

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**CONTROL DE *Trialeurodes vaporariorum* MEDIANTE EL
USO DE EXTRACTOS DE *Petiveria alliacea* L. EN JITOMATE
HIDROPÓNICO BAJO INVERNADERO**

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias en
Protección Vegetal**

Presenta:

LUIS MANUEL ESPINOSA MENDOZA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, México. Abril de 2004.

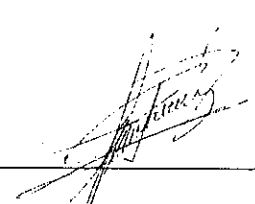


**CONTROL DE *Trialeurodes vaporariorum* MEDIANTE EL USO DE
EXTRACTOS DE *Petiveria alliacea* L. EN JITOMATE HIDROPÓNICO BAJO
INVERNADERO**

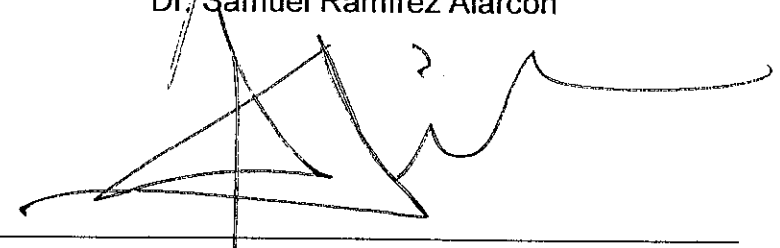
Tesis realizada por **Luis Manuel Espinosa Mendoza** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

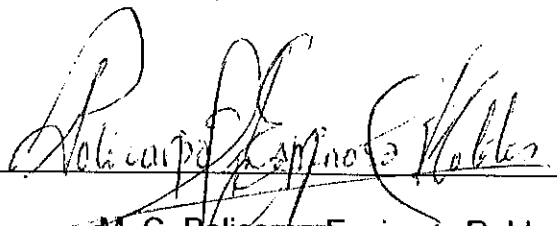
DIRECTOR: _____


Dr. Samuel Ramírez Alarcón

ASESOR: _____


Dr. Víctor Manuel Pinto

ASESOR: _____


M. C. Policarpo Espinosa Robles

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por permitir mi crecimiento profesional.

Al Departamento de Parasitología Agrícola por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de estudiar mi posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo económico.

Al Dr. Samuel Ramírez Alarcón por la confianza y apoyo brindado.

Al M. C. Luis Emilio Castillo Márquez por su asesoría en la parte estadística de la investigación.

Al M. C. Policarpo Espinosa Robles y Dr. Esaú Moreno por su apoyo ofrecido durante la fase de campo.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto por la confianza.

A todos los profesores que participaron en la transmisión de conocimientos hacia mi persona.

DEDICATORIAS

A ti Señor:

Gracias por iluminar y bendecir mi camino

A mis padres con amor y cariño

Gracias por confiar siempre en mí

A mis hermanos:

YOSHADHARA, JOSÉ Y GABRIEL

Gracias por ser parte de mi vida

A mis amigos y compañeros de la maestría en protección vegetal, y en

especial a Georgina, gracias por tu amistad.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo, nació en el municipio de Texcoco, Estado de México, el día 14 de mayo de 1976. Realizó sus estudios de educación media superior y educación superior en la Universidad Autónoma Chapingo, de la cual egresó en el año de 1998 como Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. De agosto de 2001 a julio de 2003 realizó estudios de posgrado en el programa de Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	Página i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	4
III. HIPÓTESIS.....	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Extractos vegetales, una alternativa para el control de plagas.....	6
4.2. Plantas con utilidad insecticida.....	8
4.3. Inconvenientes en el uso de plantas insecticidas.....	11
4.4. Antecedentes del uso insecticida de <i>Petiveria alliacea</i>	11
4.5. Antecedentes del uso nematicida de <i>Petiveria alliacea</i>	13
4.6. Antecedentes del uso bactericida de <i>Petiveria alliacea</i>	13
4.7. Familia <i>Phytolaccaceae</i>	14
4.8. Género <i>Petiveria</i> sp.	14
4.9. <i>Petiveria alliacea</i>	15

4.9.1.	Descripción botánica.....	15
4.9.2.	Hábitat.....	17
4.9.3.	Agricultura.....	17
4.9.4.	Composición fitoquímica.....	18
4.9.4.1.	Raíz.....	19
4.9.4.2.	Tallo.....	19
4.9.4.3.	Hoja.....	19
4.9.4.4.	Inflorescencias y Semillas.....	20
4.10.	Mosquita blanca de los invernaderos.....	20
4.10.1.	Clasificación.....	20
4.10.2.	Importancia.....	21
4.10.3.	Hospedantes.....	23
4.10.4.	Descripción morfológica.....	23
4.10.5.	Hábitos y biología.....	25
4.10.6.	Daños.....	29
4.10.7.	Control.....	30
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
5.1.	Ubicación del experimento	35
5.2.	Invernadero, contenedor y sustrato.....	35
5.3.	Material vegetal (hospedero).....	35
5.4.	Cría de mosquita blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>).....	36
5.5.	Colecta, secado y molido del material vegetal (<i>Petiveria alliacea</i>).....	36

5.6.	Preparación de extractos.....	37
5.7.	Descripción de los tratamientos y diseño experimental.....	37
5.8.	Manejo del experimento.....	39
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
6.1.	Análisis de tratamientos aplicados en la fase uno.....	43
6.2.	Análisis de tratamientos aplicados en la fase dos.....	45
6.2.1.	Primera evaluación.....	45
6.2.2.	Segunda evaluación.....	46
6.3.	Análisis de tratamientos aplicados en la fase tres.....	48
VII.	CONCLUSIONES.....	50
VIII.	LITERATURA CITADA.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Influencia de la planta hospedera sobre la longevidad de las hembras adultas de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , sobre su oviposición y sobre la mortalidad de los estados premarginales.....	26
Cuadro 2. Duración del ciclo biológico de <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (desde huevo a adulto) a diversas temperaturas (estos datos pueden variar en función de la planta hospedera).....	28
Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la segunda fase (primera evaluación) del experimento.....	38
Cuadro 4. Tratamientos evaluados en las tres fases del experimento.....	38
Cuadro 5. Análisis de varianza (fase uno).....	43
Cuadro 6. Comparación múltiple de medias del porcentaje de mortalidad de siete extractos de <i>Petiveria alliacea</i> sobre adultos de <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	44
Cuadro 7. Análisis de varianza (fase dos, primera evaluación).....	45
Cuadro 8. Comparación múltiple de medias del número de adultos muertos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) debido al efecto de seis tratamientos.....	46
Cuadro 9. Análisis de varianza (fase dos, segunda evaluación).....	46
Cuadro 10. Comparación múltiple de medias del número de adultos muertos (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) debido al efecto de siete extractos de <i>Petiveria alliacea</i>	48
Cuadro 11. Análisis de varianza (fase tres).....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Porcentaje de mortalidad obtenido en cada uno de los tratamientos de <i>Petiveria alliacea</i> , aplicados en la fase uno.....	44
Figura 2. Número de adultos muertos por tratamiento aplicado en la primera evaluación de la fase dos.....	46
Figura 3. Número de adultos muertos por tratamiento aplicado en la segunda evaluación de la fase dos.....	48

CONTROL DE *Trialeurodes vaporariorum* MEDIANTE EL USO DE EXTRACTOS DE *Petiveria alliacea* L. EN JITOMATE HIDROPÓNICO BAJO INVERNADERO

CONTROL OF *Trialeurodes vaporariorum* BY MEANS OF USE OF EXTRACTS OF *Petiveria alliacea* L. IN HYDROPONIC TOMATOES UNDER GREENHOUSE

Luis Manuel Espinosa Mendoza¹ y Samuel Ramírez Alarcón²

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del área de Agricultura Protegida de la Universidad Autónoma Chapingo, con el objetivo de evaluar el efecto insecticida de siete extractos de *Petiveria alliacea*, sobre el control de adultos y ninfas de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de jitomate producido en hidroponia bajo invernadero. La evaluación se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar. Los resultados obtenidos de mortalidad que producen los extractos de *Petiveria alliacea* (etanólicos y acuosos) sobre los adultos de *Trialeurodes vaporariorum* afirman el poder insecticida que posee esta planta, siendo estos una alternativa de control de mosquita blanca en producciones agrícolas bajo invernadero. El extracto que mejor controló adultos de mosquita blanca fue el etanólico al 100% el cual puede ser diluido con agua hasta 25% conservando su acción insecticida. El extracto acuoso es la forma más fácil y práctica de preparar extracto de *Petiveria alliacea*, el cual puede incrementar su acción insecticida, con solo aumentar la dosis de *Petiveria alliacea* que se va a macerar.

Palabras clave: insecticida, etanólico, acuoso.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the facilities in the area of Protected Agriculture at the Autonomous University Chapingo, with the objective of evaluating the effect of seven insecticide extracts made from *Petiveria alliacea* plant, on the control of white fly (*Trialeurodes vaporariorum*) adults and nymphs in the cultivation of tomatoes produced in hydroponics under greenhouse. The evaluation was made completely under a random experimental design. The mortality results obtained from the *Petiveria alliacea* extracts (in ethanol or in water) on *Trialeurodes vaporariorum* adults confirm the insecticide power that this plant has, through alternative extracts in the control of white fly in agricultural production under greenhouse. The extract that best controlled adult white flies was the one made with ethanol with a 100% concentration that can be diluted with water up to 25% and conserve its insecticide action. The extract in water is the easiest and most practical form to prepare *Petiveria alliacea* and to be able to improve its insecticide action, only by increasing the dose of *Petiveria* that is to be ground into powder.

Key words: insecticide, in ethanol, in water.

¹ Estudiante de Maestría en Protección Vegetal del Departamento de Parasitología Agrícola

² Profesor investigador del Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

I.- INTRODUCCIÓN.

Uno de los problemas más importantes en el país es encontrar alternativas de producción agrícola que sean rentables y puedan adaptarse a las condiciones ambientales del mismo. Ya que de los 200 millones de hectáreas del territorio nacional, sólo el 10% puede cultivarse sin problemas, debido a que se tiene gran variedad de limitaciones principalmente pendientes pronunciadas, falta de agua, escasa y azarosa precipitación y suelos pobres.

Por tal motivo, es necesario buscar nuevas tecnologías teniendo como objetivo aprovechar las pequeñas superficies con que cuentan la mayoría de los productores con cultivos rentables, que le permitan sostener a su familia, además de generar empleos. Varias hortalizas y plantas ornamentales tienen un alto valor en el mercado y con el uso de nuevas técnicas se puede lograr una producción alta y rentable a partir de pequeñas superficies.

En países como Holanda, Japón y España se utilizan dos técnicas, la hidroponía y los invernaderos, en conjunto ó por separado. La hidroponía ha tomado importancia, porque en este sistema, se puede producir desde un 100 a un 1000% más, que bajo un manejo convencional y con el incremento de la calidad. Debido principalmente al balance de oxígeno, agua y nutrientes para

las raíces, además con la ayuda de los invernaderos se reducen al mínimo las restricciones climáticas por lo que se pueden manejar fechas de siembra, rompiendo así la estacionalidad de los cultivos. Lo anterior permite la programación de la cosecha para sacar a la venta los productos con los mejores precios de mercado y también cultivar en el año la misma especie, con una producción continua. Con este sistema de producción los costos de inversión inicial son mayores a comparación de los sistemas convencionales, pero representa una mayor productividad en el número de ciclos de producción por año, por lo que resulta más redituable (Sánchez *et al.*, 1986; Sánchez y Escalante, 1989). En el caso de los invernaderos, éstos no necesitan ser tan sofisticados como en los países nórdicos, puesto que en México existen regiones con condiciones ambientales menos drásticas, que pueden aprovecharse para realizar estructuras mucho más económicas y adaptadas a las necesidades ambientales.

Para utilizar estas tecnologías es necesario obtener productos hortícolas que sean redituables, uno de éstos cultivos es el jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizado en nuestro país como elemento esencial de la cocina tradicional además proporciona una buena cantidad de empleo en el campo, por la cantidad de mano de obra que utiliza, incorpora divisas al país por la exportación y su amplio consumo en fresco e industrial (jugo, salsas, puré, conserva, pasta, etc.), se cultiva principalmente en Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí y Baja California.

Aunque con el uso de invernaderos se tiene mejor control de las plagas, uno de los principales problemas que se presenta en el cultivo de jitomate bajo invernadero es la presencia de insectos chupadores como la mosquita blanca que ha incrementado su ataque mediante la transmisión de virosis en los principales cultivos hortícolas del país. Y por si fuera poco, se ha vuelto resistente a la mayoría de los insecticidas convencionales y a sus mezclas. Esta adquisición de resistencia generalmente resulta por la necesidad de aumentar la dosis y frecuencia de aplicación de productos químicos, en consecuencia provoca que se eleven los costos de cultivo que incluso hacen incosteable la producción agrícola y los niveles de residuos que ponen en riesgo la exportación de las cosechas tratadas (Ortega *et al.*, 1998).

El desarrollo de resistencia de la mosquita blanca a insecticidas ha sido una de las limitantes más importantes para combatir esta plaga a nivel internacional. Por tal motivo se considera que si es imprescindible usar insecticidas, esto debe de hacerse de manera racional y dentro del contexto de manejo integrado de plagas. La detección precoz de cambios de resistencia a insecticidas en poblaciones de campo es importante en los programas de manejo integrado de plagas, para evitar aplicaciones innecesarias, alargar la vida útil de los insecticidas disponibles, disminuyendo costos de producción, reduciendo efectos adversos al ambiente, facilitar el uso de medidas alternativas de control (Ortega *et al.*, 1998). Y por lo tanto una alternativa de su control es mediante el uso de plantas con propiedades insecticidas (extractos vegetales).

II.- OBJETIVO.

El objetivo principal de la presente investigación, es evaluar el efecto insecticida de siete extractos de *Petiveria alliacea*, sobre el control de adultos y ninfas de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivo de jitomate producido en hidroponia bajo invernadero.

III.- HIPÓTESIS.

- La concentración más alta de extracto vegetal tiene mejor control insecticida que la concentración más baja.
- La concentración más baja de extracto vegetal posee menor poder insecticida, pero sigue actuando como tal.
- El uso de extracto vegetal (*Petiveria alliacea*) es un método de control muy eficiente e incluso igual al uso de productos químicos comerciales.

IV. REVISION DE LITERATURA.

4.1. Extractos vegetales, una alternativa para el control de plagas.

El hombre ha combatido los problemas de plagas con el uso de insecticidas organosintéticos, de los cuales ha llegado a depender de una forma absoluta. Desgraciadamente el uso irracional de éstos agroquímicos, debido al incremento en la frecuencia y dosis de aplicación, uso de mezclas, utilización de productos inefectivos y la aplicación de químicos persistentes, así como el uso de equipo inadecuado, entre otros factores ha traído consigo efectos colaterales como: el desarrollo de poblaciones de plagas resistentes; eliminación de fauna benéfica (enemigos naturales de plagas) que a su vez trae consigo el surgimiento de nuevas plagas y el incremento en los costos de producción; la alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas terrestres y acuáticos debido a la acumulación de residuos tóxicos a lo largo de las cadenas tróficas; inducción de diversas afecciones humanas como cánceres, esterilidad, daños al sistema nervioso y en general un deterioro de la salud de quienes consumen alimentos contaminados con residuos tóxicos y la contaminación de prácticamente todos los componentes de la biosfera debido al exceso de residuos tóxicos (Rodríguez, 2001; Hernández *et al.*, 2000; Soto *et al.*, 2000; Castañera, 1998; Estrada *et al.*, 1998).

Por lo anterior es importante cambiar las practicas de control de plagas que se han venido realizando durante más de un cuarto de siglo, por algo tan factible como el manejo integral de las mismas. El manejo integral de plagas, consiste en buscar alternativas para el control de plagas evaluando todas las técnicas disponibles, consolidándolas en un programa unificado para manejar las poblaciones de plagas a manera de evitar el daño económico y minimizar los efectos secundarios adversos.

Uno de los principales problemas en la producción de jitomate en las regiones subtropicales y tropicales de México lo constituyen las virosis causadas por geminivirus, cuyo daño se estima en pérdidas entre el 40% y 100% de la producción de manera que en algunas regiones se ha disminuido drásticamente la superficie sembrada. Los vectores de las enfermedades: *Bemisia tabaci*, *Bemisia argentifolii* y *Trioaleurodes vaporariorum*, se han combatido desde su detección en 1970 con diversos insecticidas, hacia los cuales estos insectos han venido desarrollando resistencia. Una alternativa poco explorada para este tipo de plagas, es el aprovechamiento de los metabolitos generados por las plantas durante su evolución como mecanismo de resistencia a diversos patógenos (Montes y Sosa, 1998).

Una alternativa que actualmente muestra gran potencial para el manejo de las mosquitas blancas es el uso de productos botánicos o mejor conocidos como insecticidas o insectistáticos vegetales. Gran variedad de especies vegetales producen sustancias que al ser aplicadas en forma de extractos sobre el cultivo,

provocan que la mosquita blanca se aleje de las plantas tratadas, ponga menos huevecillos, tarde más en llegar al estado adulto, coma menos o bien muera antes de aparearse (Ortega, 2001).

Se eligen las plantas con propiedades insecticidas porque los productos vegetales son biodegradables, de fácil obtención y aplicación, renovables (utilizándolas racionalmente) y económicas (Zanábriga, 2000; Aldana *et al.*, 2000). Con esto, el productor de bajos recursos puede utilizarlos y eficientar su producción, una vez conociendo las técnicas de preparación de los macerados e infusiones de plantas contra plagas específicas (Villar *et al.*, 2000).

Actualmente muchas instituciones educativas del país se encuentran trabajando en diferentes compuestos naturales derivados de plantas con propiedades insecticidas (Fariás, 2000) y es necesario hacer una recopilación de la información generada para darle difusión.

La alternativa a esta problemática es la utilización de extractos vegetales para enfrentar retos entomológicos, como son las plagas que actualmente invaden nuestros cultivos.

4.2. Plantas con utilidad insecticida.

Son todas las plantas que han desarrollado sustancias, denominadas aleloquímicos, como mecanismo de defensa frente al ataque de insectos. Estos compuestos se han desarrollado a través de la evolución mediante la activación

de vías metabólicas secundarias, en las que se han creado compuestos químicos que cumplen la función de mensajeros o infoquímicos entre las mismas y diferentes especies y que regulan defensivamente la presencia de insectos fitófagos en las plantas en su constante búsqueda de refugio, de alimento y de sitios de oviposición óptimos. Estos compuestos aleloquímicos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición. La gran abundancia de estos compuestos en las plantas ofrece excelentes perspectivas para su extracción, identificación y uso como plaguicidas (Castañera, 1998; Perales *et al.*, 2000).

Es importante destacar que el efecto de tales sustancias no es tan agresivo ni fulminante como los insecticidas organosintéticos, pues estos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el crecimiento, por lo que realmente deben ser llamados insectistáticos y no insecticidas en su mayoría (Rodríguez, 1998).

Cabe señalar que el uso de sustancias vegetales para el control de plagas no debe considerar la erradicación total del organismo plaga, sino que debe procurar la restauración, preservación y la consolidación del balance de los ecosistemas (Coutiño *et al.*, 1998).

Entre las diversas opciones de combate a las plagas destacan numerosas plantas que contienen sustancias orgánicas que permiten un manejo natural de la plaga en diversos cultivos, y en general del ecosistema. El uso de plantas

para el control de plagas puede clasificarse en tres etapas: la tradicional; la de búsqueda y la agroecológica contemporánea, aunque no hay una rígida distinción en el tiempo pues de hecho se traslapan. La etapa tradicional, comprendida desde 400 años antes de Cristo hasta 1850, se caracterizó por el uso de polvos, humos y extractos de: barbasco (*Lonchocarpus* sp.), roten (*Derris* sp.), tabaco (*Nicotiana tabacum*), riania (*Ryania speciosa*), sabadilla (*Schoenocaulon officinale*), piretro (*tanacetum cinerariae* *etolium*) y heleboro (*Veratrum album*), además de otras especies que no se consignaron por escrito y que al igual que estas aun se siguen utilizando en la agricultura tradicional de nuestro continente. En la segunda etapa de utilización, aplicación y desarrollo de productos naturales contra plagas, comprendida entre 1850 a 1980, se identificó y aisló la nicotina del tabaco, con lo que se comercializó el sulfato de nicotina. Otros insecticidas vegetales, que se comercializaron antes de los insecticidas organosintéticos, fueron la rotenona, la riania y la sabadilla. Al final de este periodo se descubrieron las fitoecdisonas, las cuales fueron de mayor importancia para la fisiología de las plagas que para la fitosanidad agrícola, por la eficiencia incomparable de los insecticidas organosintéticos. Durante este tiempo de búsqueda de principios naturales insecticidas, se tomó como modelo la fisostigmina, un compuesto secundario presente en la semilla de la haba de calabar (*Physostigma venenosum*), para sintetizar los carbamatos, de la misma manera en que se tomaron las piretrinas de la flor del piretro para sintetizar a los piretroides. En la tercera etapa, correspondiente al uso de insecticidas vegetales, se enmarca la fase actual de resurgimiento de las plantas como método racional de manejo de plagas (Rodríguez, 2001).

4.3. Inconvenientes en el uso de plantas insecticidas.

Aún cuando el uso de plantas tiene muchas cualidades, justo es aclarar que también plantean algunos problemas en su uso: existe poca experiencia en su uso, desde el punto de vista industrial; existe mucha diversidad genética lo cual no permite fijar normas internacionales, para las extracciones de sus compuestos; además no se tienen muchos estudios de contaminación en alimentos, es decir, los límites máximos de residuos no están establecidos; de varias especies no se conoce el principio activo que ejerce efecto sobre los insectos, por lo que en muchos casos es necesario emplear solventes orgánicos para extraer los principios activos de las plantas; su rápida degradación por los rayos ultravioleta, trae como consecuencia un efecto residual bajo; las recomendaciones que aportan los agricultores no han sido validadas con rigor científico, lo cual hace necesario validar y sustentar el uso de los extractos vegetales (Reyes *et al.*, 1998; Leos y Salazar, 1990).

4.4. Antecedentes del uso insecticida de *Petiveria alliacea*.

Ocampo (2003) evaluó el potencial repelente y tóxico de las hojas de *Petiveria alliacea* L. sobre adultos de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), mediante la elaboración de dos extractos orgánicos a base de metanol y acetona, además de un extracto acuoso, obteniendo los siguientes resultados: la mayor repelencia se tuvo con los extractos orgánicos, la cual varió de 32% (acetónico) a 44.4% (metanólico) a concentración de 10 mg.mL⁻¹. La CR₅₀ (concentración de repelencia media) solo la estimó para los extractos orgánicos, siendo muy inestable a través del tiempo y varió de 0.097 a 7.44 mg.mL⁻¹ para

el extracto acetónico y de 0.26 a 2.67 mg.mL⁻¹ para el extracto metanólico. Solo el extracto acetónico mostró efecto tóxico significativo y la mortalidad máxima registrada fue del 30% con la dosis de 10 mg.mL⁻¹. El extracto acuoso no mostró actividad repelente.

Rodríguez (2001) menciona que los productores de Chinandega, Nicaragua, maceran dos kilogramos de hoja de nim (*Azadirachta indica*), dos kilogramos de hoja de anona (*Annona* sp.), cinco kilogramos de hojas de cocoite (*Gliricidia sepium*) y un kilogramo de zorrillo (*Petiveria alliacea*) en 100 litros de agua y lo aplican por las tardes, cada cinco días en el algodónero contra mosca blanca.

En el laboratorio de Sistemas Especiales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, en el año del 2000 se tuvieron plántulas de jitomate en condiciones de semillero, las cuales presentaron un porcentaje alto de infestación de mosquita blanca y el control de la plaga, se hizo de manera natural al colocar macetas con plantas de mapurite (*Petiveria alliacea*) intercaladas entre las charolas y al paso de tres a cinco días la población de mosquita blanca disminuyó considerablemente (Espinosa com. pers. 2000).

Para el control de *Bemisia tabaci* en tomate, se han reportado disminuciones de sus poblaciones al utilizar 24 litros por 0.7 Ha. de epasina (*Petiveria alliacea*) en aplicaciones de 5, 13, 21 y 29 días después del trasplante (Barahona et al., 1999).

Lyndon *et al.*, (1997) aislaron y caracterizaron uno de los mejores insecticidas y acaricidas de raíz de *Petiveria alliacea* el cual, se comparó su acción en *Boophilus microplus* con tres acaricidas comerciales: dimetoato, gama-HCH y carbaril; donde el dibenciltrisulfato presente en *Petiveria alliacea* fue más efectivo para la muerte de la hembra adulta. También observaron que los trisulfuros de *Petiveria alliacea* poseen actividad insecticida sobre *Cylas formicarius elegantulus* e *Hypothenemus hampei*.

Experimentalmente se ha demostrado que el aceite esencial de hojas obtenido por extracción con éter de petróleo demostró actividad supresora de la alimentación en la fase larvaria de algunos insectos fitófagos (*Attagenus piceus*), actividad insecticida contra insectos adultos (*Cimex lectularius*, *Musca domestica*, mosquitos) y actividad repelente contra polilla de ropa. Los sahumeros de hojas se usan para ahuyentar mosquitos (Cáceres, 1999).

4.5. Antecedentes del uso nematocida de *Petiveria alliacea*.

El extracto alcohólico de hojas tiene actividad nematocida contra *Meloidogyne* sp., por análisis de las subfracciones con mayor actividad se concluye que está corresponde a derivados de tiofeno (Cáceres, 1999).

4.6. Antecedentes del uso bactericida de *Petiveria alliacea*.

Carrillo *et al.*, (1997) utilizaron extractos de cuatro plantas y la mezcla de ellas, entre las cuales estuvo *Petiveria alliacea*, estas fueron administradas en forma de polvo en el agua de bebida en la tercera y sexta semana de vida de pollos,

para observar el efecto sobre *Pasteurella multocida* (bacteria responsable del cólera aviar). Las cuatro plantas utilizadas en el experimento mostraron acción preventiva contra dicha bacteria, siendo el tratamiento con la combinación de las cuatro plantas, el que, resulto con los mayores efectos de acción preventiva contra *Pasteurella multocida*, en los ensayos de campo y laboratorio.

4.7. Familia Phytolaccaceae.

Hierbas, arbustos, bejucos o árboles, con hojas alternas, enteras, generalmente sin estipulas. Flores regulares, hermafroditas, polígamas o monoicas. Cáliz de 4-5 lóbulos o de 4-5 sépalos, estos imbricados en el botón. Pétalos por lo regular ausentes, estambres tantos como los sépalos y alternando con ellos, o mas numerosos, hipóginos; filamentos libres o unidos en la base; anteras biloculares, dehiscentes longitudinalmente, los sacos muchas veces casi separados. Ovario súpero o parcialmente ínfero, de uno a muchos carpelos; óvulos solitarios en cada cavidad, anfitropo. Estilos tantos como carpelos, cortos o nulos; estigmas lineales o filiformes. Fruto en baya o en aquenio. Endospermo harinoso o carnosos (Roig y Acuña 1974).

4.8. Género *Petiveria* sp.

Este género comprende arbustos, sufrutices o hierbas, erectos o ligeramente extendidos, pubescentes a glabrescentes, tejidos con olor a ajo. Hojas alternas, ovadas, elípticas a lanceoladas, membranosas a ligeramente coriáceas; estipulas tubuladas, diminutas, caducas. Inflorescencias terminales y axilares, espigas simples o rara vez racimos; bráctea basal sobre el pedicelo; bractéolas

dos por debajo de los sépalos; flores perfectas, zigomórficas, subsésiles; sépalos 4, persistentes, ligeramente endurecidos y acrescentes en el fruto, no recurvados; pétalos ausentes; estambres 4-8, alternos a los sépalos o dispuestos irregularmente sobre un disco hipógino, los filamentos libres, las anteras dorsifijas; ovario súpero, solitario, oblongo, el estigma sésil, penicilado. Fruto un aquenio alargado, cuneiforme cubierto en la mitad inferior por el perianto persistente, con dos lóbulos en el ápice, y 3-6 cerdas uncinadas; semilla erecta, linear, con perispermo escaso, el embrión erecto. Genero con dos especies nativas de América: *Petiveria tetrandia* cuya distribución se encuentra restringida a Brasil y *Petiveria alliacea* distribuida ampliamente en toda América (Inst. Nal. Rec. Biot., 1984).

4.9. *Petiveria alliacea*.

Las fuentes históricas indican que era una planta usada por los mayas tanto para medicina como para rituales mágico-religiosos. Actualmente es una planta de amplio uso medicinal (Cáceres, 1999).

4.9.1. Descripción botánica.

El mapurite (*Petiveria alliacea*) recibe otros nombres populares como anamú, apacin, apacina, ave, calauchin, epasina, epazote de zorro, guinea, hierba de gallinitas, huevo de gato, ipacina, mata de gallina de guinea, mucura, mucura-caa, payche, pipi, raíz de congo, raíz de guinea, tipi, verbena hedionda, zorrillo (Pérez, 2001).

Es una hierba perenne, con olor penetrante a zorrillo. Raíz profunda, fuertemente olorosa. Tallo delgado, algunas veces anguloso, erecto, hasta 1 m de alto a menudo leñoso, verdoso, cuando seco presenta pequeñas manchas negras. Ramas jóvenes puberulentas o glabras cuando viejas. Hojas generalmente en pequeños brotes, limbo oblongo u obovalado de 1.8 a 15.5 cm de largo por 1 a 8 cm de ancho; el haz verde oscuro; el envés mas claro; el margen entero; el ápice acuminado o algunas veces agudo; la base atenuada a ligeramente obtusa; nervación broquidódroma a eucamptódroma, con 5 a 8 pares de nervios; pecíolo linear, ligeramente acanalado, generalmente corto, de 0.2 a 1.3 cm de largo, glabrescente. Inflorescencias terminales y axilares, en racimos delgados, rara vez opositifoliales; espigas simples, raramente paniculadas, erectas o inclinadas en la punta, de 10 hasta 38 cm de largo por 0.2 a 0.6 cm de ancho, con hasta casi 50 flores por espiga; pedúnculo erecto, de 0.4 a 2.7 cm de largo, escasamente pubescente; bráctea persistente, tubulada a triangular, de 0.1 a 0.2 mm de largo, poco pubescente, ligeramente mucronada; bractéolas 2, persistentes, triangulares, de 1 a 2 mm de largo; el pedicelo hasta de casi 1 mm de largo o ausente. Flores subsésiles o en cortos pedicelos, alternas, cruciformes; sépalos imbricados, blancos a amarillentos durante la antesis, verdosos después de la antesis, angostamente elípticos a oblongo lineares, de 3 a 5.5 mm de largo por 0.7 a 1 mm de ancho, con nervación paralela; estambres 5 a 7, persistentes en el fruto, los filamentos amarillos a verdosos, desiguales, de 1 a 3 mm de largo; las anteras de 0.7 a 2.5 mm de largo; carpelo de 1 a 2.5 mm de largo por 0.5 a 1 mm de ancho, densamente pubescente y con 4 cerdas apicales; la placentación basal; el óvulo

subgloboso alargado, de 0.75 a 2 mm de largo por 0.25 a 0.75 mm de ancho; el estigma sobre el lado ventral del ovario, de 0.5 a 1 mm de largo. La floración se presenta casi todo el año, siendo más frecuente en época de lluvia. Fruto un aquenio, comprimido en el raquis, angostamente cuneado, sobresaliente del perianto, verdoso a pardo oscuro, de 2.5 a 8 mm de largo por 0.75 a 3 mm de ancho, pubescente, el ápice con 2 lóbulos cada uno con 2 cerdas uncinadas y cada cerda de 2 mm de largo; semilla erecta con perispermo escaso (Cáceres, 1999; Inst. Nal. Rec. Biot., 1984).

4.9.2. Hábitat.

Nativa de México, Caribe, Centro y Sudamérica. Se encuentra en campos secos y húmedos, cerca de casas y terrenos sin cultivar, de 0 - 1000 msnm (Cáceres, 1999). *Petiveria alliacea* L. se distribuye en 22 estados de la República Mexicana, principalmente en: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Yucatán, Jalisco, Michoacán, Tabasco y Tamaulipas, con menor frecuencia se le puede encontrar en el Estado de México, Sonora y San Luis Potosí (Pérez, 2001).

4.9.3. Agricultura.

El mapurite es una planta recolectada en lugares de crecimiento silvestre, regiones bajas o medias, húmedas (700-1200 mm/año), clima caliente. Se recomienda domesticarla y producirla por cultivo, se propaga por esqueje o semilla, los esquejes se siembran en una mezcla de tierra negra, broza y arena blanca cernidas, se introducen tallos jóvenes de 3-6 yemas con riego frecuente,

este método es fácil pero la biomasa y raíces producidas es menor, se prefiere el cultivo por semilla ya que produce plantas más robustas, raíces más abundantes y más biomasa, aunque su crecimiento el primer año es más lento, las semillas deben de tener 5-6 meses de secado, 90% germina en semilleros de tierra-arena en 7-15 días, las plántulas se pasan a bolsas por 2-4 meses y luego se siembran en el terreno definitivo a media sombra (50-80%) con irrigación constante. En época de lluvia es atacado por hongos y virus. Un primer corte se hace al final, de la fructificación en época seca donde se obtiene semilla con fines agrícolas y una pequeña cantidad de hojas, luego salen 2-4 rebrotes de los que pueden hacerse hasta 2 cortes por año, las raíces se sacan a los 2-3 años después de la fructificación. Separar hojas de tallos, lavar y secar a la sombra durante 3-5 días, la raíz se seca al sol después de lavarla cuidadosamente (Cáceres, 1999).

4.9.4 Composición fitoquímica.

En 1972 Szczepanski *et al.*, aislaron, caracterizaron y sintetizaron al bencil-2-hidroxietil-trisulfuro. De Souza *et al.*, (1990) colectaron plantas enteras, las secaron y las separaron en raíz, tallo, hojas e inflorescencias, encontrando que el análisis fitoquímico demostró que la planta completa carecía de triterpenos y alcaloides, sin embargo, se encontró la presencia de cumarinas y otros metabolitos como el cis-3,5-difenil-1,2,4-tritriolano; transestilbeno; benzaldehído; ácido benzoico y azufre elemental.

4.9.4.1. Raíz.

En la raíz se han identificado al menos 19 cumarinas, tritiolaniacina; 3,5-difenil-1,2,4-tritiolan; difeniltrisulfuro, trans-stilbene; trans-N-4-metil-prolina; pinitol; alantoína; ácido lignocérico; α -friedelinol; triitolaniacina; benzaldehído y ácido benzoico (Cáceres, 1999).

De Sousa *et al.*, (1990) aislaron de la raíz el dibenciltrisulfuro y el β -sitosterol. Germano (1995) reportó en un extracto la presencia de alcaloides, antraquinonas, flavonoides, taninos, saponinas, aceites esenciales, cumarinas y glicósidos cardíacos. Previo a esto, Malpezzi *et al.*, (1994) reportaron la presencia en raíz de N-metil-4-metoxi-prolina; β -sitosterol y compuestos sulfurados como el dibenciltrisulfoxido; bencil-2-hidroxietiltrisulfuro y trihiolacina. Después, el espectro de resonancia magnética nuclear de hidrógeno (RMN- ^1H) mostró en la fracción acuosa, la presencia de derivados de prolina, carbohidratos en pequeñas cantidades y esteroides.

4.9.4.2. Tallo.

De Sousa *et al.*, (1990) encontraron un compuesto polar, el trans-N-metil-4-metoxiprolina que nunca antes había sido descrito, además también encontraron el β -sitosterol, alantoína, ácido lignocérico y nitrato de potasio.

4.9.4.3. Hoja.

Contiene esteroides (β -sitosterol), terpenoides (isoarbinol, acetato y cinamato de isoarbinol), saponinas, polifenoles y taninos (Cáceres, 1999).

De Sousa *et al.*, (1990) mencionan que existe la presencia de alantoína, alcohol lignocerico, lignocerato de lignoceril y α -friedlinol. Posteriormente, Delle y Cuca (1992) reportaron, al estudiar el extracto etanólico de las hojas, tres flavonoides ramnosidos conocidos que son 6-formil-8-metil-7-O-metilpinocembrina; 6-hidroximetil-8-metil-7-O-metilpinocembrina y 6-hidroximetil-8-metil-5,7-di-O-metilpinocembrina; además de tres nuevos C-alquilados derivados de la pinocembrina que son los 3-O-ramnosidos de dihidrocampferol, dihidroquercetina y miricetina.

4.9.4.4. Inflorescencias y Semillas.

De Sousa *et al.*, (1990) detectaron la presencia de pinitol, mientras que, Oluwole y Bolarinwa (1998) en el análisis fitoquímico del extracto metanólico de semillas, encontraron pruebas positivas para alcaloides, glicósidos cardiacos y lípidos, mientras que en ese mismo estudio obtuvieron pruebas negativas para antraquinonas.

4.10. Mosquita blanca de los invernaderos.

4.10.1. Clasificación.

Clase: *Insecta*

Orden: *Homoptera*

Familia: *Aleyrodidae*

Género: *Trialeurodes*

Especie: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

Sinonimias: *Aleyrodes vaporariorum* West., *Aleurodes papillifer* Maskell, *Aleyrodes sonchi* Kotinsky, *Asterochiton vaporariorum* West., *Trialeurodes sonchi* Kot. ⁽¹⁾

4.10.2. Importancia.

La mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), es originaria de Centroamérica y pertenece a la familia de los aleyrodidos. En la actualidad se ha convertido en un insecto cosmopolita ya que es fitófago muy polífago, es decir que puede atacar un gran número de especies vegetales (se conocen más de 400 atacadas) produciendo daños directos e indirectos, está presente en la mayoría de zonas en las que se cultiva hortalizas bajo invernadero y su presencia en los mismos, es casi fija en alguna época del año. ⁽²⁾

La mosquita blanca es un insecto chupador de amplia distribución mundial, reportándose 126 géneros, los cuales incluyen de 1100 a 1156 especies. Se ha convertido en los últimos cinco años en una plaga importante por el daño que esta ocasiona, siendo este, de tres tipos: por succión directa; por transmisión de virus y por excreciones azucaradas. Esta plaga se considera factor limitante en la producción agrícola nacional, debido a las elevadas poblaciones que se desarrollan, cuando las condiciones ambientales le son favorables generando severas pérdidas económicas. ⁽³⁾⁽⁴⁾

⁽¹⁾ <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/frejol/mb.htm>

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽³⁾ <http://www.mty.itesm.mx/dhcs/centros/cvep/launion/html/mosca.html>

⁽⁴⁾ <http://www.pasanveg.org/campaigns.htm#mosquita>

Las ninfas y adultos de mosquita blanca al alimentarse de los cultivos, reducen el vigor y rendimiento de los mismos. Secretan una mielecilla donde se desarrollan hongos (fumaginas) de los géneros *Capnodium* sp., *Meliola* sp. y *Cladosporium* sp. que interfieren con la función fotosintética de la planta. Este insecto se ha reportado; como una plaga importante en un alto número de plantas cultivadas causando graves daños en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Morelos, Chiapas y Yucatán, pero cabe mencionar que se encuentra en todo el país (Nolasco, 1992)⁽¹⁾⁽⁵⁾.

A partir de 1983, el jitomate en las regiones productoras del país, particularmente en el trópico seco, se manifestó de forma anormal y desde entonces, estados como Morelos, Guanajuato, San Luis Potosí y Puebla dejaron de cultivar 6 mil 450 hectáreas con este cultivo, debido en parte a los niveles excesivos de irradianza, temperatura y baja humedad ambiental que presenta esta zona y que a su vez son condiciones climáticas que propician incrementos en las poblaciones de mosquita blanca, a la cual se atribuye la transmisión de virus que causan enfermedades como: el "chino del jitomate", el "amarillamiento del jitomate" y "mosaicos" que afectan en general a las hortalizas de fruto. Este problema en ocasiones se manifiesta en la pérdida total de la producción del cultivo. ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ <http://www.icasaninet.net/pub/sanveg/html/frejol/mb.htm>

⁽⁵⁾ http://216.239.33.100/search?q=cache:DKi62lv6uW0C:www.inifap.conacyt.mx/logros/jitomate.pdf+Mosquita+blanca&hl=es&lr=lang_es&ie=UTF-8

4.10.3. Hospedantes.

Es una especie de gran polifagia, tanto sobre plantas hortícolas como ornamentales: jitomate, tomate, chile, berenjena, pepino, melón, sandía, calabaza, brócoli, coliflor, lechuga; rosas, crisantemo, nochebuena también afecta tabaco, algodón, ajonjolí, soya, frijol y frutales (cítricos, manzano, peral, higuera, vid). Su importancia económica es particular sobre plantas hortícolas de invernadero. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

4.10.4. Descripción morfológica.

Insecto de tamaño pequeño, blanco y alado. Presenta metamorfosis incompleta, es decir que su ciclo biológico incluye una etapa de huevecillo, cuatro estadios ninfales y el adulto. Al último estadio ninfal usualmente se le denomina pupa. La morfología de los distintos estados de *Trialeurodes vaporariorum* es la siguiente (Ortega, 2001) ⁽⁶⁾:

Huevecillo: Son de forma ovalada, el extremo posterior termina en punta redondeada y el anterior estrecho, acaba en una prolongación fina llamada pedicelo, mediante el cual se fija a la hoja quedando verticalmente depositados. Mide alrededor de 0.2 mm de longitud por 0.1 mm de ancho. Recién puesto presenta tonalidades blanco-amarillentas debido a un recubrimiento céreo, con el desarrollo embrionario se va oscureciendo y a los dos o tres días adquieren una coloración negruzca y brillante. ⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾

Los cuatro estadios ninfales desde la eclosión del huevo, se suceden con mudas de la cutícula externa:

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁷⁾ <http://www.bayercropsscience.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=86>

⁽⁸⁾ <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp>

⁽⁹⁾ <http://64.78.34.114/biobest/sp/plagen/wittevlieg.htm>

1^{er} Estadio ninfal: Es la única fase inmadura móvil, se caracteriza porque su contorno es oval, posee los típicos ojos simples de color rojo, con antenas y tres pares de patas y un par de antenas, normalmente desarrolladas y funcionales, tras la primer muda cuando se fija a la hoja las patas y antenas degeneran. El color puede variar de transparente a opaco dentro de una amplia gama de colores, desde ligeramente verde al amarillo y, desde el marrón claro al pardusco. Mide aproximadamente 0.3 mm de longitud. ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

2^o y 3^{er} Estadio ninfal: Las ninfas están inmóviles, volviéndose gradualmente más gruesas y opacas. Al final del desarrollo pueden alcanzar los 0.8 mm de longitud por 0.5 mm de ancho. ⁽⁶⁾

4^o Estadio ninfal (pupa): Oval u oval-alargada. Dorso entero elevado, por lo que a simple vista presenta la misma altura en toda su superficie. Setas marginales más o menos largas dependiendo de la planta hospedera. Setas dorsales elevándose desde la parte alta de la ninfa, cuyo tamaño y número depende de la planta hospedera en la que el insecto se desarrolla. Durante la cuarta intermuda los órganos inmaduros se vuelven visibles. Las ninfas parasitadas adquieren un color más oscuro de lo normal. ⁽⁶⁾

Adulto: Cuerpo de color amarillo, mide aproximadamente dos mm de largo, si bien el tamaño medio del macho es algo menor que el de la hembra, abdomen de la hembra aperado y alargado en el macho. Tiene dos pares de alas: anchas, redondeadas, venación reducida, hialinas con aspecto blanquecino

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁸⁾ <http://www.agrolecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp>

debido a la secreción de polvillo céreo que produce las glándulas abdominales y que esparce con la ayuda de las patas posteriores, recubriendo estas además de el cuerpo, las patas y las antenas. En reposo la disposición de las alas es bastante plana sobre su abdomen, en un plano que es paralelo a la superficie de la hoja. Tras emerger tienen tendencia a moverse desde las hojas en que se produjo éste hasta la parte alta de la planta, estabilizándose su posición a dos o cinco hojas del ápice. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

4.10.5. Hábitos y biología.

Los adultos y estados inmaduros se localizan principalmente en el envés de las hojas y brotes jóvenes (tiernos) ya que tienen preferencia de estos para su alimentación y oviposición en el caso del adulto. Con el desarrollo de la planta y de los ejemplares de la plaga, éstos van quedando, en hojas de mayor edad y desarrollo. Su reproducción es por partenogénesis arrenotóquica y pasa por los estados de huevo, ninfa y adulto. ⁽⁶⁾⁽⁸⁾

La hembra ovípara, un número aproximado de 150 huevecillos a lo largo de su vida, dependiendo su fertilidad, de las condiciones climáticas (temperatura) y planta hospedera y puede poner hasta 500; ovípara de dos a siete huevecillos por día, por medio del ovipositor, depositándolos sobre la epidermis del envés de las hojas más nuevas, siguiendo una tendencia circular, a no ser que, en la hoja haya pubescencia en cuyo caso se hará dispersa, aunque en algunos cultivos prefieren el haz. A 17° C la hembra pone 100 a 150 huevos en jitomate; 250 a 300 en pepino y 450 a 600 en berenjena. Los huevos quedan adheridos a

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>
⁽⁷⁾ <http://www.bayercropscience.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=86>
⁽⁸⁾ <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp>

las hojas, en disposición vertical, por medio de una prolongación denominada pedicelo. ⁽⁶⁾⁽⁹⁾

La producción de huevos aumenta progresivamente con el aumento de la densidad de adultos. La longevidad de los aleyrodidos está también estrechamente relacionada con la planta hospedera; aunque los adultos viven aproximadamente de 23 a 28 días (Cuadro 1.). ⁽¹⁾⁽²⁾

Cuadro 1. Influencia de la planta hospedera sobre la longevidad de las hembras adultas de *Trialeurodes vaporariorum*, sobre su oviposición y sobre la mortalidad de los estados premarginales.

variable	berenjena	pepino	tomate	pimiento
Longevidad (días)	40.4	16.7	8.6	3.2
Nº total huevos	416	123	8.2	0.9
Mortalidad (%)	9.2	7.4	21.7	92.5

La ninfa móvil que sale del huevo, se desplaza sobre la hoja y finalmente se fija a ella con el pico de su aparato bucal, generalmente cerca de algún nervio foliar y perdiendo la funcionalidad de sus patas. Este estadio es el que suele presentar la mortalidad más elevada. El resto del desarrollo lo lleva a cabo sobre la zona de fijación hasta que emerge el adulto. El adulto recién emergido, tras desplegar sus alas, se recubre rápidamente de secreción cerosa blanquecina producida por sus glándulas abdominales. A las 24 horas de la emergencia se produce la maduración sexual del macho y de la hembra, tras lo cual ya puede producirse el apareamiento y la puesta de huevos (fertilizados o no) por parte de la hembra, lo cual es solo, una condición facultativa. ⁽²⁾

⁽¹⁾ <http://www.icasaninet.net/pub/sanveg/html/frejol/mb.htm>

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.uaf.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁹⁾ <http://64.78.34.114/biobest/sp/piagen/wittevlieg.htm>

El desarrollo de este insecto es continuo a lo largo del año, tanto en invernadero como en cultivos al aire libre, las poblaciones de esta plaga se superponen en los diferentes estados de desarrollo bajo condiciones de invernadero, siendo variable el número de generaciones anuales, pero cabe mencionar un mínimo de cinco hasta diez generaciones por año, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten. ⁽⁶⁾⁽⁸⁾

La infestación de *Trialeurodes vaporariorum* se inicia generalmente desde sitios de invasión para después extenderse por todo el cultivo. La mosquita blanca se mueve tanto en sentido vertical (para alcanzar la parte apical de la planta que es, donde se produce el apareamiento) como en sentido horizontal hacia las plantas vecinas. La dispersión de la mosquita blanca viene favorecida por el crecimiento de las plantas que tienden a cubrir todo el volumen del invernadero, de los movimientos o sacudidas y sobre todo de las altas temperaturas. ⁽²⁾

La duración del ciclo biológico (desde, que el huevo es depositado hasta que emergen los adultos) de esta especie varía con la temperatura y cultivo que esté atacando, pero a igualdad de condiciones ambientales, parece independiente de la especie vegetal y es de cuatro semanas a 22-25° C, temperatura donde se encuentra el óptimo potencial biótico de esta plaga. El umbral mínimo de desarrollo se encuentra a 8° C. Las características bióticas de la plaga están muy influenciadas por las temperaturas ambientales. En jitomate por lo general completa su ciclo de 20 a 28 días con temperaturas de 25° C a 27° C y en 38 días con temperaturas de 17° C (Cuadro 2.). ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾

⁽⁶⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.htm>

⁽⁸⁾ <http://saepi.val.es/saepi/tomate/moscablanc/docs/mbltrialud.htm>

⁽⁷⁾ <http://www.bayercropscience.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=86>

⁽⁹⁾ <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp> ⁽²⁾ <http://64.78.34.114/biobest/sp/plagen/wittevlieg.htm>

Cuadro 2. Duración del ciclo biológico de *Trialeurodes vaporariorum* (desde huevo a adulto) a diversas temperaturas (estos datos pueden variar en función de la planta hospedera).

Días	103 a 123	65 a 72	37 a 42	25 a 30	22 a 25	18 a 31
Temperatura	12° C	15° C	18° C	21° C	24° C	30° C

La fecundidad (huevos por día; huevos totales) y longevidad de las hembras difiere con el hospedante, cultivo y estado fisiológico del cultivo, así como, con los valores de temperatura, de manera que el ciclo biológico se acorta con el aumento de la temperatura. La fecundidad de la plaga se ve alterada sobre las hojas viejas en las que, la carencia de fósforo disminuye sensiblemente. ⁽⁶⁾

El color de la planta es un factor importante para su selección desde cierta distancia, considerándose el único factor que parece actuar, no influyendo el olor, la forma y la estructura. ⁽⁶⁾

La mosquita blanca puede desarrollarse en un amplio rango de temperaturas (10-38° C), los adultos sobreviven a 0° C durante varias semanas y en las condiciones climáticas en las que se presenta en nuestro país no tiene periodo de hibernación. Otros factores que pueden influir son: humedad relativa, fotoperíodo, intensidad lumínica, etc., cuya acción es importante y más difícil de precisar. ⁽⁶⁾

La mortalidad de estados inmaduros es altamente variable de una especie vegetal a otra, centrándose, la mayor parte en el huevo y 1^{er} estadio ninfal. *Trialeurodes vaporariorum* es una plaga muy polífaga. La especie de planta

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

hospedante, su variedad y estado fisiológico, tiene un gran efecto sobre la biología y ecología, así como, sobre la mortalidad de estados inmaduros, longevidad y fecundidad de adultos. ⁽⁶⁾

4.10.6. Daños.

a) Directos: Ninfas y adultos se alimentan succionando la savia de las hojas inyectando toxinas con la saliva provocando distintas alteraciones en la planta y que en general ocasionan que el tejido afectado se decolore; en el has el ataque se manifiesta como clorosis de la hoja. Si la población (situada por lo general en el envés de las hojas) es muy elevada se puede llegar a producir un debilitamiento de la planta, detención del crecimiento, clorosis, marchites, y desecación de las hojas que en consecuencia, originan una disminución general del rendimiento. ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

b) Indirectos: Debidos a la secreción azucarada conocida como mielecilla o melaza, por parte de las ninfas y adultos, que se transforma en sustrato para el desarrollo posterior de negrilla (*Cladosporium* sp.) y de otros hongos saprofitos que llegan a cubrir en forma total o parcial las hojas, flores y frutos, provocando asfixia vegetal, dificultando la fotosíntesis y disminuyendo la calidad de la cosecha al manchar y depreciar los frutos. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽¹⁰⁾

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁷⁾ <http://www.bayercropscience.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=86>

⁽¹⁰⁾ http://uvirtual.ing.ucv.edu/datos/facultades/tecnica/datos/agropecuaria/datos/materias/cultivostropic1/datos/cultrop1_cap5_3.htm

c) Transmisión de virosis: es vector de numerosas virosis vegetales que son de nefasta incidencia en el desarrollo y viabilidad de los cultivos afectados. Transmite el virus del amarillamiento en cucurbitáceas.⁽²⁾⁽⁶⁾

4.10.7. Control.

a) Métodos preventivos y culturales:

El mejor control es la prevención y empieza con la limpieza en la zona de cultivo y algunas consideraciones sobre la entrada de insectos y patógenos en el área:

- * Control en semillero.
- * Eliminación de restos de cosecha, plantas enfermas y maleza.
- * Uso de mallas en las ventilaciones de los invernaderos. Una entrada constante de aire limpio (poner un filtro de 40 mesh en el ventilador para que no entren insectos).
- * Extracción del aire caliente. El aire debe estar en constante circulación evitando el vuelo de insectos.
- * Uso de trampas adhesivas cromáticas (amarillas o azules).
- * No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- * No abandonar los cultivos al final del ciclo, pues los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- * Evitar el uso de equipo de iluminación con bombilla de halogenuros y fluorescentes que atraen más a los insectos que con el uso de bombilla de sodio.
- * Trasplante de esqueje procedente de planta sana.

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

* Proporcionar una fertilización equilibrada y un suficiente aporte hídrico. Hay constancia que el exceso de nitrógeno favorece el desarrollo de algunas plagas. Es importante un buen desarrollo y fuerza del cultivo que lo haga menos susceptible a los ataques de los insectos. ⁽²⁾⁽⁶⁾

b) Control biológico:

Existen métodos diversos de controlar o acabar con la mosquita blanca de forma respetuosa con el medio ambiente, evitando el daño que podemos ocasionar a otros insectos benéficos con el uso de plaguicidas. Esto lo podemos conseguir con el uso de insecticidas autorizados en agricultura orgánica y con depredadores o parasitoides. Los insecticidas autorizados que pueden acabar con la mosquita blanca son el aceite de nim, la rotenona, piretrinas naturales y nicotina (extracto de *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* y otras solanáceas). ⁽²⁾

Destaca la acción parasitaria de *Encarsia formosa* que es un parasitoide utilizado en el control biológico de mosquita blanca, en especial de *Trialeurodes vaporariorum* en cultivos hortícolas. También *Bemisia tabaci* (mosquita blanca del tabaco) es atacado, aunque con una menor intensidad. ⁽²⁾

Además existen numerosos depredadores y parasitoides de mosquita blanca. Entre los depredadores cabe señalar: *Cyrtopeltis tenuis*; Hemípteros de las familias Anthocoridae: *Orius laevigatus*, *Orius niger* y Myridae: *Dyciphus tamaninii*, *Dyciphus bolivari*, *Macrolophus caliginosus* etc.; el Coleóptero

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/continguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

Delphastus catalinae; el Díptero *Acletoxenus formosus*, y otros mas. Como parasitoides mencionar a los Afelínidos: *Encarsia lutea*, *Encarsia pergandiella*, *Encarsia transvena*, *Encarsia tricolor*, *Eretmocerus mundus*, *Eretmocerus californicus*, *Eretmocerus corni*, etc. ⁽⁶⁾⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾

Los enemigos naturales comercializados de esta plaga son:

* Parasitoides: *Encarsia formosa* Gahan, *Eretmocerus mundus* Mercet, *Eretmocerus eremicus* Rose y Zolnerowich.

Encarsia-System: no obstante, en cultivo en invernadero especialmente, y dentro de un plan de control integrado de esta plaga, los compuestos químicos deben usarse como complemento del empleo del himenóptero afelínido *Encarsia formosa* Gahan, que ha demostrado sobradamente su capacidad para el control de esta plaga, con su introducción periódica y controlada en los cultivos. Con *Encarsia formosa* el agricultor dispone de un recurso de control biológico práctico y económico para controlar las poblaciones de mosquita blanca.

Eretmocerus-System: *Eretmocerus eremicus* es parasitoide de todos los estadios ninfales de mosquita blanca, pero prefiere sobre todo el segundo y el primer estadio ninfal. ⁽⁸⁾⁽⁹⁾

* Depredadores: *Macrolophus caliginosus* Wagner.

Macrolophus-System: la chinche *Macrolophus caliginosus* no solo protege el cultivo eficazmente contra la mosquita blanca, sino que también come ocasionalmente arañas rojas, huevos de polilla y áfidos. ⁽⁹⁾

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁸⁾ <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp>

⁽⁹⁾ <http://64.78.34.114/biobest/sp/plagen/wittevlieg.htm>

⁽¹⁰⁾ http://uvirtual.ing.ucv.edu/datos/facultades/tecnica/datos/agropecuaria/datos/materias/cultivos/tropic1/datos/cultrop1_cap5_3.htm

Otros organismos benéficos comercializados son:

Delphastus-System: las larvas del coleóptero depredador *Delphastus pusillus* puede destruir los focos de infestación de mosquita blanca en poco tiempo.

Paecilomyces-System: *Paecilomyces fumosoroseus* es un insecticida microbiológico que permite la lucha eficaz contra mosquita blanca en los cultivos de jitomate y pepino bajo invernadero. Otro hongo también utilizado es *Verticillium lecanii*.⁽⁹⁾

En el extenso mundo de la microbiología se han identificado varios centenares de microorganismos, principalmente hongos, bacterias y virus, así como también nematodos, protozoos, etc., que son causantes de enfermedades mortales en diversas plagas (entomopatógenos); el uso de estos microorganismos benéficos se llama control microbiológico. Uno de los hongos más conocidos en control microbiológico es *Beauveria bassiana* que actúa sobre varias plagas, produciéndoles la muerte. Ejerce control sobre mosquita blanca en invernadero, este hongo actúa por contacto, los conidios presentes en el producto se adhieren a la cutícula del insecto, disolviéndola y la liberación de toxinas del hongo en el interior del insecto provoca su muerte. Dicho mecanismo también tiene lugar sobre larvas y huevos y tiene la ventaja de que no es absorbido por la planta, se degrada rápidamente y no persiste en el medio ambiente.⁽²⁾

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/ceas/continguts.html>

⁽⁹⁾ <http://64.78.34.114/biobest/sp/plagen/wittevlieg.htm>

c) Control químico:

- * Realizar este control, procurando utilizar ingredientes activos que respeten la fauna benéfica y los polinizadores.
- * Hay que diferenciar el estado de la plaga y el nivel poblacional de cada estadio al que se dirige el tratamiento, ya que según esto, haremos la elección del producto. Los huevos y los últimos estadios ninfales son tolerantes a la mayoría de los insecticidas, mientras que los adultos y jóvenes estadios inmaduros son más susceptibles.
- * En cuanto al momento de aplicación hay que tener en cuenta que si el tratamiento va dirigido contra adultos, será más conveniente realizarlo a primera hora de la mañana o en el ocaso del día, ya que estos, son los momentos en los que se encuentran agrupados en las hojas de las plantas.
- * La técnica de aplicación será tal, que alcance bien el envés de las hojas, procurando un buen cubrimiento de las plantas. Para las aplicaciones en pulverización es aconsejable la utilización de adherentes.
- * Existen algunos compuestos fitosanitarios, especialmente Buprofezin e Imidacloprid, que pueden controlar satisfactoriamente al insecto.
- * En el mercado se pueden encontrar Fenitrothion, Deltamethrin, Metil-pirimifos, etc. Que acaban con ella de forma rápida y eficaz. ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁸⁾

⁽²⁾ <http://www.hemp-town.com/cas/conflinguts.html>

⁽⁶⁾ <http://saepi.ual.es/saepi/tomate/moscablanca/docs/mbtrialud.htm>

⁽⁸⁾ <http://www.agrotecnica.com/Publicaciones/entomologia/trialeur.asp>

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Ubicación del experimento.

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Área de Agricultura Protegida del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo ubicada en Chapingo, Estado de México, geográficamente el lugar se encuentra situado a los 19° 29' Latitud Norte y a los 98° 53' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, y a una altitud de 2250 msnm (García, 1988).

5.2. Invernadero, contenedor y sustrato.

El experimento se realizó en hidroponía bajo invernadero, tipo "túnel", de estructura metálica y cubierta de plástico, utilizando solo una sección del mismo (cubículo) la cual cuenta con ventilación lateral, malla antiáfidos, una puerta de acceso. Las dimensiones del cubículo son 11 m de largo, 4 m de ancho y 3.5 m de altura máxima, en la conducción del experimento se utilizaron 24 bolsas de plástico negro (cada una de 26 x 35 cm.), éstas fueron rellenas con arena de tezontle que es el sustrato donde crecieron las raíces de las plantas.

5.3. Material vegetal (hospedero).

El material vegetal que se utilizó fue el cultivar Conteza que es tipo bola, el cual se caracteriza por presentar un hábito de crecimiento determinado, el tamaño

de la planta es mediano, produce frutos grandes de forma redonda y de consistencia muy firme, llegando a pesar hasta 230 g, soporta el transporte a grandes distancias, presenta buen sabor, calidad y muestra resistencia a *Fusarium* sp., Nemátodos, Virus Mosaico del Tabaco, *Alternaria* sp. Y *Stemphylium* sp.

5.4. Cría de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

La cría de mosquita blanca se inició con adultos recién emergidos de colonias presentes en cultivo de jitomate en fase de producción, los cuales invadieron un cultivo joven de tomate de cáscara el cual se intercaló con el de jitomate para lograr este objetivo, además de obtener nuevos adultos el tomate de cáscara se utilizó como hospedante de ninfas, en las cuales se realizó la aplicación de los tratamientos de *Petiveria alliacea*. Una vez infestadas las plantas, éstas se mantuvieron en jaulas cilíndricas construidas con tela "nylon-15".

5.5. Colecta, secado y molido del material vegetal (*Petiveria alliacea*).

La planta de *Petiveria alliacea* L. se colectó en la comunidad de Tula, Hidalgo, la cual se encuentra ubicada a los 20° 3' Latitud Norte y 99° 20' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich y a una altura de 2036 msnm (García, 1988).

Se utilizó solo la parte aérea de la planta, la cual fue secada a temperatura ambiente. Posteriormente se realizó el molido de esta, mediante el uso de un molino de tracción manual y una vez obtenido el polvo nuevamente se puso a temperatura ambiente para obtener un mejor secado del mismo.

5.6. Preparación de extractos.

Se prepararon dos tipos de extractos, uno fue acuoso y el otro orgánico elaborado a base de etanol (alcohol etílico 96°). La preparación del extracto acuoso se realizó de tres formas, dando consigo tres tratamientos: primero, a partir de una maceración por 24 horas que consistió en depositar 10 g de *Petiveria alliacea* en 1 litro de agua; segundo, a partir de una infusión en la cual se depositaron 10 g de planta en un litro de agua caliente la cual previamente se retiró después de que esta hirvió y tercero, a partir de una decocción, colocando 10 g de planta en un litro de agua y dejando que hirviera por un lapso de 5 minutos (se tomó como base la dosis mencionada por Rodríguez, 2001) .

La forma de preparar el extracto orgánico fue la siguiente: se maceró toda la planta por un periodo de 72 horas con etanol a una relación de 200 g de planta y 800 ml de solvente; posteriormente se filtró y los restos de planta se lavaron con 200 ml de agua los cuales se adicionaron al extracto, obteniendo así una concentración madre que representó un tratamiento al 100% y del cual, se hicieron diluciones con agua para obtener tres tratamientos más y fueron: al 75%, 50% y 25%.

5.7. Descripción de los tratamientos y diseño experimental.

El experimento comprendió tres fases, en las cuales se empleó un diseño experimental completamente al azar. En la primera fase, se evaluaron siete tratamientos de *Petiveria alliacea* sobre adultos de mosquita blanca y tres repeticiones más un testigo, utilizando cajas petri (Cuadro 4.).

En la segunda fase se realizaron dos evaluaciones sobre plantas de jitomate infestadas con adultos de mosquita blanca, en la primera evaluación se probaron cuatro tratamientos de *Petiveria alliacea*, un tratamiento con aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side®) y un tratamiento con Metomilo (Lannate®) bajo cuatro repeticiones, más un testigo (Cuadro 3.); en la segunda evaluación se probaron siete tratamientos de *Petiveria alliacea* y tres repeticiones, más un testigo (Cuadro 4.).

En la tercera fase se evaluaron siete tratamientos de *Petiveria alliacea* sobre ninfas de mosquita blanca y tres repeticiones más un testigo (Cuadro 4.).

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la segunda fase (primera evaluación) del experimento.

PRIMERA EVALUACIÓN	
TRATAMIENTO	DILUCIÓN/DOSIS
T1 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	100%
T2 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	75%
T3 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	50%
T4 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	25%
T5 aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side®)	10 mL por litro de agua
T6 Metomilo (Lannate®)	1.25 g por litro de agua
T7 Testigo	

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en las tres fases del experimento.

SEGUNDA EVALUACIÓN	
TRATAMIENTO	DILUCIÓN/DOSIS
T1 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	100%
T2 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	75%
T3 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	50%
T4 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico)	25%
T5 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-decocción)	10g en 1 litro de agua
T6 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-infusión)	10g en 1 litro de agua
T7 <i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso)	10g en 1 litro de agua
T8 Testigo	

5.8. Manejo del experimento.

Primera fase

Los siete tratamientos de *Petiveria alliacea*, se evaluaron en adultos colocados en cajas petri de 8.8 cm de diámetro, tapadas con malla antiáfidos para permitir la oxigenación de los insectos y a su vez la evaporación del producto, utilizando un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones y un testigo, teniendo un total de 24 unidades experimentales. Se consideró una caja petri como una unidad experimental. Las cajas petri se prepararon de la siguiente forma: se humedeció un papel filtro por caja por tratamiento y se colocó dentro de la caja, posteriormente se puso sobre el papel filtro un cartoncillo de color negro el cual también se humedeció con el respectivo tratamiento, una vez listas las cajas se colocó por cada caja, un foliolo de jitomate infestado con un número indeterminado de adultos de mosquita blanca los cuales se contaron antes de introducirlos a las cajas (para su evaluación estos datos se expresaron en porcentaje), una vez puestos los foliolos infestados con el envés hacia arriba en cada caja, esta inmediatamente se cubrió con una tapadera hecha a base de malla antiáfidos. Cabe mencionar que esta fase duró seis horas, tiempo suficiente en el que los adultos se posaron sobre la superficie tratada y el producto se evaporó totalmente, en el caso del testigo se utilizó agua purificada.

Segunda fase

Esta fase comprendió dos evaluaciones; en la primera se probaron seis tratamientos, utilizando un diseño experimental completamente al azar con

cuatro repeticiones y un testigo, teniendo un total de 28 unidades experimentales, y en la segunda se probaron siete tratamientos con tres repeticiones y un testigo, con un total de 24 unidades experimentales. Se consideró una planta como una unidad experimental. En el caso de los testigos se empleó agua purificada.

Para el establecimiento del semillero, se empleó una charola de poliestireno de 200 cavidades, la cual se rellenó con Growing Mix 1-P (turba comercial) previamente humedecida antes de colocarla en la charola.

La siembra se realizó depositando una semilla en cada cavidad de la charola y se cubrió con la misma turba. Después de la siembra, la charola se cubrió con polietileno blanco lechoso, con la finalidad de conservar la humedad del sustrato y favorecer la germinación. Cabe mencionar que se realizó una segunda siembra desfasada 14 días después de la primera, y estas plantas fueron las que se utilizaron para la segunda evaluación.

La charola se descubrió al iniciar la emergencia, cuatro días después de la siembra. La frecuencia del riego durante toda la etapa de semillero fue una vez al día, con una solución nutritiva al 50% de concentración.

El trasplante se efectuó con cepellón a los 30 días después de la siembra en bolsas de polietileno negro rellenas con arena de tezontle rojo, previamente humedecida.

El riego a partir de esta etapa fue con solución nutritiva, se realizó de forma manual usando una manguera de una pulgada de diámetro y una bomba de medio caballo de fuerza y se aplicó cada tercer día la cantidad necesaria para mantener la capacidad de retención de humedad del sustrato.

Después del trasplante, se colocaron cuadros de cartoncillo negro forrados de plástico para la primera evaluación y platos de cartón pintados de color negro para la segunda evaluación en la base de cada planta con la finalidad de facilitar el conteo de adultos muertos, posteriormente se procedió a tapar las plantas con jaulas cilíndricas (de 45 x 75 cm.) construidas de tela "nylon-15", para evitar que las plantas se infestaran de forma natural con mosquita blanca.

Una vez que el cultivo cumplió 14 días después de trasplante se procedió a infestar de forma manual con mosquita blanca, cada una de las plantas de jitomate, liberando 100 adultos por planta. Los adultos se tomaron a primera hora luz del día, de hojas de tomate de cáscara que fue el cultivo que sirvió como primer hospedante de mosquita blanca, se cortaron las hojas las cuales se invirtieron con el envés hacia arriba para poder contar el número de adultos posados y se colocaron dentro de la jaula; en promedio se contabilizaban 74.3 adultos por hoja. Esta actividad se realizó durante dos días más, para compensar la mortalidad natural que se presentó pero solo se suplía el número de adultos muertos que en promedio fue de tres adultos por planta. Para la segunda evaluación se utilizó la planta más joven (siembra desfasada) y se realizó la misma metodología solo que en este caso se liberaron 40 adultos por

planta y la mortalidad en promedio se incrementó a cinco adultos por planta. Una vez establecida la población de mosquita sobre las plantas de jitomate se realizó una sola aplicación de los tratamientos por la mañana debido a la falta de actividad del insecto, teniendo un gasto de 11 mL por planta tratada; en la primera evaluación los tratamientos se aplicaron solo en el haz y en la segunda evaluación se aplicaron en el envés. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una bomba manual (rociador de agua para cabello), lo cual permitió realizar una atomización de los productos muy fina.

Tercera fase

En esta fase los siete tratamientos de *Petiveria alliacea* se evaluaron en ninfas de tercer y cuarto instar previamente identificadas, las cuales estuvieron en hojas de tomate de cáscara, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones y un testigo sin aplicación, teniendo un total de 24 unidades experimentales. Se consideró una hoja como unidad experimental. Se utilizaron ocho plantas de tomate de cáscara en las cuales se seleccionaron 24 hojas infestadas con ninfas, previamente se etiquetaron y se realizó por hoja un conteo de ninfas, para conocer el número total de ninfas vivas antes de la aplicación, posteriormente se aplicaron los tratamientos mediante una bomba manual. El testigo sin aplicación fue el indicador de la emergencia natural de los adultos y una vez que se presentó el 50% de emergencia se realizó el conteo de ninfas muertas en los tratamientos aplicados. Dado que el número de ninfas presentes fue indeterminado, los resultados se expresaron en porcentaje.

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta el análisis estadístico comparativo de los tratamientos, en base a un análisis de varianza y comparación de medias de Duncan, mediante el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS), para establecer las diferencias que hay entre tratamientos.

6.1. Análisis de tratamientos aplicados en la fase uno.

De acuerdo al análisis de varianza, se puede observar en el Cuadro 5. que hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5. Análisis de varianza (fase uno).

FV	GL	SC	CM	F. cal	Pr > F
Tratamiento	7	55964.62	7994.94	802.84	0.0001
Error	16	159.33	9.95		
Total	23	56123.95			

En base a la comparación de medias, podemos observar las diferencias significativas que se presentaron entre tratamientos. Los tratamientos etanólicos al 100%, 50% y 75% son los que registraron un mayor porcentaje de mortalidad, seguidos del tratamiento etanólico al 25% y en el caso de los tratamientos acuosos (decocción, infusión y acuoso) estos no provocaron la muerte en adultos de mosquita blanca y se comportaron como testigos, esta

situación se explica por la baja cantidad de ingredientes activos que se concentraron en ellos, en comparación con una mayor concentración de los mismos que estuvo presente en los tratamientos etanólicos (Cuadro 6.).

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias del porcentaje de mortalidad de siete extractos de *Petiveria alliacea* sobre adultos de *Trialeurodes vaporariorum*.

Tratamiento	Porcentaje de mortalidad
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 100%)	100.00 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 50%)	99.33 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 75%)	96.33 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 25%)	90.00 B
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-decocción)	0 C
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-infusión)	0 C
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso)	0 C
Testigo (agua)	0 (muerte natural)

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

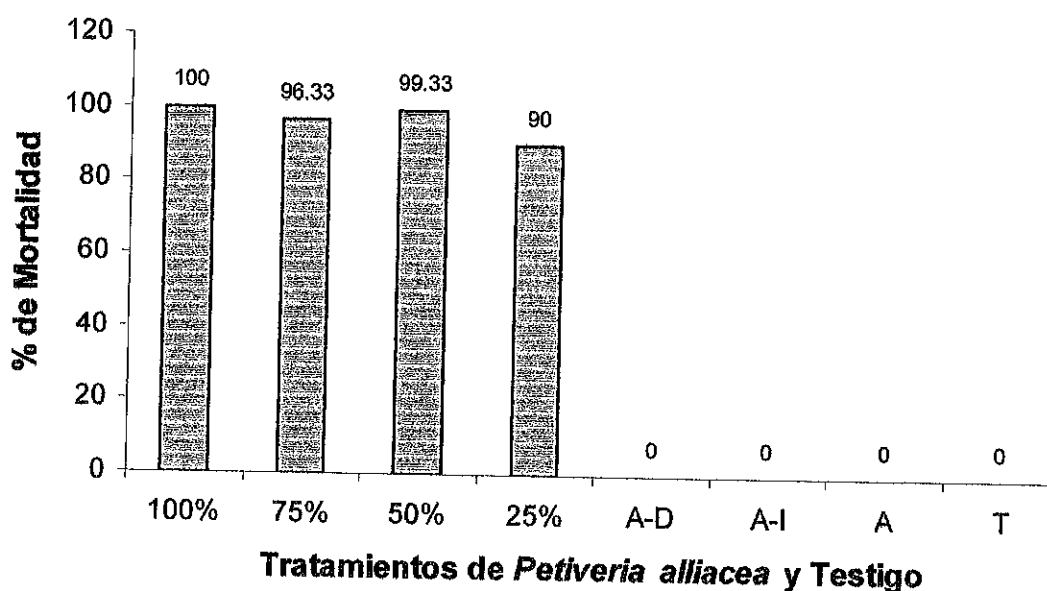


Figura 1. Porcentaje de mortalidad obtenido en cada uno de los tratamientos de *Petiveria alliacea*, aplicados en la fase uno.

6.2. Análisis de tratamientos aplicados en la fase dos.

6.2.1. Primera evaluación.

En el Cuadro 7. de acuerdo con el análisis de varianza, se puede ver que hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 7. Análisis de varianza (fase dos, primera evaluación).

FV	GL	SC	CM	F. cal	Pr > F
Tratamiento	5	15466.70	3093.34	7.99	0.0004
Error	18	6967.25	387.06		
Total	23	22433.95			

A continuación en el Cuadro 8. podemos ver las diferencias significativas que se presentaron entre tratamientos, de acuerdo a la comparación de medias como se esperaba el mejor tratamiento fue el Metomilo (Lannate®) que produjo la muerte de todos los adultos de mosquita blanca, seguido de los tratamientos de *Petiveria alliacea* al 100%, al 75% y del tratamiento orgánico (Saf-T-Side®) lo cual indica que los extractos etanólicos son capaces de generar el mismo control que un aceite parafínico, ya que estos tres tratamientos resultaron ser estadísticamente iguales, por último se tuvieron a los otros dos tratamientos etanólicos (*Petiveria alliacea* al 50% y 25%) y aunque ambos presentan diferencia significativa, podemos mencionar que también generaron mortalidad de adultos, lo cual, si bien es cierto que la aplicación de este extracto no supera la aplicación de un producto químico, si nos permite pensar en la elaboración de un calendario con un número mayor de aplicaciones y así poder abatir las poblaciones de *Trialeurodes vaporariorum*.

Cuadro 8. Comparación múltiple de medias del número de adultos muertos (*Trialeurodes vaporariorum*) debido al efecto de seis tratamientos.

Tratamiento	Número de adultos muertos
Metomilo (Lannate®)	100.00 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 100%)	64.25 B
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 75%)	53.00 B
aceite parafínico de petróleo (Saf-T-Side®)	52.50 B
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 50%)	39.25 BC
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 25%)	16.25 C
Testigo (agua)	0 (muerte natural)

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

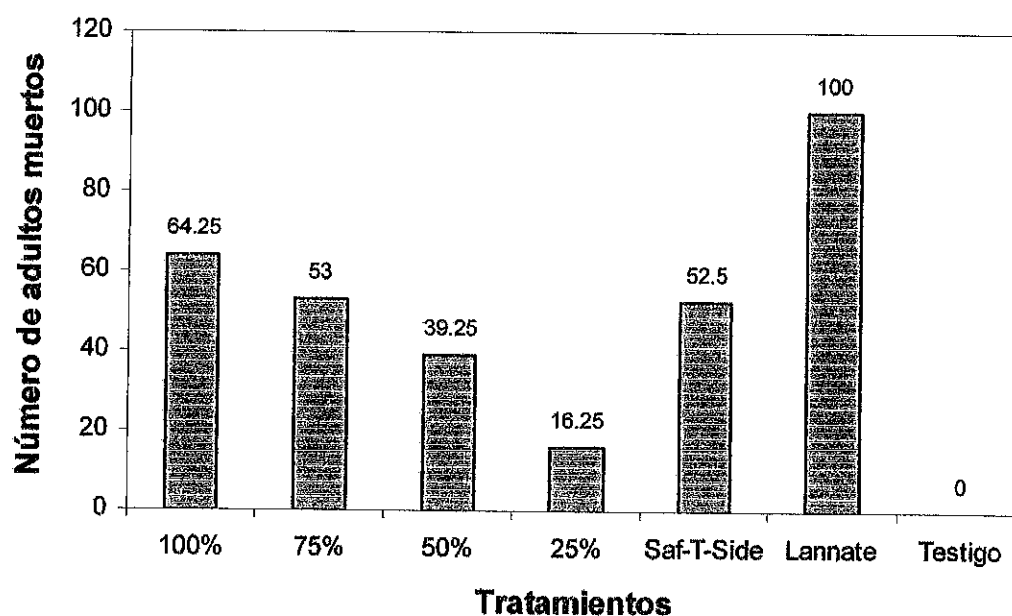


Figura 2. Número de adultos muertos por tratamiento aplicado en la primera evaluación de la fase dos.

6.2.2. Segunda evaluación.

El siguiente análisis de varianza (Cuadro 9.) muestra que existieron diferencias significativas, las cuales se presentan en la comparación de medias.

Cuadro 9. Análisis de varianza (fase dos, segunda evaluación).

FV	GL	SC	CM	F. cal	Pr > F
Tratamiento	6	1850.28	308.38	4.21	0.0126
Error	14	1026.00	73.28		
Total	20	2876.28			

En este caso la comparación de medias, nos muestra las diferencias significativas que hubo entre tratamientos etanólicos y acuosos; siendo estadísticamente iguales los tratamientos etanólicos al 100%, 75% y 50% que fueron los que mejor controlaron la mosquita blanca pues el control ejercido por estos tratamientos estuvo por arriba de un 80% de efectividad considerando que a cada resultado se le resto la muerte natural que presentó el testigo, en seguida estuvo el extracto al 25% con una efectividad de 55% y por último los extractos acuosos que también resultaron ser estadísticamente iguales entre ellos y a su vez representaron una efectividad arriba de 32%. Sin embargo los extractos acuosos fueron elaborados con una menor cantidad de *Petiveria alliacea* en comparación con los extractos etanólicos. Dado que el extracto etanólico al 25 % produjo la muerte de más de la mitad de la población podemos considerar que todavía se podría diluir más o tal vez se podría emplear este, bajo un calendario con un mayor número de aplicaciones. En función de que los extractos acuosos son más fáciles y económicos de preparar representan una alternativa eficiente en el control de *Trialeurodes vaporariorum* y solo es necesario agregar mayor cantidad de *Petiveria alliacea* para obtener un mayor poder insecticida (Cuadro 10.).

Cuadro 10. Comparación múltiple de medias del número de adultos muertos (*Trialeurodes vaporariorum*) debido al efecto de siete extractos de *Petiveria alliacea*.

Tratamiento	Número de adultos muertos
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 100%)	34.66 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 75%)	33.33 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 50%)	32.66 A
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto etanólico al 25%)	22.33 AB
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-decocción)	13.66 B
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso-infusión)	13.33 B
<i>Petiveria alliacea</i> (extracto acuoso)	13.00 B
Testigo (agua)	4 (muerte natural)

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas.

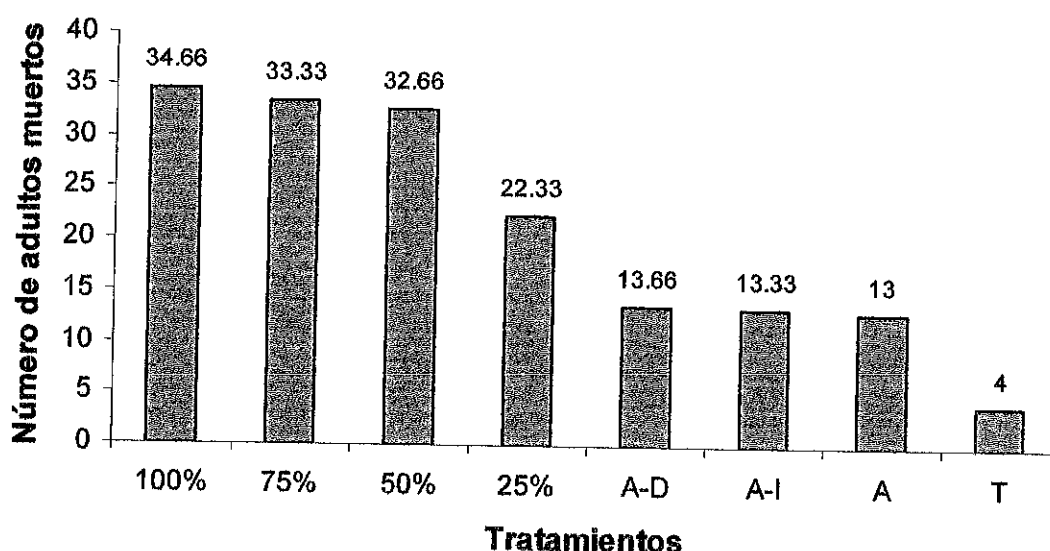


Figura 3. Número de adultos muertos por tratamiento aplicado en la segunda evaluación de la fase dos.

6.3. Análisis de tratamientos aplicados en la fase tres.

De acuerdo al análisis de varianza, se puede observar en el Cuadro 11. que no hubo diferencias significativas entre tratamientos aplicados para el control de ninfas. Lo cual nos indica que el efecto de los tratamientos estadísticamente fue muy similar. Sin embargo podemos mencionar que no hubo efecto tóxico sobre ninfas ya que en los tratamientos aplicados se obtuvo una emergencia de

adultos superior al 50% y de tal manera se comportó el testigo.

Los resultados obtenidos de mortalidad que producen ambos extractos de *Petiveria alliacea* (etanólicos y acuosos) sobre los adultos de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) confirman el poder insecticida que posee esta planta, lo cual Barahona *et al.*, (1999) y Ocampo (2003) también comprobaron.

Cuadro 11. Análisis de varianza (fase tres).

FV	GL	SC	CM	F. cal	Pr > F
Tratamiento	7	5270.66	752.95	1.46	0.2495
Error	16	8243.33	515.20		
Total	23	13514.00			

VII.- CONCLUSIONES

El extracto de *Petiveria alliacea* es una alternativa de control de mosquita blanca en producciones agrícolas bajo invernadero ya que posee poder insecticida.

El extracto etanólico puede ser diluido hasta 25% conservando su acción insecticida, aunque con un menor efecto comparado con una concentración mayor.

Se puede alcanzar 100% de efectividad en el control de mosquita blanca, haciendo uso del extracto vegetal de manera preventiva en semillero, en plantaciones hortícolas jóvenes o cuando las poblaciones de mosquita blanca sean bajas.

La forma más fácil y práctica de preparar el extracto de *Petiveria alliacea* es el acuoso, el cual puede incrementar su acción insecticida, con solo aumentar la dosis de *Petiveria alliacea* que se va a macerar.

VIII.- LITERATURA CITADA

- Aldana LI., L., R. Arzuffi B. y M. E. Valdés E. 2000. Efecto antialimentario del polvo de semilla de Guamúchil *Pithecellobium dulce* sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. pp: 61-65. In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- Barahona C., R., Castro P. y Medrano J. A. 1999. Evaluación de epasina (*Petiveria alliacea* L.) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis Ing. Agr. Univ. Tec. Latinoam. /UTLA. Nueva San Salvador. 64 pp.
- Cáceres, A. 1999. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Editorial Universitaria. Guatemala. 402 pp.
- Carrillo, C., M. E. A. Chinchilla y R. A. Toledo. 1997. Prevención del cólera aviar, con extractos acuosos de plantas, en pollos de engorde. *Agronomía mesoamericana*. 8(2): 152-158.

- Castañera D., P. 1998. Protección natural de plantas contra plagas: metabolitos secundarios. pp: 175-187. *In: Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas.* Acapulco, Guerrero, México.
- Coutiño A., M., Y. Domínguez R., J. Sánchez R., A. Salazar P. y J. Berni M. 1998. Evaluación del biocrack como regulador de *Trialeurodes vaporariorum* West., en calabacita en Zacatepec, Morelos, México. pp: 599-600. *In: Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Entomología.* Acapulco, Guerrero, México.
- Delle M. F. and L. E. Cuca. 1992. 6-C-formyl and 6-C-hidrymetil flavonones from *Petiveria alliacea*. *Phytochemistry*. 31(7): 2481-2482.
- De Souza J. R., A. J. Demuer and J. A. Pinheiro. 1990. Dibenzyl trisulphide and trans-N-methyl-4-methoxyproline from *Petiveria alliacea*. *Phytochemistry*. 29(11): 3653-3655.
- Estrada O., J., R. Montes de Oca, R. Avilés, J. M. Dueñas, N. González, A. González, B. Castillo, L. González y E. Álvarez. 1998. Situación Actual y Perspectiva del Nim y sus Bioplaguicidas en Cuba. pp: 1-14. *In: Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas.* Acapulco, Guerrero, México.

- Farías D., F. 2000. El aceite de Nim para su uso agrícola en México. pp: 1-6.
In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Quinta edición. Editorial Offset Larios, S. A. México. D. F. 252 pp.
- Germano D. H. P. and J. A. A. Sertié. 1995. Pharmacological assay of *Petiveria alliacea*. II: oral anti-inflammatory activity and gastrotoxicity of a hydroalcoholic root extract. *Fitoterapia*. 66(3): 195-202.
- Hernández del Ángel F. A., Y. Jasso P., N. C. Cárdenas O., B. I. Juárez F. y J. Fortanelli M. 2000. Actividad de *Chrysactinia mexicana* Gray y *Tagetes lucida* Cav., sobre *Sitophilus zeamais*. pp: 83-88 *In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas.* Acapulco, Guerrero, México.
- Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos, Xalapa-Veracruz. 1984. *Phytolaccaceae. Flora de Veracruz*. Fascículo 36: 18-25.
- Leos M. J. y Salazar S. R. P. 1990. Importación y diseminación del árbol del neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en México. pp: 106-131. *In: XXV Congreso Nacional de Entomología.* Oaxaca, Oaxaca, México.

- Lyndon J., A.D.W. Lawrence and V.R. Earle. 1997. An insectidal and acaricidal polysulfide metabolite from the roots of *Petiveria alliacea*. *Pesticide Science*. 50: 228-232.
- Malpezzi, E.L.A., Davino, S.C., Costa, L.V., Freitas, J.C., Giesbrecht, A.M. and Roque, N.F. 1994. Antimitotic action of extracts of *Petiveria alliacea* on sea urchin egg development. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 27(3): 749-754.
- Montes B., R. y A. Sosa H. 1998. Comparación de extractos vegetales para el control de la virosis "chino del jitomate" en dos regiones agroecológicas de México. *In: Memoria: VII Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, XII taller latinoamericano y del caribe de mosca blanca y geminivirus, XXXVIII reunión anual de la sociedad americana de fitopatología división caribe (APS-CD). Managua, Nicaragua. 295 pp.*
- Nolasco A., J. J. 1992. Control químico de la mosquita blanca (Homoptera: Aleyrodidae) mediante tres métodos de aplicación del insecticida imidacloprid (Bay NTN 33893) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Totolapan, Morelos. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. México. 82 pp.
- Ocampo A., E. R. 2003. Actividad repelente y toxica de tres extractos de *Petiveria alliacea* L. en mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.).

Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 56 pp.

Oluwole F. S. and A. F. Bolarinwa. 1998. The uterine contractile effect of *Petiveria alliacea* seeds. *Fitoterapia*. 69(1): 3-6.

Ortega A., L. D. 2001. Control alternativo de mosca blanca. Folleto técnico. RAPAM-Colegio de Postgraduados-CONACYT. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 16 pp.

Ortega A., L. D., A. Lagunes T., J. C. Rodríguez M., C. Rodríguez H., R. Alatorre R. y N. M. Bárcenas O. 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. *Agrociencia* 32: 249-254.

Perales S., C., S. Soriano V. y J. Berni M. 2000. Control de plagas de hortalizas y frutales con extractos vegetales comerciales. pp: 39-43. *In*: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.

Pérez L., R. 2001. *Petiveria alliacea* L. y su influencia en las neoplasias. Tesis de Maestría. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 93 pp.

Reyes C., H., J. Del Real S. y A. Castro P. 1998. Manejo Integral de Plagas con el Uso de Insecticidas Botánicos y Control Biológico, Una Experiencia de la Costa de Oaxaca. pp: 15-26. *In: Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas.* . Acapulco, Guerrero, México.

Rodríguez H., C. 2001. Plantas contra plagas; potencial práctico de ajo, anona, nim, chile, y tabaco. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM) y Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Xochimilco). 2ª Edición. Texcoco, Estado de México, México. 133 pp.

Rodríguez H., C. 1998. Presentación de las Memorias del I Simposio Internacional y IV Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México. 191 pp.

Roig J. T. y B. Acuña. 1974. Fitolaccaceas. En: Leon, F.S.C. and Alain F.S.C. *Flora de Cuba*. 1(2): 134-140.

Sánchez Del C., F. y E. Escalante R. 1989. Hidroponia: un sistema de producción. UACH. Chapingo, México (tercera edición) 194 pp.

Sánchez Del C., F., P. Espinosa R. y E. Hernández R. 1986. Producción superintensiva de jitomate en hidroponia bajo condiciones de invernadero

rústico (línea de investigación). Departamento de Fitotecnia, UACH.
Chapingo, México (mimeógrafo).

Soto N., R. M., B. I. Juárez F. y Y. Jasso P. 2000. Evaluación insecticida de *Parthenium incanum* y de *Zinnia* spp. en *Sitophilus zeamais*. pp: 89-93. In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.

Szczepanski V. C. V., P. Zgorzelak and G. A. Hoyer. 1972. Isolierung, strukturaufklärung and synthese einer antimikrobiell wirksamen substanz aus *Petiveria alliacea* L. *Arzeim-Forsc. (Drug.res.)*. 22(11): 1975-1976.

Villar M., C., M. A. Tiscareño I., A. Delgadillo P., A. B. Abad D., M. Martínez Z. e I. M. Martínez G. 2000. Soluciones acuosas de plantas arvenses en el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. pp: 67-73. In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.

Zanábriga P., F. 2000. Efecto de insecticidas botánicos sobre el trips *Gynaikothrips ficorum* (Marchal) del Laurel de la India *Ficus nitida* L. pp: 75-82. In: Memorias del VI Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. Acapulco, Guerrero, México.