52	43	Fosdrim
H <sub>2</sub> O		6.166	6.166	6.5	6.5	7.333	7.666	9.166	9.666	9.666	11.666	11.833	17.5	17.666	27.666
62	5	1.166	1.166	1.5	1.5	2.333	2.666	4.166	4.666	4.666	6.666	6.833	12.5	12.666	22.666
16-1	6.166	0	0	0.333	0.333	1.166	1.5	3	3.5	3.5	5.5	5.666	11.333	11.5	21.5
11-3	6.166	0	0	0.333	0.333	1.166	1.5	3	3.5	3.5	5.5	5.666	11.333	11.5	21.5
73	6.5			0	0	0.833	1.166	2.666	3.166	3.166	5.166	5.333	11	11.166	21.166
15-3	6.5			0	0	0.83	1.666	2.666	3.166	3.166	5.166	5.333	11	11.166	21.166
11	7.333					0	0.333	1.833	2.333	2.333	4.33	4.5	10.166	10.333	20.333
12-1	7.666						0	1.5	2	2	4	4.166	9.833	10	20
14-3	9.166							0	0.5	0.5	2.5	2.666	8.333	8.5	18.5
13-3	9.666								0	0	2	2.166	7.833	8	18
Am	9.666								0	0	2	2.166	7.833	8	18
83	11.666										0	0.166	5.833	6	16
52	11.833											0	5.666	5.833	15.833
43	17.5												0	0.166	10.166
Fosdrim	17.666													0	10