



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

*Centro Interdisciplinario de Investigación
para el Desarrollo Integral Regional*
UNIDAD OAXACA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

**“TOXICIDAD Y REPELENCIA DE EXTRACTOS VEGETALES
PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum*
WEST. (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS (PROTECCIÓN Y PRODUCCIÓN VEGETAL)

PRESENTA:

BIÓL. EDGAR EDUARDO MENDOZA GARCÍA

DIRECTORES DE TESIS:

DR. RAFAEL PÉREZ PACHECO

DRA. LAURA DELIA ORTEGA ARENAS

SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA, MÉXICO DICIEMBRE, 2010



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 08 del mes de noviembre del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **“Toxicidad y repelencia de extractos vegetales para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera Aleyrodidae)”**.

Presentada por el alumno:

Mendoza Apellido paterno	García materno	Edgar Eduardo nombre(s)							
Con registro: <table border="1"><tr><td>A</td><td>0</td><td>9</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>			A	0	9	0	2	4	4
A	0	9	0	2	4	4			

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

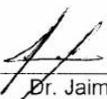
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

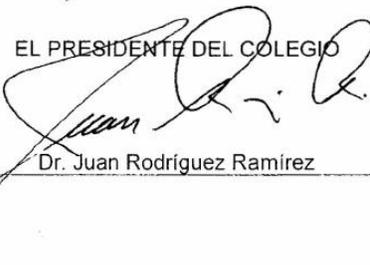
Directores de tesis:

 _____ Dr. Rafael Pérez Pacheco	 _____ Dra. Laura Delia Ortega Arenas
--	---

 _____ Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández	 _____ Dr. Alfonso Vasquez López
---	---

 _____ Dr. Jaime Ruiz Vega

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

 _____ Dr. Juan Rodríguez Ramírez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
CIIDIR
UNIDAD OAXACA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día **12** del mes **noviembre** del año **2010**, el (la) que suscribe **Mendoza García Edgar Eduardo** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A090244**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Drs. Rafael Pérez Pacheco y Laura Delia Ortega Arenas y cede los derechos del trabajo titulado: **“Toxicidad y repelencia de extractos vegetales para el control de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera Aleyrodidae)”**. y cede los derechos al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgradoax@ipn.mx ó oleicos8@hotmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Mendoza García Edgar Eduardo

TOXICIDAD Y REPELENCIA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* WEST. (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Edgar Eduardo Mendoza García, M. en C.

CIIDIR-IPN, 2010.

RESUMEN

El manejo de la mosca blanca desde la perspectiva de la agricultura sostenible requiere de la sustitución de los plaguicidas sintéticos por productos alternativos que minimicen los riesgos asociados a su uso. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar la actividad biológica de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de artemisa (*Ambrosia artemisiifolia*), titatíl (*Comocladia engleriana*), hierba santa (*Piper auritum*), rabanillo silvestre (*Raphanus raphanistrum*) y diente de león (*Taraxacum officinale*) sobre la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en condiciones de invernadero. La repelencia se evaluó al exponer dentro de un cilindro de acrílico a adultos a un disco tratado con cada extracto, mientras que la mortalidad de adultos e inhibición de la oviposición, se evaluó mediante el confinamiento de adultos en una jaula entomológica sobre una hoja tratada con el método de inmersión. Los extractos acetónicos de las diferentes plantas evaluadas no causaron repelencia ni efecto insecticida. En cambio, los extractos acuosos y etanólicos si fueron activos, aunque su efecto se relacionó positivamente con la concentración. El extracto acuoso y etanólico de *R. raphanistrum* a concentración de 200 mg mL⁻¹, mostró la mayor actividad repelente (72 y 76 %, respectivamente), no obstante esta disminuyó gradualmente a través del tiempo. Como tóxicos sobresalieron los extractos etanólicos de *P. auritum* (66%) y *R. raphanistrum* (56%) a 200 mg mL⁻¹. La concentración letal media (CL₅₀) para *P. auritum* fue de 116 mg mL⁻¹ mientras que para *R. raphanistrum* de 185.2 mg mL⁻¹. Los extractos acuosos de *P. auritum* y *R. raphanistrum* y etanólicos de *T. officinale*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* y *A. artemisiifolia*, inhibieron de manera significativa la oviposición a concentraciones de 200 mg mL⁻¹; sin embargo, concentraciones menores a 60 mg mL⁻¹ provocaron estimulación de la oviposición. Por tanto, se infiere que los extractos acuosos y etanólicos de *P. auritum* y *R. raphanistrum* representan una herramienta útil en el manejo integrado de *T. vaporariorum*.

Palabras claves: Extractos vegetales, repelencia, toxicidad, inhibición de la oviposición.

TOXICITY AND REPELLENCY OF VEGETABLE EXTRACTS FOR THE CONTROL OF WHITEFLY *Trialeurodes vaporariorum* WEST. (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Edgar Eduardo Mendoza García, M. en C.

CIIDIR-IPN, 2010.

ABSTRACT

The whitefly management inside the sustainable agriculture perspective requires the substitution of synthetic pesticides for alternative products that minimize the risks derived from its use. Therefore the objective of this research was to determine the biological activity of aqueous, ethanolic and acetonic vegetable extracts of Artemisa (*Ambrosia artemisiifolia*), “titatil” (*Comocladia engleriana*), Hierba santa (*Piper auritum*), Rabanillo (*Raphanus raphanistrum*) and Diente de Leon (*Taraxacum officinale*) on the whitefly *Trialeurodes vaporariorum* in greenhouse condition. Repellent effects was evaluated by exposing adults to a treated leaves disk with extracts inside a cylinder, while the toxicity and inhibition of oviposition, was assessed by entomology caged adults on treated leaves by the immersion method. The acetonics extracts of different plants tested did not cause repellence or insecticide effect. In contrast, the aqueous and ethanolics extracts were active, although the effect was positively correlated with the concentration. The aqueous and ethanolics extracts of *R. raphanistrum* at a concentration of 200 mg mL⁻¹, had the highest repellent activity (72 and 76 %, respectively), however this was gradually decreased over time. As toxic highlighted the ethanolics extracts of *P. auritum* (66%) and *R. raphanistrum* (56%) to 200 mg mL⁻¹. The media letal concentration (CL₅₀) for *P. auritum* was of 116 mg mL⁻¹ while that for *R. raphanistrum* of 185.2 mg mL⁻¹. The aqueous extracts of *P. auritum* y *R. raphanistrum* and ethanolics of *T. officinale*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* and *A. artemisiifolia*, inhibited of significative way the oviposition in concentrations of 200 mg mL⁻¹; however, minors concentrations to 60 mg mL⁻¹ caused stimulation of the oviposition. Therefore, it interferences the aqueous extracts and ethanolics of *P. auritum* and *R. raphanistrum* are to recommend in the integrated management of *T. vaporariorum*.

Key words: vegetables extracts, repellence, toxicity, inhibition of the oviposition.

*“Cualquier hombre puede hacer historia,
pero sólo un gran hombre puede escribirla”*

(Oscar Wilde)

DEDICATORIA

A Dios

Por el don de la vida y su infinita bondad.

A mis padres

Juan Mendoza y Cresencia García

A quienes me dieron la vida, quienes sin esperar nada, lo dieron todo.

A quienes rieron conmigo en mis triunfos y lloraron también en mis fracasos.

A quienes me guiaron por un camino de rectitud y me enseñaron también que es lo mejor.

A un par de corazones buenos con gratitud eterna

A mis hermanos, cuñados (as) y sobrinos

Por contar siempre con su cariño y su apoyo.

Por compartir los momentos felices y tristes

de mi vida de manera incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento que hizo posible realizar mis estudios de Maestría en Ciencias y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca e Instituto Politécnico Nacional (IPN), por haberme otorgado la oportunidad de realizar mis estudios de Postgrado.

Al Programa de Protección y Producción Vegetal, especialmente a mis queridos profesores por brindarme la oportunidad de formarme dentro de esta área.

Al área de Insectos Vectores del Programa de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, por permitir llevar a cabo mi proyecto de investigación en sus instalaciones.

A la fundación PRODUCE Oaxaca, A.C. por el apoyo financiero para la realización de esta investigación.

A la Dra. Laura Delia Ortega Arenas, por su valiosa dirección, su motivación, enseñanza y apoyo en la realización de la presente investigación. Sobre todo por la calidad humana que la caracteriza. Gracias por creer en mí.

Al Dr. Rafael Pérez Pacheco, por su confianza y orientación que me brindo para lograr un buen desarrollo en el Programa de Postgrado y en la dirección del trabajo de tesis.

Al Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández por sus valiosas contribuciones, asesorías y enseñanzas que contribuyeron en la culminación de este trabajo.

Al Dr. Alfonso Vásquez López, Dr. Jaime Ruiz Vega y al M. en C. Sabino H. Martínez Tomás por su asesoramiento y dedicar su tiempo para la revisión de este trabajo.

A mi familia que me ha dado todo su amor, comprensión y motivación para salir adelante.

Al Sr. Magdaleno Caballero Espinoza, técnico del laboratorio e invernadero del área de Insectos Vectores del Programa de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, por su apoyo, amistad y comprensión.

A mis amigos Nuvia, Imelda, Esperanza, Flor, Estefi, Cipri, Yuri, Paul, Marco Antonio, Alberto y Gabriel, por su apoyo y consejos que me ayudaron en mi estancia en el Colegio de Posgraduados.

A las niñas Laura Mariel y Citlali Izelit por todos los momentos divertidos que compartieron conmigo y los gratos instantes que convivimos durante mi estancia en Texcoco Edo. de México.

A la Sra. Rosa Martínez, Guisela, Isabel, Juan Carlos, Yael, Aniceto y Roberto, por permitirme entrar y sentirme como miembro de su familia. Por los momentos agradables que me hicieron pasar en mi estancia en Texcoco, Edo. de México. Siempre los tendré presente en mi mente y corazón.

A mis compañeros y amigos de la maestría, por permitirme compartir con ustedes esta travesía de mi vida: Mariana, Guille, Diana, Gricel, Alicia, Ethan Elías, Juan Elías, Julián, Chomichomi y Mere, siempre los recordare.

A mis amigos de siempre, que con su apoyo y amistad me impulsaron a seguir adelante.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	01
2. OBJETIVOS	03
2.1. Objetivo general.....	03
2.2. Objetivos particulares.....	03
3. HIPOTESIS	04
4. REVISIÓN DE LITERATURA	05
4.1. Importancia de la mosca blanca.....	05
4.2. Insecticidas e insectistáticos vegetales.....	08
4.2.1. Artemisa <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (Asteraceae).....	10
4.2.2. Hierba santa <i>Piper auritum</i> (Piperaceae).....	10
4.2.3. Rabanillo silvestre <i>Raphanus raphanistrum</i> (Brassicaceae).....	12
4.2.4. Diente de león <i>Taraxacum officinale</i> (Asteraceae).....	13
4.2.5. Uso de insectistático e insecticidas botánicos en mosca blanca.....	14
5. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1. Material biológico.....	16
5.1.1 Cría de mosca blanca.....	16
5.1.2. Colecta de plantas.....	16
5.2. Preparación de extractos vegetales.....	17
5.2.1. Secado y molido de plantas.....	17
5.2.2. Extractos acuosos.....	18
5.2.3. Extractos etanólicos y acetónicos.....	18
5.3. Bioensayos.....	18
5.3.1. Preparación de concentraciones.....	18

5.3.2.Repelencia de adultos de mosca blanca.....	19
5.3.3. Mortalidad de adultos y oviposición.....	20
5.4. Análisis estadístico.....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1. Repelencia de adultos de mosca blanca.....	22
6.2. Mortalidad y oviposición de adultos de mosca blanca.....	28
6.2.1. Mortalidad.....	28
6.2.2. Oviposición.....	30
6.3. Toxicidad de extractos vegetales en mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	34
7. CONCLUSIONES.....	36
8. LITERATURA CITADA.....	37
9. APÉNDICE.....	49
9.1. Repelencia de adultos de mosca blanca en bioensayos preliminares.....	49
9.2. Índice de Repelencia de extractos acuosos y etanólicos sobre adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	51
9.3. Mortalidad de adultos de mosca blanca en bioensayos preliminares.....	52
9.4. Oviposición de adultos de mosca blanca en bioensayos preliminares.....	53

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cilindro de acrílico para la evaluación de repelencia de adultos de mosca blanca	19
Figura 2. Jaula entomológica para la evaluación de mortalidad, oviposición de adultos de mosca blanca.....	20

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a diferentes horas postaplicación de extractos acuosos.....	23
Cuadro 2. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a diferentes horas postaplicación de extractos etanólicos.....	24
Cuadro 3. Mortalidad (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a las 24 h postaplicación de extractos acuosos y etanólicos.....	29
Cuadro 4. Inhibición (%) de oviposición de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a las 24 h postaplicación de extractos vegetales acuosos, etanólicos y acetónicos.....	31
Cuadro 9.1. Repelencia preliminar (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a la 4ª, 5ª, 6ª y 24 h postaplicación de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos.....	49
Cuadro 9.2. Índice de Repelencia de extractos acuosos y etanólicos sobre adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i>	51
Cuadro 9.3. Mortalidad preliminar (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a las 24 h postaplicación de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos.....	52
Cuadro 9.4. Oviposición preliminar (%) de adultos de mosca blanca <i>T. vaporariorum</i> a las 24 h postaplicación de extractos vegetales acuosos, etanólicos y acetónicos.....	53

TOXICIDAD Y REPELENCIA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA *Trialeurodes vaporariorum* WEST. (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

1. INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Hemiptera: Aleyrodidae) es una plaga de importancia económica por las pérdidas que ocasiona a diversos cultivos a nivel mundial. En México ha alcanzado el nivel de plaga primaria, debido a que ataca a 31 especies de hortalizas que se cultivan tanto en invernadero como en campo (Ortega *et al.*, 1998), y a otras plantas cultivadas y silvestres. Los daños que ocasiona, por las altas densidades, son de tipo directo e indirecto. El primero lo produce al succionar la sabia de las plantas y provocar la muerte de éstas; el indirecto, por la transmisión de virus que causan graves enfermedades, y por la secreción de mielecilla en el follaje, que favorece el establecimiento y desarrollo de los hongos *Capnodium* sp., *Fumago* sp., *Iresine* sp. y *Meliola* sp., causantes de fumaginas¹, los cuales obstruyen la luz e interfieren en el proceso fotosintético de la planta (Ortega, 2001 y 2008a; Espinoza, 2004), disminuyendo el rendimiento.

Uno de los problemas que enfrenta el manejo de esta plaga, es el uso y abuso de productos químicos sintéticos; práctica que ha traído diversas consecuencias, como acumulación de residuos en alimentos, desequilibrio ecológico debido a la eliminación de enemigos naturales, organismos benéficos y degradadores de materia orgánica, contaminación del ambiente, intoxicación de operadores y desarrollo de resistencia, entre otras (Rodríguez, 1995; Agnihotri, 1999). Esta problemática ha favorecido la generación e implementación de estrategias alternativas o complementarias de control de mosca blanca, como el uso de plantas insectistáticas e insecticidas, que permite manejar a la plaga, obtener productos inocuos e incrementar la producción, sin poner en riesgo la salud del hombre y su entorno (Rodríguez, 1996).

¹ Fumagina: Costra o polvo negruzco que cubre ramas y hojas, formado por micelio de diversos hongos (*Capnodium* y *Fumago* principalmente), que rara vez se presentan como teleomorfos (Ulloa y Hanlin, 2006).

En este contexto, los compuestos secundarios de las plantas repelen e inhiben el crecimiento, la alimentación y la oviposición en diversas fases y niveles (Rodríguez, 1995; Agnihotri, 1999; Nivsarkar *et al.*, 2001). Tal es el caso del extracto acuoso de hoja de hierba santa *Piper auritum* (Piperaceae) a dosis de 10 mg mL⁻¹, quien redujo el 50% de la población de mosca blanca *T. vaporariorum* e incidencia viral en jitomate en los valle centrales de Oaxaca (Martínez *et al.*, 1997). Así mismo, el extracto acuoso de las partes aéreas (tallo, hoja y flor) de rabanillo silvestre *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae) a dosis de 2 g L⁻¹, el cual redujo el 30% de la población de la mosca blanca del tabaco *Bemisia tabaci* (Genn.) (Montes *et al.*, 1992); aparte de estas existen otras especies como la artemisa *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae), titatil *Comocladia engleriana* (Anacardiaceae) y diente de león *Taraxacum officinale* (Asteraceae), que han mostrado un efecto general contra plagas y de las cuales probablemente tenga actividad contra moscas blancas. Por tanto, se planteó determinar la actividad biológica de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos, disolventes de diferente polaridad, de artemisa *Ambrosia artemisiifolia*, diente de león *T. officinale*, hierba santa *P. auritum*, rabanillo silvestre *R. raphanistrum* y titatil *Comocladia engleriana* en mosca blanca *T. vaporariorum*.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la actividad biológica de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de artemisa *A. artemisiifolia*, titatil *C. engleriana*, hierba santa *P. auritum*, rabanillo silvestre *R. raphanistrum* y diente de león *T. officinale* en mosca blanca *T. vaporariorum*.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Determinar la actividad repelente de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de cinco especies vegetales en adultos de *T. vaporariorum*.
- 2.2.2 Evaluar la mortalidad de adultos de *T. vaporariorum* mediante extractos de cinco especies vegetales.
- 2.2.3 Determinar el efecto de los extractos acuosos, etanólicos y acetónicos en la oviposición de adultos de *T. vaporariorum*.

3. HIPÓTESIS

En el presente trabajo se evaluó el efecto de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de cinco especies de plantas sobre mosca blanca, y se planteó la siguiente hipótesis:

H: Al menos un extracto vegetal con algunos de los disolventes mostrará un efecto tóxico o repelente contra la mosca blanca *T. vaporariorum*.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Importancia de las moscas blancas

Las moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) se han estudiado durante más de 250 años. Dos especies, *B. tabaci* y *T. vaporariorum* difirieron de otras especies de moscas blancas, desafiando los esfuerzos de control químico y biológico, convirtiéndose en plagas de importancia económica a escala mundial (García, 1997; Carapia, 2008; Ortega, 2008a). En México, *Bemisia argentifolii*, *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se consideran de mayor importancia, aunque se pueden encontrar en complejo en un sólo cultivo y ampliamente distribuido en gran parte del territorio (Ortega, 2008a).

T. vaporariorum tiene hábitos polífagos; es decir se alimenta, refugia o desarrolla en un gran número de especies vegetales cultivadas y silvestres en invernaderos como en cielo abiertos en países tropicales y subtropicales. Ataca a más de 500 especies de plantas hospedantes, aunque prefieren cultivos como el algodón, calabaza, chile, fríjol, sandía y tomate (Al-mazra'awi y Ateyyat, 2009). Además cuando la población crece, estas pueden utilizar plantas alternas que en condiciones de población baja no son consideradas como hospedantes (Byrne y Bellows, 1991). Los estados inmaduros son sésiles, están sujetas, a una fuerte presión de selección para elegir las especies o partes de plantas más adecuadas para alimentarse. El proceso de selección involucra estímulos visuales, gustativos y olfatorios (Ortega, 2008a).

Las ninfas y adultos causan daño directo por la succión de nutrimentos de los vegetales, principalmente aminoácidos y azúcares de transporte. Esto ocasiona el amarillamiento de las plantas, las cuales detienen su crecimiento y pueden llegar a morir cuando la población de éstas es alta. Otro daño es la secreción de mielecilla (producto del metabolismo de la mosca blanca), que favorece el desarrollo de fumagina *Capnodium* sp., *Iresine* sp., *Meliola* sp. y *Fumago* sp. que de ser abundante, interfiere en el proceso fotosintético de la planta, con la consecuente reducción del vigor (Nava y Cano, 2000; Ortega, 2001 y 2008a). Sin

embargo, la mosca blanca actúa como vector de carlavirus, closterovirus, geminivirus y potyvirus causantes de severas epidemias motivo de la pérdida total del cultivo. En México, entre los virus más comunes en las solanáceas se encuentra el virus chino del tomate (TLCV), el virus moteado del tomate (ToMoV), el virus del chile jalapeño (PJV), el virus dorado del pimentón serrano (PSGMV), y el virus rugoso de la hoja de tomate (TLCrV); en cucurbitáceas, el virus de enrollamiento de las hojas de las cucurbitáceas (CuLCV), y el virus del amarillamiento y achaparamiento de las cucurbitáceas (CYSDV) (Ortega, 2008a).

La forma más común para controlar *T. vaporariorum* ha sido mediante insecticidas sintéticos; por tal motivo, los agricultores usan insecticidas de contacto y de alta toxicidad aplicados de manera preventiva, en un intento de manejar el problema de virus. Sin embargo, no se ha logrado el éxito esperado debido a que éstos reducen la población de adultos pero no afectan los huevos o estados inmaduros; esto hace que los adultos alcancen una densidad similar en pocos días y la incidencia de virus aumente progresivamente (Morales *et al.*, 2006).

Aún cuando el empleo de sustancias químicas para el control de esta plaga es el método más efectivo para mantener la población a niveles no perjudiciales, desafortunadamente, el uso irracional de estos agroquímicos ha traído consigo efectos colaterales como la selección de plagas resistentes a plaguicidas, eliminación de enemigos naturales, surgimientos de nuevas plagas secundarias, alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas terrestres y acuáticos, inducción de diversas enfermedades humanas como cáncer, esterilidad, daños al sistema nervioso y en general, un deterioro en la salud de quienes consumen alimentos contaminados (Rodríguez, 1995; Morales *et al.*, 2006; Ortega, 2008c).

Además del químico se recomiendan prácticas culturales para el manejo de mosca blanca como plaga directa o vectora de virus, entre las más comunes destacan el manejo de épocas de siembra, protección del almácigo, selección de variedades o híbridos resistentes, eliminación de plantas enfermas con síntomas de virus, rotación de cultivos que no sean hospederos, establecimiento de barreras vivas, uso de trampas amarillas, cubiertas flotantes

y acolchados, destrucción de residuos de cosecha, manejo de arvenses, uso de aceites, jabones, insectistáticos e insecticidas vegetales (Ortega, 2001 y 2008b; Morales *et al.*, 2006).

En México, el control legal de la mosca blanca está regulado por la Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, en la cual se utilizan medidas fitosanitarias por el gobierno federal que permitan la prevención, control o posible erradicación de *Aleurothrixus floccosus*, *Bemisia argentifolii*, *B. tabaci*, *Trialeurodes abutilonea*, *T. vaporariorum* y *Tetraleurodes ursorum*, con el manejo y eliminación de focos de infestación, establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos (SAGARPA, 2002).

El control biológico es una opción bioracional para regular las poblaciones de moscas blancas; sin embargo, y aun cuando se tienen resultados alentadores con el uso de enemigos naturales en algunas zonas, su efectividad es limitada debido a que la aplicación de insecticidas sintéticos ha eliminado también a la fauna benéfica. Este control se realiza por depredadores de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Neuroptera y Thysanoptera; parasitoides del orden Hymenoptera, entre los que destacan los géneros *Amitus*, *Encarsia* y *Eretmocerus* (Ortega, 2001 y 2002; García y Arredondo, 2008); hongos de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (Morales *et al.*, 2006; Lara, 2008); y al nematodo *Steinernema feltiae* (Cuthbertson y Walters, 2005; Cuthbertson *et al.*, 2007).

Debido a la resistencia de la mosca blanca a insecticidas, es necesario enfocarse dentro de un esquema de manejo integrado, con el objetivo de evitar que estas adquieran los virus o que una vez adquirido los inoculen a las plantas sanas (Bloch y Wool, 1994, Ortega, 2008c). En dicho contexto, las estrategias deben basarse en acciones de interferencia, distracción, repelencia y supresión. La interferencia evita el contacto entre la plaga y la planta; la distracción por el establecimiento de otros cultivos, trampas o plantas silvestres a los cuales el insecto responde en diferente grado. La repelencia en utilizar sustancias que induzcan reacción de alejamiento en el insecto. Por último, la supresión en la eliminación

de la plaga mediante jabones, aceites, insecticidas sintéticos e insecticidas vegetales, entre otros (Ortega, 2008b).

El manejo integrado de la mosca blanca debe ser preventivo, que limite el desarrollo normal e interfiera en el ciclo de desarrollo del insecto o de transmisión, por tanto, el uso de plantas insecticidas e insectistáticas para la protección de cultivos es una alternativa viable que se puede aplicar en esta plaga (Gómez *et al.*, 1999).

4.2 Uso de insectistáticos e insecticidas vegetales

El uso de sustancias vegetales y sus derivados como método de control alternativo de plagas se ha utilizado desde épocas antiguas, como un conocimiento empírico para el manejo de insectos plaga.

Los chinos, griegos y romanos empleaban polvos de extractos de plantas preparados a partir de eléboro *Veratrum* sp. (Liliaceae) para proteger sus cultivos del ataque de insectos (Philogéne *et al.*, 2003). Algunos pueblos del hemisferio norte utilizaban extractos de tejo *Taxus baccata* (Taxaceae) y extracto de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) en las regiones subtropicales. En el siglo XVIII grandes naturalistas, como Buffon, Linneo y Reaumur, plantearon las bases del conocimiento científico en el campo de la fitoprotección, dando origen a las sociedades de agricultura que se convirtieron en el crisol de nuevos procedimientos de lucha contra las enfermedades e insectos perjudiciales, al integrar tóxicos vegetales o minerales, aceites, alquitranes, caldos, entre otros. El siglo XIX se caracterizó por el uso de aceites y las moléculas obtenidas a partir de plantas, alcaloides como la nicotina extraídos del tabaco *Nicotiana tabacum*, *N. rustica* y *N. glauca* (Solanaceae), la anabasina *Anabassis aphylla* (Chenopodiaceae), la nornicotina *Duboisia howoodi*, la veratrina *Veratrum album* (Liliaceae) y la rianodia *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae). Otras moléculas, representadas por la rotenona, los rotenoides, piretrinas y los aceites minerales, fueron utilizadas también como repelentes o productos tóxicos para las plagas.

Durante la segunda guerra mundial (1939-1945), los productos fitosanitarios de origen vegetal fueron sustituidos por los plaguicidas de síntesis química, como los organoclorados, organofosforados y carbamatos. Los problemas ocasionados por el uso irracional de estos insecticidas fueron la contaminación del ambiente y los efectos nocivos sobre los organismos benéficos. Esto trajo consigo sucesos importantes que contribuyeron a renovar el interés por las moléculas presentes en las plantas, a través de una nueva etapa sustentada en el estudio detallado de las relaciones planta-insecto apoyada en tecnología que permitió el análisis sofisticado de las moléculas fitoquímicas, como ejemplo, surgió la síntesis de los piretroides a partir del piretro, la extracción de moléculas con múltiples modos de acción del nim y la elaboración de productos comerciales a partir de esta planta (Rodríguez, 2000; Philogéne *et al.*, 2003; Rodríguez *et al.*, 2003;). En este proceso se hicieron evidentes las ventajas de ser de origen biológico, como su rápida degradación y su mínimo impacto negativo sobre la salud humana y el ambiente (Bravo *et al.*, 2000).

Numerosas especies vegetales se han evaluado y tienen un gran potencial para el manejo de diversas plagas, entre las que se encuentran el ajo *Allium sativum*, anona *Annona sp.*, agave *Agave sp.*, orégano *Ruta graveolens*, nim *Azadirachta indica*, tabaco *Nicotiana tabacum*, higuera *Ricinus communis*, cempoalxochilt *Tagetes filifolia* y *Dieffenbachia brasiliensis*, entre otras. Su actividad biológica se debe a la presencia de compuestos activos característicos como las acetogininas en Annonaceae, alcaloides, monoterpenos, sesquiterpenos lactonas, triterpenos, limonoides (Meliaceae, Rutaceae y Cneoraceae); alcaloides (Solanaceae, Flacourtiaceae y Stemonaceae); aminas insaturadas (Rutaceae, Asteraceae y Piperaceae); Benzopiranos (Asteraceae), terpenoides (Meliaceae, Euphorbiaceae y Rutaceae); entre otras, y las proporciones que se mantienen en las diferentes estructuras y etapas de desarrollo fenológico (Simmonds *et al.*, 1992; Addor, 1995; Viera *et al.*, 2001).

4.2.1. Artemisa *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae)

Son plantas herbáceas, alcanzan los 4 m. Tienen tallos erectos, con ramificaciones basales. Hojas bipinnadas, lobuladas, con peciolos alados, verde grisáceo a plateado por el haz y envés, opuestas en la base y alternas en las ramas altas. Flores de color blanquecino, simples y axilares (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Amplia distribución en América. Su composición química son metabolitos como ambrosina, compuestos fenólicos, isabelina, lactonas, psilostachyina y sesquiterpenos (Bloszyk *et al.*, 1992; Chalchat *et al.*, 2004; Tamura *et al.*, 2004).

El extracto etanólico de artemisa vulgar *Ambrosia cumanensis* a dosis de 100 mg mL⁻¹ redujo el 50% de pupas de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Castrillón *et al.*, 1994). Sin embargo, para el picudo de Chile *Anthonomus eugenii* no hay un efecto tóxico con macerados e infusiones acuoso de hojas de esta planta, a dosis de 100 mg mL⁻¹ (Palma y Serrano, 1997).

En la costa del Perú, Hoss y Gomero (1994) obtuvieron un efecto repelente del extracto acuoso de *Ambrosia peruviana* sobre larvas de gusano cogollero *Spodoptera eridania* a dosis de 14%. Así mismo en Ecuador, el marco *Ambrosia arborescens* se usa para eliminar pulgas (Kvist y Alarcón, 2008).

Existe evidencia que la planta de artemisa *A. artemisiifolia* tiene efecto repelente para el escarabajo de la col *Phyllotreta cruciferae* (Altieri, 1995). Sin embargo, no existe acción larvicida del extracto de la planta completa en mosquito *Culex quinquefasciatus* a dosis de 5, 15 y 25 % (Pérez-Pacheco *et al.*, 2004).

4.2.2. Hierba santa *Piper auritum* (Piperaceae)

La hierba santa *P. auritum* es un arbusto de hasta 5 m de altura con tallos y ramas con nudos bien marcados. Hojas grandes, alternas, pubescentes, penninervadas, ovada-oblongas de base profundamente acorazonada y aromática; sus flores son verdosas y pequeñas,

agrupadas en espigas cilíndricas, apretadas y densas de 20 a 25 cm de longitud, cuyo fruto es una diminuta baya drupácea. Esta planta recibe los nombres comunes de hierba santa, hoja santa, acuyo, acoyo, cordoncillo, jaco y momo (Martínez, 1979). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el trópico americano, sin embargo, fue descrita en el estado de Veracruz, México (Gómez-Pompa, 1966).

Los metabolitos secundarios encontrados en extractos, obtenidos de diferentes partes de *P. auritum*, muestran actividad antialimentaria, antifúngica, bactericida, citotóxica, estimulante, insecticida y sinergista (Delgado y Cuca, 2007; Scott *et al.*, 2008). Químicamente los constituyentes más comunes son alcaloides, aminas, como isobutilamina, piperidina y pirrolidina, butenólidos, epóxidos del ciclohexano, flavonoides, kawalactonas, lignanos, neolignanos, propenilfenoles, safrol y terpenos, entre otros (Sengupta y Ray, 1987; Parmar *et al.*, 1997; Wadt *et al.*, 2004). No obstante, el safrol es el componente principal en hojas e inflorescencias, 93.2% y 90.3% respectivamente (García *et al.*, 2007).

La amplia variedad de compuestos secundarios encontrados en la familia Piperaceae sugieren una potencial actividad insecticida (Miyakado *et al.*, 1989). De hecho, algunas especies se emplean tradicionalmente para el control de insectos vectores (Okorie y Ogunro, 1992) y plagas de granos almacenados (Baier y Webster, 1992; Mbata *et al.*, 1995; Kéïta *et al.*, 2000), como se muestra la formulación a base de semilla de pimienta *Piper nigrum* a concentraciones $>100 \text{ mg mL}^{-1}$ contra el gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* y el barrenador de los granos *Rhyzopertha dominica*, en trigo (Sighamony *et al.*, 1986).

La acción biocida de extractos de cordoncillo *Piper tuberculatum* sobre larvas de tercer instar de gusana talador de caña de azúcar *Diatrea saccharalis* fue confirmada por Soberón *et al.* (2006) al aplicar extractos acuosos, diclorometano-metanol y etanólico de hojas, tallos y espigas maduras. Así mismo, Vidales (1991) al evaluar la actividad tóxica de 18 plantas de la región de Tuxtepec, Oaxaca para el control del gorgojo de maíz almacenado *Sitophilus zeamais*, encontró que la hierba santa *P. auritum* a una dosis de 100 mg mL^{-1}

causó 100% de mortalidad de adultos. De igual forma, los polvos de esta planta redujeron al 100% la progenie de *S. zeamais* (Silva *et al.*, 2003).

El efecto tóxico y repelente del extracto acuoso de *P. auritum* a dosis de 10 mg mL⁻¹ fue confirmada sobre la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*, al obtener una reducción de larvas de 78 a 90% de su población en guayaba (Perales *et al.*, 1996), resultado de la propiedad insecticida del compuesto safrol obtenido de las hojas de la planta (Sáez *et al.*, 1998). De igual manera, los extractos acuosos de *P. auritum* y *Piper imperiale* afectan de manera significativa a la hormiga *Paraponera clavata* a dosis de 10 000 ppm, por lo que dichas plantas son prometedoras para esta plaga (Dyer *et al.*, 2003).

En los Valles Centrales del estado de Oaxaca, Montes *et al.* (1992) encontraron que de 100 especies vegetales sólo los extractos acuosos de *P. auritum* a dosis de 100 mg mL⁻¹, resultaron efectivos para reducir el 50% de las poblaciones de mosca blanca *T. vaporariorum* e incidencia viral en jitomate, tanto en condiciones de laboratorio como en campo.

4.2.3. Rabanillo silvestre *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae)

R. raphanistrum es nativo del mediterráneo. Se reporta como arvense en cultivos, en regiones templadas de América, sur de África, Japón y Australia. En México se distribuye en los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

El rabanillo silvestre es una hierba anual erecta, ramificada, algo pubescente, que alcanza 1 m de altura. Tallo cilíndrico, algunas veces acostillado, glauco o con indumento estrigoso, pelos divergentes o reflejos. Hojas basales profundamente lirado-pinnatífidas o en ocasiones elípticas, de 6 a 20 cm de largo y de 3 a 10 cm de ancho, con un lóbulo terminal grande, redondeado y varios pares de lóbulos laterales más pequeños con los

bordes crenados o dentados; las superiores pequeñas, elípticas a lanceoladas, de 2.5 a 7 cm de largo y de 7 a 25 mm de ancho, dentadas a casi lisas, ápice agudo a redondeado, base atenuada, ambos tipos de hojas pueden ser glabras o presentar indumento estrigoso. Flores de 2 a 3 cm de longitud, incluyendo el pedicelo, que puede ser igual o más largo que los sépalos. Sépalos angostos, verdes, de cerca de 10 mm de largo. Pétalos de color blanco, amarillento o cremoso, a veces con venación morada oscura, de 15 a 20 mm de largo. Fruto silicua cilíndrica, indehiscentes, de 2.5 a 10 cm de largo y 3-6 mm en diámetro. Semillas de 4 a 12 por fruto, globulares, ovoides, de 2 a 3 mm de largo, color rojizo, café rojizas a café naranja y reticuladas. Sus principios activos son aceites grasos y sinalbina (Rollins, 1993; Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Existen diversos estudios de control de plagas mediante extractos de *R. raphanistrum*. La mortalidad de adultos de *B. tabaci* fue confirmada con extracto acuoso de tallo, hojas y flor de rabanillo silvestre a dosis de 2 g L⁻¹. El extracto redujo el 30% de la población de mosca blanca 5 d después de efectuar la aplicación (Martínez *et al.*, 1997). De igual manera, un efecto tóxico sobre la eclosión y desarrollo de larvas de diabrotica *Diabrotica balteata* y gusano trozador *Agrotis ipsilon* mediante la mezcla de extractos acuosos de raíz, tallo y hoja de *R. raphanistrum* a dosis de 200 mg mL⁻¹ (McCutcheon *et al.*, 2009), y el 26% de mortalidad en larvas y 25% en adultos del gorgojo de la harina *Tribolium castaneum*, con extractos metanólicos de 10% (Jbilou *et al.*, 2006).

4.2.4. Diente de león *Taraxacum officinale* (Asteraceae)

El diente de león *Taraxacum officinale*, es una plántula con cotiledones elíptico, alargados y las hojas de la roseta lanceoladas, con el borde dentado primeramente y después dentado-lobado, matiz verde claro por el haz y más acentuado y vellosas por el envés. Crece en campos cultivados al borde de los caminos y herbazales (Villarias, 1992; Juscafresa, 1995). Sus principios activos son la asparagina, carotenos, flavonoides, taninos, taraxacina, tirosinasa y saponina (Juscafresa, 1995).

Las lactonas sesquiterpénicas se encuentran en abundancia en esta especie, los cuales son biológicamente activas contra insectos (Jovanović *et al.*, 2007). Se ha observado que después de 20 d post-tratamiento del extracto etanólico de esta planta en abejas *Apis mellifera* a dosis de 50 mg mL⁻¹, produce una mortalidad de 48.4 % (Pohorecka, 2004).

La mortalidad de adultos del gorgojo del frijol *Acanthoscelides obtectus* se incrementó de acuerdo al tiempo de exposición con el extracto etanólico de la raíz de *T. officinale* al 10%, mientras que a dosis de 300 mg mL⁻¹ presentó un fuerte efecto repelente y reducción de la progenie (Jovanović *et al.*, 2007). Así mismo, a dosis de 200 mg mL⁻¹ de este extracto mostró 17.5% de mortalidad del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*; sin embargo, tanto el extracto de raíz como el de hojas manifestaron un efecto repelente de 18.2 y 33.3%, respectivamente (Iannacone, 2008). Por su parte, Morar *et al.* (2008) afirmaron que los extractos etanólicos de hojas frescas de *T. officinale* fueron tóxicos y repelentes para el escarabajo de la papa *Leptinotarsa decemlineata* a una dosis de 200 mg mL⁻¹.

4.2.5. Uso de insectistáticos e insecticidas botánicos en mosca blanca

Las sustancias vegetales pueden matar a la mosca blanca de manera fulmigante (insecticida) o afectar la biología, el comportamiento o la fisiología, provocando la inhibición de la alimentación, del refugio, del crecimiento y de la oviposición (insectistático). Las primeras se obtienen con disolventes no polares, en tanto que las segundas se extraen con disolventes muy polares en general (Rodríguez y Djair, 2008).

Se estima que existen más de dos mil especies de plantas con propiedades insectistáticas e insecticidas en mosca blanca, las más utilizadas son la cebolla *Allium cepa*, el ajo *A. sativum*, el nim *A. indica*, el chile *Capsicum* sp., matapiojos *Delphinium staphisagria*, el tomatillo *Nolana peruviana*, el tabaco *N. tabacum*, la higuera *R. communis*, sauco *Sambucus nigra*, el cempoalxóchil *Tagetes erecta* y el mastuerzo *Tropaeolum majus* (Rodríguez, 2000; Rodríguez y Djair, 2008).

Los extractos de semilla del árbol del guaje *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) y hojas de silene *Silene foetida* (Caryophyllaceae) causaron 60 y 40 % de ovidisucción respectivamente, y 74.6 % de mortalidad ninfal de *B. tabaci* biotipo B en col *Brassica oleracea* (Nascimento *et al.*, 2006).

La eficiencia de los productos elaborados a base de plantas depende del proceso de extracción de los compuestos secundarios por la polaridad del solvente (Rodríguez, 1996). Este efecto fue comprobado por García-Mateos *et al.* (2007), al investigar el efecto tóxico de extracto acuoso, metanólico y diclorometano de la hierba del zorrillo *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) sobre adultos de *T. vaporariorum*, bajo condiciones de laboratorio e invernadero. En laboratorio, la mortalidad registrada fue 98.35% en acuoso, 100% en metanol y diclorometano; así mismo, las CL₅₀ fueron de 4.6% para acuoso, 1.1% metanólico y 0.3% para diclorometano. Mientras que en condiciones de invernadero, la toxicidad causada fue de 59.33, 48.75 y 57.55% para acuoso, metanólico y diclorometano, respectivamente; y las CL₅₀ fueron de 16.6% en acuosos, 13.3% en metanólicos y 3.5% en diclorometano.

Sin embargo, la ventaja de utilizar compuestos polares en la extracción, radica en la disminución de efectos colaterales y costos en la producción (Ortega *et al.*, 2000). Los extractos acuosos de mastuerzo *Lepidium sativum* (Brassicaceae) mostró 71% de mortalidad en ninfas de segundo instar de *B. tabaci*, efecto similar al insecticida Imidacloprid. La exposición de ninfas de 4° instar a extractos de *Achillea biebersteinii* (Asteraceae), *L. sativum* y retama *Retama raetam* (Fabaceae) inhibió el desarrollo de adultos, mientras que el extracto de *R. raetam* causó mortalidad total de adultos de mosca blanca del tabaco. Sin embargo, los extractos de *Ballota undulata* (Lamiaceae), *Galium longifolium* (Rubiaceae), *Pimpinella anisum* (Apiaceae) y *R. raetam* presentaron efecto repelente en dicha plaga (Ateyyat *et al.*, 2009).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó de septiembre de 2009 a noviembre de 2010 en el invernadero del área de Insectos Vectores de Entomología y Acarología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México.

5.1 Material biológico

5.1.1 Cría de mosca blanca

La cría masiva de mosca blanca *T. vaporariorum*, se estableció con ~2,000 adultos obtenidos en arvenses en la periferia de los invernaderos de la Universidad Autónoma de Chapingo, durante el mes de febrero de 2010. Los adultos se introdujeron en jaulas entomológicas (60 x 40 x 60 cm) cubiertas con tela tricot en cuyo interior se colocaron plantas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. variedad Bayomex de seis semanas de edad, en macetas de plástico que contenían una mezcla de suelo esterilizado y vermiculita 9:1 (v/v) como medio de soporte. Los adultos se mantuvieron sobre las plantas durante una semana para que ovipositaran, posteriormente se retiraron con un aspirador (que consistió en una pipeta Pasteur sin punta, acoplada a una manguera de látex). Las plantas con huevos se trasladaron a otra jaula para esperar la emergencia de nuevos adultos. Este proceso se realizó en forma periódica para tener material biológico durante el experimento. La colonia se mantuvo en condiciones de invernadero con temperatura de 25 ± 5 °C y fotoperiodo de 12 h.

5.1.2 Colecta de plantas

Se colectaron ejemplares de artemisa *A. artemisiifolia*, titatíl *C. engleriana*, hierba santa *P. auritum*, rabanillo silvestre *R. raphanistrum* y diente de león *T. officinale*. Las plantas de artemisa, diente de león y rabanillo silvestre fueron seleccionadas debido a que en ensayos previos, realizados por el Dr. Pérez Pacheco, mostraron actividad contra mosca blanca

(Comunicación personal)², la hierba santa por revisión bibliográfica y el titatil por recomendaciones de campesinos de la localidad de Bajos de Chila. La colecta se realizó en diversas localidades del Estado de Oaxaca. En el mes de septiembre de 2009, se colectaron las plantas de diente de león y rabanillo silvestre. El primero en terrenos de cultivo del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, ubicado en la comunidad de Nazareno Xoxocotlán, mientras que el segundo a 5 km del Municipio de Tlacotepec Plumas. La hierba santa fue donada y colectada por el Dr. Pérez Pacheco en la población de Zaachila, y la artemisa se adquirió en mercados locales de la Ciudad durante el mes de noviembre. Finalmente en el mes de diciembre, el titatil en la comunidad de Bajos de Chila, localizada a 6 km de Puerto Escondido.

La determinación de las especies fue efectuada por la M. C. Remedios Aguilar, responsable del herbario del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) unidad Oaxaca, con la comparación del material colectado o comprado con especímenes existentes en el herbario y la descripción de las especies de Calderón y Rzedowski (2001).

5.2 Preparación de extractos vegetales

Para extraer los principios activos de las plantas con diferentes solventes, se siguió el proceso de preparación siguiente:

5.2.1 Secado y molido de las plantas

Las plantas se secaron a la sombra a temperatura ambiente (25 a 27 °C) durante 7 d, luego se separó la raíz de la parte aérea (tallo, hoja, flor y fruto), se cortaron y pulverizaron finamente, con un molino eléctrico, para facilitar la extracción.

² Dr. Rafael Pérez Pacheco. Profesor investigador del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN) unidad Oaxaca. Datos no publicados.

5.2.2 Extractos acuosos

Se colocaron 10 g del polvo en un frasco de polietileno con tapa de 250 mL de capacidad, donde se adicionaron 100 mL de agua destilada (relación peso/volumen) para cubrir completamente el polvo. La mezcla se agitó y dejó reposar por 24 h en un lugar seco, fresco y con poca luz a temperatura ambiente. Después, la solución se filtró en una tela tricot fina con el fin de separar la parte líquida de la sólida y obtener los extractos acuosos al 10%.

5.2.3 Extractos etanólicos y acetónicos

Se maceraron 50 g de polvo y se colocaron dentro de un matraz, en el que previamente se habían depositado 500 mL de solvente. La mezcla se agitó y se dejó en reposo por 3 d a una temperatura ambiente (25 °C) y después se filtró en papel Whatman 40 para separar la parte líquida de la sólida.

La solución se vertió en un rotavapor (Yamato®, Japón) y éste se puso en una fuente de poder (78 °C a 1 atm en 70 rpm y 55-60 °C a 1 atm en 30 rpm) para permitir la hidrodestilación y lograr el arrastre de los compuestos. Los extractos puros obtenidos se almacenaron en frascos, y se mantuvieron en refrigeración a 4 °C durante el tiempo que duro el experimento.

5.3 Bioensayos

5.3.1. Preparación de concentraciones

A partir de una solución al 10% (100 mg mL⁻¹) del extracto de la planta, por diluciones subsecuentes, se elaboraron concentraciones de 1 a 0.00001% (10 a 0.0001 mg mL⁻¹), para detectar las concentraciones con efecto máximo y mínimo de mortalidad y repelencia de adultos en el intervalo de 0 a 100, con un gradiente de 10 (bioensayo preliminar). Posteriormente, con los tratamientos que resultaron con $\geq 30\%$ de repelencia y/o mortalidad,

se realizó el bioensayo completo en el cual se intercalaron concentraciones entre aquellas que mostraron actividad.

Para evaluar el efecto de cada concentración y repetición se utilizaron 20 adultos de mosca blanca de 3-6 d de edad, sin sexar y en ayuno durante 2 h previas a la evaluación. Siempre se incluyó un testigo al que sólo se le aplicó agua destilada. A todos los tratamientos, se les añadió Tween 20 al 1% como adherente antes de ser aplicados.

5.3.2. Repelencia en adultos de mosca blanca

La repelencia se evaluó con el método del cilindro propuesto por Schuster *et al.* (2009), el cual consiste en sumergir un disco foliar de frijol de 15-20 d de edad en el extracto y se deja secar a temperatura ambiente; posteriormente, el disco se coloca en la tapa del cilindro de acrílico con el envés expuesto, se coloca en la tapa del cilindro de acrílico y se introducen 20 adultos de mosca blanca de 3-6 d de edad, sin sexar y en ayuno durante 2 h previas a la evaluación (Figura 1). Los cilindros son colocados al azar en una mesa blanca con una lámpara de neón en la parte superior, en condiciones de invernadero. La repelencia se mide por la diferencia entre insectos posados y no posados en cada disco tratado a las 3, 4, 5, 6 y 24 h postratamiento, y se expresa en porcentaje considerando 20 adultos como 100% en cada repetición.



Figura 1. Cilindro de acrílico para la evaluación de repelencia de adultos de mosca blanca

5.3.3. Mortalidad de adultos y oviposición

La mortalidad e inhibición de la oviposición, se evaluaron con el método propuesto por Ortega *et al.* (1998). Para ello, se selecciona un foliolo de frijol de 15-20 d de edad con lámina extendida, se sumerge durante 5'' en el extracto y se deja secar a temperatura ambiente. Posteriormente, en la hoja tratada se sujeta una jaula entomológica pequeña circular tipo clip (3 cm de diámetro) de poliuretano (Figura 2), y se introducen por un orificio lateral de la jaula, mediante un aspirador, 20 adultos de mosca blanca de 3-6 d de edad, sin sexar y en ayuno durante 2 h previas a la evaluación. Las plantas con las jaulas se disponen al azar en una mesa blanca en un invernadero. A las 24 h después de la aplicación, los adultos se retiran y se registra el número de insectos muertos para obtener el porcentaje de mortalidad, considerando 20 adultos como 100%. Así mismo, se cuentan los huevos depositados en un área, preseleccionada centralmente, de 3 cm de diámetro con ayuda de un microscopio estereoscópico. La oviposición se calcula contando en las hojas tratadas, bajo un microscopio estereoscópico el número de huevos, y determinando el porcentaje con relación a lo observado en el testigo (100%).



Figura 2. Jaula entomológica para la evaluación de mortalidad y oviposición de adultos

5.4. Análisis estadístico

Los tratamientos en donde el testigo dio >12 % de repelencia, no se consideraron para el análisis estadístico. Los datos obtenidos de la mortalidad y repelencia se corrigieron con la mortalidad y repelencia observada en el testigo por medio de la ecuación de Abbott (1925). Los resultados obtenidos de la corrección y los de inhibición de la oviposición, se sometieron a un análisis probit para obtener la línea de respuesta log dosis-probit y los valores de la concentración que eliminó al 50% de la población (CL_{50}), la concentración que provocó 50% de repelencia (CR_{50}), y la concentración necesaria que inhibió en 50 % la oviposición (CIO_{50}), que se expresaron en concentraciones $mg mL^{-1}$, mediante el programa SAS Institute (SAS, 1999). Para el análisis de los datos, se realizó una transformación de rangos con un probabilidad de 0.05 (Conover e Iman, 1981) y la separación de medias de Tukey.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los adultos de *T. vaporariorum* mostraron susceptibilidad diferencial a los extractos evaluados. En general, los extractos acuosos y acetónicos no expresaron actividad tóxica, ni repelente (Apéndice, Cuadros 9.1, 9.3, 9.4 y 9.5), en cambio, los extractos etanólicos de *A. artemisiifolia*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* y *T. officinale* a concentración de 200 mg mL⁻¹ causaron repelencia y/o mortalidad superior al 50 %.

6.1 Repelencia de adultos de mosca blanca

En las pruebas preliminares, se obtuvo repelencia significativa > 30% a la 3^a h postaplicación, al aplicar concentración de 100 mg mL⁻¹ de los extractos acuosos de *A. artemisiifolia*, *R. raphanistrum* y *T. officinale*; los extractos etanólicos de *A. artemisiifolia*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* y *T. officinale*; y los extractos acetónicos de *P. auritum* y *T. officinale* (Apéndice, Cuadro 9.1). Sin embargo, los acetónicos a esta dosis causaron fitotoxicidad, por lo que no fueron sujetos a una evaluación detallada.

Los extractos acuosos, etanólicos y acetónico de las cinco especies de plantas no mostraron actividad repelente del 100%, tanto en las pruebas preliminares como en los bioensayos de mayor correlación concentración-repelencia. En los bioensayos, la repelencia máxima se obtuvo al aplicar 200 mg mL⁻¹ del extracto acuoso y etanólico de *R. raphanistrum* 72 y 76 %, respectivamente a la 3^a h postaplicación (Cuadro 1 y 2).

La respuesta repelente ≥ 30 % se registró a partir de la aplicación de los extractos acuosos de *A. artemisiifolia*, *R. raphanistrum* y *T. officinale* a concentraciones a partir de los 100 mg mL⁻¹ a la 3^a h postaplicación y a 200 mg mL⁻¹ a la 4^a h (Cuadro 1) y de los extractos etanólicos de *A. artemisiifolia*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* y *T. officinale* a partir de 60 mg mL⁻¹ a la 3^a h y la 4^a h postaplicación en los tres primeros extractos a dosis de 200 mg mL⁻¹. Sin embargo, los extractos etanólicos de *R. raphanistrum* y *A. artemisiifolia* mantuvieron el efecto hasta la 5^a postaplicación (Cuadro 2).

Cuadro 1. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a diferentes horas postaplicación de extractos acuosos de tres plantas

Acuosos															
Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>					<i>R. raphanistrum</i>					<i>T. officinale</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
200	38 ¹ a	23ab	7a	15a	17a	72a	61a	36a	20a	33a	52a	33a	21a	16a	19a
135	34ab	23a	6a	4ab	12a	40b	28b	6ab	6ab	10ab	47a	29a	16a	13a	9a
100	34ab	19ab	4a	1b	11a	32b	22b	3ab	2ab	1b	41ab	25ab	10a	9a	6a
60	22abcd	16abc	2a	2b	7a	27bc	18bc	5ab	2ab	4ab	27b	15abc	8a	7a	6a
40	23abc	18abc	2a	2b	8a	22bc	11bc	1ab	0b	7ab	23b	10bcd	5a	8a	6a
10	19bcd	9bcd	1a	2b	2a	11c*	6cd*	2ab	0b	6b	8c	8cd	4a	5a	3a
3.5	8cd	4cd	0a	0b	3a	12c*	5cd*	0b	1ab	1b	7c	5cd	1a	1a	2a
Testigo	5d	3d	0a	2b	0a	7c	1d	0b	0b	2b	5c	2cd	1a	0a	1a
Pr > F	<.0001	<.0001	.0635	.0027	.0527	<.0001	<.0001	.0091	.0041	.0020	<.0001	<.0001	.0525	.3089	.4745
CR ₅₀ (mg mL ⁻¹)	-----	-----	-----	-----	-----	156.4 (97.1-	195.5 (122.6-	-----	-----	-----	190.9 (150.4-	-----	-----	-----	-----
b ± s						4110)**	4686)				263.3)				
						1.2±0.3	1.9±0.5				1.3±0.1				

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$), ¹ Porcentaje de repelencia tomado de los datos reales, *Datos no considerados en el análisis probit, **Límites de confianza al 95 %, b = Pendiente de la línea de regresión, s = Error estándar.

Cuadro 2. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a diferentes horas postaplicación de extractos etanólicos de cuatro plantas

Etanólicos										
Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>					<i>P. auritum</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
200	62 ¹ a	43a	31a	18a	18a	57a	38a	15a	11a	3a
135	47ab	31ab	17a	9a	16a	47ab	25ab	11a	2a	2a
100	42ab	32ab	23ab	6a	19a	42abc	15ab	9a	0a	2a
60	37abc	22abc	18ab	3a	17a	35abc	13ab	5a	2a	0a
40	35bc	19abc	17ab	4a	18a	22cd	17ab	2a	1a	0a
10	25cd*	19abc	18ab	3a	10a	27bcd*	14ab	4a	3a	0a
3.5	26cd*	12bc	10ab	1a	11a	21cd*	12ab	3a	0a	1a
Testigo	12d	6c	5b	1a	3a	10d	8b	3a	1a	0a
Pr > F	<.0001	.0004	.0749	.6686	.6923	<.0001	.0277	.3970	.2292	.3176
CR ₅₀ (mg mL ⁻¹)	187.5 (140.5- 334.5)**	-----	-----	-----	-----	192.1 (146.5- 387.7)	-----	-----	-----	-----
b ± s	1.1±0.2					1.2±0.3				
	<i>R. raphanistrum</i>					<i>T. officinale</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
200	76a	51a	31a	15a	16a	45.0a	27.5a	16.3a	10.0a	15.0a
135	43ab	24ab	13ab	3a	14a	43.8a	25.5ab	13.8ab	10.0a	18.8a
100	35ab	17ab	13ab	2a	5a	38.8ab	12.5ab	3.8ab	5.0a	7.5a
60	36ab	20ab	13ab	3a	8a	30.0abc	17.5ab	5.0ab	6.3a	5.0a
40	27bc	13b	8ab	4a	7a	31.3abc	10.0ab	3.8ab	5.0a	10.0a
10	21bc	14ab	5ab	2a	9a	18.8abc	11.3ab	5.0ab	3.8a	7.50a
3.5	18bc	7b	2b	3a	2a	12.5bc	10.0ab	2.5ab	3.8a	8.8a
Testigo	10c	7b	4ab	3a	8a	11.3c	5.0b	1.3a	0.0a	2.5a
Pr > F	<.0001	.0016	.0493	.3081	.7345	.0009	.0452	.0665	.4088	.1629
CR ₅₀ (mg mL ⁻¹)	154.3 (58.9-1487)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
b ± s	1.0± 0.2									

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$), ¹ Porcentaje de repelencia tomados de los datos reales, *Datos no tomados para el análisis probit, **Límites de confianza al 95 %, b = Pendiente de la línea de regresión, s = Error estándar.

De acuerdo a las CR_{50} , el mejor tratamiento de los extractos acuosos fue *R. raphanistrum* con 156.4 mg mL^{-1} a la 3 h postaplicación, en orden descendiente, el extracto de *T. officinale* (190.9 mg mL^{-1}) a la misma hora postaplicación y *R. raphanistrum* (195.5 mg mL^{-1}) a la 4 h (Cuadro 1). Mientras que en los extractos etanólicos el mejor fue *R. raphanistrum* (154.3 mg mL^{-1}), seguido por el extracto de *A. artemisiifolia* (187.5 mg mL^{-1}) y *P. auritum* (192.1 mg mL^{-1}), a las 3 h después de la aplicación (Cuadro 2). Cabe señalar que los límites de confianza de los extractos acuosos y etanólicos se traslaparon lo que demuestra un efecto similar.

La actividad de los extractos de *R. raphanistrum* y *T. officinale* fue confirmada mediante el índice de repelencia propuesto por Lin *et al.* (1990). Para estos extractos, los índices variaron de 0.42 a 0.84 (Apéndice, Cuadro 9.2).

En general, la actividad repelente de los extractos de las cinco plantas estudiadas dependió en mayor grado del disolvente utilizado para la obtención de principios activos y de la concentración evaluada, por lo que el mejor tratamiento fue el extracto acuoso y etanólico (72 y 76 %) de *R. raphanistrum* a dosis de 200 mg mL^{-1} , respectivamente.

La baja eficiencia en el efecto repelente de los extractos acetónicos en este estudio, concuerda con los resultados obtenidos por otros autores, quienes observaron que los extractos no polares son menos eficientes en relación a los de polaridad intermedia (Saito *et al.*, 1989; Roel *et al.*, 2000). Con base a estos registros, algunos autores obtienen extractos botánicos utilizando solventes de polaridad intermedia (Neal Junior *et al.*, 1994; Gómez *et al.*, 1997; Cubillo *et al.*, 1999). Como se muestra en este estudio con extractos etanólicos, los cuales coinciden con los reportados en extractos etanólicos de *M. azedarach* en concentraciones superiores a 10 mg mL^{-1} en *B. tabaci*, al encontrar un efecto repelente de 58.9 a 67 % en adultos (Abou-Fakhr *et al.*, 2001).

Sin embargo existe evidencia de la efectividad de los extractos acuosos con emulsificante, Souza y Vendramim (2004) sostienen que los extractos acuosos de ramas de

Trichilia pallida y semillas de nim son más efectivos que los hexánicos y clorofórmicos para controlar ninfas de *B. tabaci*. Hoss y Gomero (1994) encontraron efecto repelente >30% con el extracto de *A. cumanensis* sobre *S. eridania* a 140 mg mL⁻¹. Mismo efecto fue confirmado con los extractos de hojas de *T. officinale* sobre *S. zeamais* a 200 mg mL⁻¹ (Iannacone, 2008) y con el escarabajo de la papa *L. decemlineata* a dosis de 100 mg mL⁻¹ (Morar *et al.*, 2008).

La diferencia en la respuesta repelente de los extractos etanólicos respecto a los acuosos hace suponer que ésta se debió en gran parte a la concentración de principios activos presentes. Al respecto, Ladd *et al.* (1978) afirman que con la alta polaridad de un solvente se obtienen compuestos de diversa estructura química solubles en él. De igual manera, el tamaño y forma de las moléculas presentes en cada producto y los órganos sensoriales de las moscas blancas contribuyen en cierto grado (Wright, 1975).

Respecto a la influencia de la concentración sobre la repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum*, Davidson *et al.* (1991) reportan que el aumento de la viscosidad de un extracto se debe en gran medida al incremento en la concentración, siendo que las sustancias sean retenidas mayor tiempo sobre la superficie foliar y su liberación sea gradual, retrasando o evitando el tiempo de arribo de los insectos a la planta tratada. Barajas *et al.* (2005) y Castillo *et al.* (2005) encontraron que el aceite esencial de cempasúchil a la concentración de 200 mg mL⁻¹ repele al 90% de los adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*, tanto en invernadero como en campo, repelencia casi similar a la provocada en esta investigación por el extracto acuoso y etanólico de *R. raphanistrum* (72 y 76 %) a 200 mg mL⁻¹, en condiciones de invernadero.

Los aleloquímicos presentes en los extractos de algunas especies de plantas son responsables del efecto repelente como señala Silva (2002, citado por Salazar, 2003). Así mismo, otro factor importante es el reconocimiento del hospedero de la mosca blanca *T. vaporariorum*, este proceso le puede llevar 3 h en los casos de respuesta inmediata cuando se adecuó a la hospedante o más cuando la hospedante pertenece a familias botánicas

diferentes (Lenteren y Noldus 1990; Garmendia, 2002). Después de este periodo de reconocimiento, las moscas blancas al posarse en el disco foliar tratado, presentan excitación y permanecen por un lapso de tiempo en constante agitación alar sobre éste.

La persistencia del efecto de la repelencia mediante los extractos acuosos de *R. raphanistrum* y *T. officinale*, y extractos etanólicos de *A. artemisiifolia* y *R. raphanistrum* a dosis de 200 mg mL⁻¹, fue también registrado por Cubillo *et al.* (1999) al evaluar productos de nim sobre *B. tabaci* y Garmendia (2002) mediante extractos acuosos a base de ajo en *T. vaporariorum*. Esto se debe a la permanencia de las partículas del repelente en los sensores de los insectos por la fuerza de atracción entre las moléculas del producto y las de la cutícula de los órganos sensoriales (Wright, 1975). Sin embargo, Lenteren y Noldus (1990) indican que la acción de los compuestos secundarios sobre la respuesta de repelencia se manifiesta provocando saturación inmediata de los quimiorreceptores, que con el paso del tiempo se van degradando hasta recuperar, en algunas ocasiones, el efecto repelente como se muestra en el extracto acuoso de *R. raphanistrum* en este estudio.

6.2 Mortalidad y oviposición de adultos de mosca blanca

6.2.1 Mortalidad

La toxicidad se relacionó positivamente con la concentración y el solvente utilizado para realizar la extracción. En las pruebas preliminares la mejor respuesta se obtuvo al aplicar concentraciones de 100 mg mL⁻¹ del extracto acuoso de *P. auritum* (30%) y extractos etanólico (59 %) y acetónico (30 %) de *P. auritum* y *R. raphanistrum* (36%) (28%), respectivamente. No obstante, los cinco extractos acetónicos a esta concentración causaron fitotoxicidad. Los restantes tratamientos mostraron una respuesta similar al testigo, lo que denotó su nula o baja actividad tóxica contra la mosca blanca *T. vaporariorum* (Apéndice, Cuadro 9.3).

En los bioensayos, ningún extracto evaluado obtuvo una mortalidad absoluta (100 %). Sin embargo, la mortalidad causada por los extractos etanólicos de *P. auritum* y *R. raphanistrum*, fue mayor que la ocasionada por el extracto acuoso de *P. auritum* y ésta se relacionó positivamente con la concentración. La mortalidad máxima (66 %) se registró con la aplicación del extracto etanólico de *P. auritum* a la concentración de 200 mg mL⁻¹, seguida por el extracto etanólico de *R. raphanistrum* (56 %) a la misma dosis. Cabe señalar que en ambos extractos etanólicos presentaron mortalidad >30% a partir de 100 mg mL⁻¹ (Cuadro 3).

El extracto etanólico de *P. auritum* mostró mayor toxicidad a nivel de la CL₅₀ (116.0 mg mL⁻¹) y seguida por *R. raphanistrum* (185.2 mg mL⁻¹). Los límites fiduciales de estos extractos no se traslaparon, resultados que muestran una acción diferencial entre los extractos (Cuadro 3). La pendiente registrada en el extracto etanólico de *P. auritum* y *R. raphanistrum* fue mayor a 1.0 (1.7 y 1.4, respectivamente) lo que indica uniformidad de la población de mosca blanca para responder a la selección con cualquiera de los extractos aplicados.

Cuadro 3. Mortalidad (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a las 24 h postaplicación de extractos acuosos y etanólicos

Concentración (mg mL ⁻¹)	Acuosos	Etanólicos	
	<i>P. auritum</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>
	24 h	24 h	24 h
200	35 ¹ a	66a	56a
140	29a	55a	40ab
100	24ab	49a	36ab
60	16bc	25b	27b
40	16bc	24b	11c*
10	7.0cd	---	12c*
Testigo	2.0d	3.0c	2.0c
Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
CL ₅₀ (mg mL ⁻¹)	-----	116.0 (99.7- 139.2)**	185.2 (147.2-300.2)
b ± s		1.7±0.2	1.4±0.3

Medias con la misma letra en una columna no difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$), --- Concentración no evaluada, ¹Porcentaje de mortalidad tomada de los datos reales, *Datos no considerados en el análisis probit, **Límites de confianza al 95 %, b = Pendiente de la línea de regresión, s = Error estándar.

En general, la mortalidad de los adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* con los extractos evaluados se ve reflejada principalmente en el disolvente utilizado para la extracción de principios activos y la concentración evaluada. En este sentido, el mejor tratamiento para la supresión de adultos de *T. vaporariorum* fue el extracto etanólico de *P. auritum* a partir de 100 mg mL⁻¹, sin embargo, a dosis de 200 mg mL⁻¹ se obtuvo la mayor mortalidad (66%).

El uso de disolvente en la extracción de principios activos de una planta es importante, ya que se manifiesta en la actividad tóxica contra insectos, como se demuestra en este estudio al utilizar etanol como disolvente en *P. auritum* y *R. raphanistrum* en la mortalidad de adultos de mosca blanca. Jbilou *et al.* (2006), reportaron que los extractos metanólicos de *R. raphanistrum* a 100 mg mL⁻¹ son más tóxicos que los acuosos para eliminar larvas (26%) y adultos (25%) de gorgojo de harina *T. castaneum*. Así mismo, los extractos metanólicos y diclorometánicos de *Petiveria alliacea* al 5 % son más activos (100 % de mortalidad) que los acuosos contra adultos de *T. vaporariorum* en condiciones de

laboratorio (García-Mateos *et al.*, 2007). Eso se puede explicar por una diferencia en la composición de principios activos presentes en las diferentes estructuras vegetales, ya que algunas son sustancias no polares que difícilmente pueden ser extraídas en agua (Delgado y Cuca, 2007; Scott *et al.*, 2008). Sin embargo, existe evidencia de la actividad tóxica del extracto acuoso de *P. auritum* (50 %) y *R. raphanistrum* (30 %) en adultos de *T. vaporariorum* y *B. tabaci*, respectivamente (Montes *et al.*, 1992; Martínez *et al.*, 1997).

La mayor efectividad de un extracto se debe también a las estructuras vegetales donde se concentran los principios activos (Sáez *et al.*, 1998); propiedad que fue demostrada por dichos autores al reportar que el extracto acuoso de hoja de *P. auritum* es efectivo para el control de la mosca de la fruta *D. melanogaster*, lo cual lo relacionaron con una mayor concentración de metabolitos secundarios, principalmente safrol. Así mismo, el aceite a base de *T. filifolia* es más tóxico para adultos de *T. vaporariorum* que los extractos crudos de esta planta (Camarillo *et al.*, 2009); respuesta que al parecer se debió a la alta proporción de anetol que contiene (Serrato *et al.*, 2008).

6.2.2 Oviposición

En la prueba preliminar, los extractos acuosos de las cinco plantas evaluadas mostraron porcentajes de oviposición de 33.8 a 90.3%, etanólicos de 51.9 a 63.1% y finalmente los acetónicos de 39.4 a 100%, a una concentración de 100 mg mL⁻¹ (Apéndice, Cuadro 9.4).

La oviposición de la mosca blanca en los bioensayos, se afectó adversamente con los extractos acuosos de *P. auritum* y *R. raphanistrum*; etanólicos de *A. artemisiifolia*, *P. auritum*, *R. raphanistrum* y *T. officinale*; y acetónico de *P. auritum*. Sin embargo, la máxima reducción de huevos se registró con 200 mg mL⁻¹ del extracto acuoso de *R. raphanistrum* (76.15 %) y *P. auritum* (72.04 %) (Cuadro 4).

El extracto de los tres disolventes de *P. auritum* presentaron actividad inhibitoria >50 % a 100 mg mL⁻¹; en cambio, el extracto acuoso de *R. raphanistrum* fue más activo pues inhibió el 50% de la oviposición a partir de 60 mg mL⁻¹. Contrario a ello, los extractos

acuosos de *T. officinale*, *A. artemisiifolia* y etanólicos de *A. artemisiifolia* y *R. raphanistrum* a concentraciones de 3.5 a 40 mg mL⁻¹ estimularon la oviposición, probablemente en respuesta al estrés ocasionado en la hembra por concentraciones subletales, tratando ésta de privilegiar la supervivencia a través de una mayor tasa de oviposición (Cuadro 4).

Cuadro 4. Inhibición (%) de la oviposición de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a las 24 h postaplicación de extractos vegetales acuosos, etanólicos y acetónicos

Concentración (mg mL ⁻¹)	Acuosos				
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>	
200	38.84	72.04	76.15	42.98	
135	28.93	43.01	57.69	42.11	
100	26.45	36.55	50.77	11.40	
60	14.05	15.05*	53.85	12.28	
40	7.44	37.63	23.08	-0.88*	
10	0.83	11.83	5.38*	-6.14*	
3.5	-10.74*	---	10.00	2.63	
CIO ₅₀	-----	119.0 (36.8-1.9e ¹¹)	77.3 (35.2-198.2)	-----	
b ± s		1.0±0.3	1.1±0.2		
X ²		0.0011	<.0001		
Concentración (mg mL ⁻¹)	Etanólicos				Acetónicos
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>	<i>P. auritum</i>
200	61.62	69.51	64.77	60.87	68.18
135	41.41	50.00	36.36	39.13	48.86*
100	45.45	34.15	28.41	50.72	53.41
60	31.31	3.66*	13.64	44.93	40.91
40	31.31	10.98*	-15.91*	30.43	47.72
10	14.14	15.85	-5.68*	33.33	6.82
3.5	-17.17*	17.07	-11.36*	7.25	-12.50*
CIO ₅₀	146.6 (110.8- 219.5)	123.3 (26.4-2584)	159.3 (141.6-186.8)	94.8 (43.1-579.1)	89.1 (47.7-225.6)
b ± s	0.9±0.1	0.7±0.2	2.7±0.3	0.7±0.1	1.2±0.2
X ²	<.0001	0.0007	<.0001	<.0001	<.0001

--- Concentración no evaluada, * Datos no considerados en el análisis Probit, ** Límites de confianza al 95 %, b = Pendiente de la línea de regresión, s = Error estándar.

El mejor tratamiento con respecto a la CIO₅₀ fue el extracto acuoso de *R. raphanistrum* (77.3 mg mL⁻¹), seguido por el extracto etanólico de *T. officinale* (94.8 mg mL⁻¹) y el acetónico de *P. auritum* (89.1 mg mL⁻¹). No obstante, el resto de los extractos evaluados en el bioensayo presentaron una CIO₅₀ menor a 200 mg mL⁻¹ (Cuadro 4).

El extracto acetónico de *P. auritum* a concentraciones $\geq 100 \text{ mg mL}^{-1}$, redujo de manera significativa la puesta de huevos, pero también causó fitotoxicidad a diferentes grados, esto posiblemente se debe al solvente utilizado para la extracción de principios activos, aspecto que limita su aplicación práctica el control de moscas blancas.

La inhibición de la oviposición causada por los extractos etanólicos de *P. auritum* y *R. raphanistrum* estuvo estrechamente relacionada con la mortalidad de adultos de *T. vaporariorum* con estos extractos, en las diferentes dosis evaluadas. Cabe señalar que el extracto de *R. raphanistrum* a dosis $\leq 40 \text{ mg mL}^{-1}$ no mostró efecto significativo en la mortalidad de adultos por lo que se ve reflejado en su tasa de oviposición.

En general, la oviposición de adultos de *T. vaporariorum* se afectó adversamente por la planta, el solvente y las concentraciones evaluadas. En este sentido, el mejor tratamiento fue el extracto acuoso de *R. raphanistrum* a partir la dosis de 100 mg mL^{-1} .

De acuerdo a la clasificación de porcentajes de inhibición de la oviposición propuesta por Rodríguez y Vendramim (2008), los extractos acuosos de *A. artemisiifolia* y *T. officinale* inhibieron de forma moderada (30-60 %) la oviposición de *T. vaporariorum*, mientras que los extractos acuosos de *R. raphanistrum* y *P. auritum* lo hicieron fuertemente (61-100 %), como también los etanólicos de estas cuatro especies de plantas y acetónicos de *P. auritum*.

La mayor actividad de los extractos etanólicos para inhibir la oviposición de la mosca blanca *T. vaporariorum*, coincide con los reportado por otros autores, quienes observaron que los extractos con disolventes no polares son más eficientes, debido a que se extrae sustancias polares y apolares, que aquellos extractos solubles en agua (Ascher *et al.*, 1984; Saito *et al.*, 1989; Roel *et al.*, 2000). No obstante, el uso estos disolventes es limitado a nivel de campo debido a su alto costo y poca disponibilidad, además del riesgo que conlleva su uso por su flamabilidad (Rodríguez y Vendramim, 2008).

El efecto de extractos acuosos (*P. auritum* y *R. raphanistrum*) sobre la oviposición fue confirmada en este estudio, mismo efecto se registró mediante los extractos acuosos emulsificados de ramas de *Trichilia pallida* y semillas de nim son más efectivos que los extractos hexánicos y clorofórmicos para matar ninfas de *B. tabaci* (Souza y Vendramim, 2004). Con base en esta información, varios autores prefieren obtener extractos botánicos con solventes de polaridad intermedia (Gómez *et al.*, 1997; Cubillo *et al.*, 1999). Aunado a lo anterior, Davison *et al.* (1991) anotan que a medida que se incrementa la concentración, aumenta la viscosidad, así las sustancias son más persistentes sobre la superficie foliar, más resistentes y más tóxicas, retrasando el arribo de los insectos a la planta tratada o bien aniquilando a los individuos expuestos. Sin embargo, Tuni y Sahinkaya (1998) y Ortega *et al.* (2000) observaron que la aplicación de extractos oleosos de diversas plantas, para controlar a las moscas blancas *B. tabaci* y *T. vaporariorum*, respectivamente, a concentraciones mayores de 5 % provoca quemaduras en las plantas; como se mostró en este estudio con el extracto acetónico de *P. auritum*. En consecuencia, y a pesar de que las concentraciones mayores redujeron de manera significativa la oviposición, el hecho de causar fitotoxicidad limita su aplicación.

Aun cuando se obtuvo una respuesta lineal concentración-inhibición de oviposición con algunos extractos acuosos, etanólicos y acetónicos, también fue evidente que las concentraciones bajas estimularon la oviposición. Este comportamiento fue observado por Gómez *et al.* (1997) quienes reportaron un incremento del 13 % en la oviposición de *B. tabaci* después de aplicar el producto comercial Nim Oil a 0.03 mg mL^{-1} ; y Ramos (2009) al exponer adultos de *T. vaporariorum* a concentraciones de 0.1 a 0.4 mg mL^{-1} de los productos de Biosave Neem y Neem. El extracto metanólico de té limón *Cymbopogon citratus* a 10 mg mL^{-1} e higuera *Ricinus communis* a 50 mg mL^{-1} incrementaron en 79.4 y 60.8 %, respectivamente la oviposición por *T. vaporariorum* (Salazar, 2003).

La reducción en la oviposición en algunos insectos, se debe a que los plaguicidas y los extractos alteran la actividad de los quimiorreceptores o la integración de la información durante el proceso de búsqueda y aceptación del hospedero (Umoru *et al.*, 1996; Desneux *et*

al., 2007). En cambio, la mayor oviposición se asocia con la mayor preferencia de la mosca a plantas con alto contenido de nitrógeno, azúcares, aminoácidos en el floema y bajo pH, como se comprobó en *B. tabaci* al tratar plantas de algodón con diferentes dosis de fenvalerato y acefato (Abdullah *et al.*, 2006).

6.3. Toxicidad de extractos vegetales en mosca blanca *T. vaporariorum*

El extracto con el mejor desempeño fue el etanólico de *R. raphanistrum*, pues causó mortalidad del 56 % a 200 mg mL⁻¹ y aún cuando tuvo un desempeño regular en repelencia (36- 76 %) a partir de 60 mg mL⁻¹, demostró tener persistencia con poder tóxico a la 5^a h a 200 mg mL⁻¹, además de inhibir la oviposición de forma eficiente (64.77 %), por lo que se sugiere aunque causa hormoligosis a las concentraciones a partir de 40 mg mL⁻¹, no presentó fitotoxicidad. En orden decreciente destaca el extracto etanólico de *P. auritum*, por causar mayor mortalidad (66 %), repelencia (57 %) a la 3^a h postaplicación e inhibición de oviposición (69.57 %) a dosis de 200 mg mL⁻¹, además de no provocar hormoligosis y no presentar fitotoxicidad. El extracto acuoso de *R. raphanistrum* es el tercer tratamiento en eficiencia, a pesar de no causar mortalidad inhibe fuertemente (53.85- 76.15 %) la oviposición de adultos de mosca blanca a partir de 60 mg mL⁻¹ y repelió de manera considerable a la 5^a h postratamiento, recuperando la actividad a las 24 h. Finalmente, el extracto acuoso de *T. officinale* mostró efecto repelente moderado (41- 52 %) a partir de 100 mg mL⁻¹ a las 3 h postaplicación e inhibiendo la oviposición de forma moderada (42.98 %) a 200 mg mL⁻¹.

En general se observan tres categorías toxicológicas dentro de las plantas evaluadas, la primera se ubican los extractos etanólicos de *P. auritum* y *R. raphanistrum* a la dosis de 200 mg mL⁻¹, en el que se provoca más del 50 % de mortalidad, repelencia e inhibición de la oviposición. Sin embargo, el extracto de *R. raphanistrum* presenta hormoligosis en concentraciones por debajo a 60 mg mL⁻¹; en la segunda se encuentran los extractos que a pesar de no causar mortalidad, mostraron actividad repelente e inhibitoria $\geq 50\%$, entre ellos están los extractos acuosos de *R. raphanistrum* y *T. officinale* y el extracto etanólico

de *A. artemisiifolia*; y finalmente, en la tercer categoría están aquellos extractos que no mostraron actividad tóxica sobre *T. vaporariorum*, entre ellos se encuentran los extractos acuosos de *A. artemisiifolia* y *C. engleriana*; los extractos etanólicos de *C. engleriana* y *T. officinale*; y los extractos acetónicos de las cinco plantas evaluadas.

7. CONCLUSIONES

El mejor repelente es el extracto etanólico de *R. raphanistrum* con 76 %, seguido por el extracto acuoso de *R. raphanistrum* con 72 % y extracto etanólico de *A. artemisiifolia* con 62 % a la 3ª h postaplicación. Sin embargo, los tres extractos muestran la mayor persistencia con efecto >30 % a las 5 h postratamiento, mientras que los restantes se degradan fuertemente en este mismo tiempo.

El extracto etanólico de *P. auritum* provoca mortalidad significativa (>50 %) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*, a partir de 140 mg mL⁻¹, en tanto que el extracto etanólico de *R. raphanistrum* ocasiona el 56 % de mortalidad a 200 mg mL⁻¹.

El mejor inhibidor de la oviposición es el extracto acuoso de *R. raphanistrum*, que a partir de 60 mg mL⁻¹ ocasiona el 53.85 %, alcanzando la inhibición máxima (76.15 %) a 200 mg mL⁻¹, seguido por el acuoso, etanólico y acetónico de *P. auritum* con 72.04, 69.51, 68.18 %, respectivamente, y etanólico de *R. raphanistrum* con 64.77 % a 200 mg mL⁻¹. En contraste, el acuoso de *A. artemisiifolia*, etanólico de *A. artemisiifolia* y acetónico de *P. auritum* estimulan la oviposición en concentración de 3.5 mg mL⁻¹. Así mismo, el extracto acuoso de *T. officinale* en concentraciones de 10 a 40 mg mL⁻¹ y etanólico de *R. raphanistrum* de 3.5 a 40 mg mL⁻¹.

8. LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Abdullah, N. M. M.; J. Singh and B. S. Sohal. 2006. Behavioral hormoligosis in oviposition preference of *Bemisia tabaci* on cotton. *Pesticide Biochemistry Physiology* 84(1): 10-16.
- Abou-Fakhr, H. E. M.; H. Zournajian and S. Talkhou. 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adult of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology* 125: 483-488.
- Addor, R. W. 1995. Insecticides. *In: Agrochemicals from natural products*. Godfreely, C. R. A. (ed.). 1994. Library of Congress Cataloging. New York, USA. Pp. 1-62.
- Agnihotri, N. P. 1999. Pesticide safety evaluation and monitoring. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi, India. Pp. 9-23.
- Al-Mazra'awi, M. S and M. A. Ateyyat. 2009. Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extracts against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Pest Science* 82(2): 149-152.
- Altieri, M. A. 1995. Biodiversity and biocontrol: Lessons from insect pest management. *Advances in plant pathology* 11:191-206.
- Ascher, K. R.; M. Eliyahy; N. E. Nemny and J. Meisner. 1984. Neem seed kernel extract as an inhibitor or growth and fecundity in *Spodoptera littoralis*. Pp. 331-344. *In: Natural Pesticides from the Neem Tree (Azadirachta indica A. Juss) and other tropical plants*. Schmutterer, H. and R. S Ascher (eds.). Proc. Second International Neem Conference. German Agency of Technical Cooperation. Eschborn, Alemania.
- Ateyyat, M. A.; M. Al-Mazra'awi; T. Abu-Rjai and M. A. Shatnawi. 2009. Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science* 9 (15): 1-6.

- Baier, A. H and B. D Webster. 1992. Control of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms-1. Evaluation of damage. Journal of Stored Products Research 28:289–293.
- Barajas, J. S.; J. Pérez y M. A. Serrato. 2005. Evaluación del aceite esencial de *Tagetes filifolia* Lag. contra plagas en calabaza en Metztitlán, Hidalgo. Memoria en disco compacto del VIII Congreso Nacional Agronómico. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.
- Bloch, G. and D. Wool, 1994. Methidathion resistance in the sweet potato whitefly (Aleyrodidae: Homoptera) in Israel: Selection, heritability and correlated changes of esterase activity. Journal of Economic Entomology 87(5): 1147-1156.
- Bloszyk, E.; U. Rychlewska; B. Szczepanska; M. Budesinsky; B. Drozd and M. Holub. 1992. Sesquiterpene lactones of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. species. Collection of Czechoslovak Chemical Communications 57(5): 1092-1102.
- Bravo, L. L.; T. K. Bermúdez y B. R. Montes. 2000. Inhibición de *Fusarium moniliforme* mediante polvos vegetales y algunos de sus componentes químicos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 57: 29-34.
- Byrne, D. N. and T. S. Bellows. 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36: 431-457.
- Calderón, G. y J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2a. ed. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 p.
- Camarillo, R. G.; L. D. Ortega A.; M. A. Serrato y C. Rodríguez H. 2009. Actividad biológica de *Tagetes filifolia* (Asteraceae) en *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Revista Colombiana de Entomología 35(2): 177-184.
- Carapia, R. V. E. 2008. Taxonomía y Diagnósis. In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 7-18.
- Castillo L., E.; P. M. Delin-Reynoso; E. Flores-Salas; J. Ortiz-Arellano; A. Reyes-García; A. G. Villa; M. C. G. Martínez y M. A. Serrato. 2005. Control de plagas en invernadero con aceites esenciales de *Tagetes* spp. Memoria en disco compacto del

VIII Congreso Nacional Agronómico, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.

- Castrillón, H. P.; L. Valencia V. y A. Saldarriaga. 1994. Efectos de algunos extractos sobre la biología de *Phthorimaea operculella* (Zeller). In: Plantas para proteger cultivos. Tecnología para controlar plagas y enfermedades. Gomero, O. L. (ed.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. Pp. 209-210.
- Chalchat, J. C.; Z. A. Maksimovic; S. D. Petrovic and M. S. Gorunovic. 2004. Chemical composition and antimicrobial activity of *Ambrosia artemisiifolia* L. Essential Oil. Journal of Essential Oil Research 16: 270-273.
- Conover, W. J. and R. L. Iman. 1981. Rank Transformation as a Bridge Parametric and Nonparametric Statistics. The American Statistician 35(3): 124-129.
- Cubillo, D.; G. Sanabria y L. Hilje. 1999. Evaluación de repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas 53: 65-72.
- Cuthbertson, A. G. S. and K. F. A. Walters. 2005. Evaluation of exposure time of *Steinernema feltia* against second instar *Bemisia tabaci*. Tests of Agrochemicals and Cultivars 26:34-35.
- Cuthbertson, A. G. S.; K. F. A. Walters; P. Northing and W. Luo. 2007. Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) under laboratory and glasshouse conditions. Entomological Research 97: 9-14.
- Davidson, N.; J. Dibble; M. Flint; P. Marer and A. Guye. 1991. Managing insects and mites with spray oil. Revista de la Universidad de California. CA, USA. Pp. 47.
- Delgado, A. W y S. L. E. Cuca. 2007. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum*. Revista de Productos Naturales 1(1): 5-8.
- Desneux, N.; A. Decourtye and J. M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52: 81-106.
- Dyer, L. A.; C. D. Dodson and G. Gentry. 2003. A bioassay of insect deterrent compounds found in plant and animal tissues. Phytochemical Analysis 14: 381-388.

- Espinoza Z., C. 2004. Producción de tomate en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: diseño, manejo y producción. Torreón Coahuila, México. Pp. 25.
- García M., F. A. 1997. Extractos vegetales aislados con diferentes solventes para la reducción de daños del virus del enchinamiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Valles centrales de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Pp. 77.
- García-Mateos, M. R.; E. E. Sánchez; P. E. Robles and M. E. A. Sánchez. 2007. Toxicity of *Petiveria alliacea* L. on greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* West.). *Interciencia* 32 (2): 121-124.
- García, R. A.; M. A. Leyva; J. R. Martínez M. y E. E. Stashenko. 2007. Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (Piperaceae) difundida en la costa colombiana. *Scientia et Technica* 13(33): 439-442.
- García, V. F. y H. C. B. Arredondo. 2008. Parasitoídes y depredadores de mosca blanca. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo*. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 69-81.
- Garmendía, A. J. 2002. Repelencia de productos a base de ajo sobre la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homoptera: Aleyrodidae) en condiciones de invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias. IFIT, Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, México. Pp.74.
- Gómez-Pompa, A. 1966. Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz. Instituto Mexicano de los Recursos Naturales Renovables. Misantla, Ver. México. Pp. 140-151.
- Gómez, P.; D. Cubillo G.; A. Mora y L. Hilje. 1997. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 46: 17-25.
- Gómez, T. L.; M. A. Gómez C. y R. Schwentesius R. 1999. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización. Mundi-prensa. México. Pp. 224.

- Hoss, R. y L. Gomero. 1994. Efecto de extractos vegetales sobre la regulación de plagas del maíz, con énfasis en “cardo santo” (*Argemone mexicana*). *In: Plantas para proteger cultivos. Tecnología para controlar plagas y enfermedades.* Gomero, O. L. (ed.). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. Pp.119-133.
- Iannacone O., J. 2008. Actividad insecticida y repelente de plantas en el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*. *Scientia* 10(10): 171-179.
- Jbilou, R.; A. Ennabili and F. Sayah. 2006. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Biotechnology* 5(10): 936-940.
- Jovanović, Z.; M. Kostić and Z. Popović. 2007. Grain- protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. *Industrial Crops and Products* 26: 100-104.
- Juscáfresa, B. 1995. Guía de la flora medicinal. Toxica, aromática y condimenticia. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 542.
- Kéïta, S. M; C. Vincent; J. P Schmidt; S. Ramaswamy and A. Bélanger. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 36:355–364
- Kvist, L. P. y D. Alarcón S. 2008. Plantas Tóxicas. *In: Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador.* De la Torre, L.; H. Navarrete; P. Muriel M.; M. J. Macía y H. Balslev (eds.). Herbario QCA y Herbario AAU. Quito y Aarhus. Pp. 99–104
- Ladd, T. L.; M. Jacobson and C. R. Buriff. 1978. Japanese beetles; extracts from neem seeds as feeding deterrents. *Journal of Economic Entomology* 71(5): 810-813.
- Lara, R. J. 2008. Control microbiano del complejo mosca blanca. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo.* S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 103-112.
- Lenteren, V. J. C. and L. P. J. Noldus. 1990. Whitefly-plant relationships: behavioural an ecological aspects. Pp. 47-80. *In: Whiteflies; their bionomics, Pest Status and Management.* Gerling, D. (ed.). Intercept. Great Britain.

- Lin, H.; M. Kogan and D. Fischer. 1990. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environmental Entomology* 19: 1852-1857.
- Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas Mexicanas. Fondo de cultura económica. México, D. F. Pp. 28.
- Martínez, S. D.; J. García G. y F. Arce A. 1997. Efecto de técnicas de control de bajo impacto ecológico sobre la incidencia de Mosca blanca *Bemisia tabaci* Gen. (Homoptera: Aleyrodidae) en la producción de tomate y chile de agua. XXXII Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Centro Vocacional IMSS-Metepec, Puebla. Pp. 35-36.
- Mbata, G. N; O. A Oji and I. E Nwana. 1995. Insecticidal action of preparation from the brown pepper, *Piper guineense* Schum, seeds to *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). *Discovery and Innovation* 7:139–142.
- McCutcheon, G. S.; A. M. Simmons and L. K. Norsworthy. 2009. Effect of wild radish on preimaginal development of *Diabrotica balteata* and *Agrotis ipsilon*. *Journal of Sustainable Agriculture* 33: 119-127.
- Miyakado, M.; I. Nakayama and N. Ohno. 1989. Insecticidal unsaturated isobutylamides. From natural products to agrochemical leads. *In: Insecticides of plant origin. Amer Chem Soc Symp Ser 387*, Washington, DC. Pp 173–187.
- Montes, B. R.; R. P. Pacheco y F. G. Arce. 1992. Reducción del daño del chino del jitomate mediante extractos vegetales acuosos. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología*. Buenavista, Saltillo. Pp. 160.
- Morales, F. J.; C. Cardona; J. M. Bueno y I. Rodríguez. 2006. Manejo Integrado de enfermedades de plantas causadas por virus transmitidos por mosca blanca. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*. Colombia. Pp. 1-24.
- Morar, G.; C. Sîrbu and I. Oltean. 2008. Effect of the hydroalcoholic extracts from plants on Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*, Say). Note II. *ProEnvironment* 2: 46-49.

- Nascimento, V. G. J.; M. C. G. Júnior and R. Barros. 2006. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Ciência Rural* 36 (5): 1353-1359.
- Nava C., U. y P. Cano R. 2000. Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melón en la Comarca Lagunera, México. *Agrociencia* 34: 227-234.
- Neal Junior, J. W.; J. G. Buta; W. G. Pittarelli; W. R. Lusby and J. A. Bentz. 1994. Novel sucrose esters from *Nicotiana glauca*. Effective biorational against selected horticultural insect pest. *Journal of Economic Entomology* 87:1600-1607.
- Nivsarkar, M.; B. Cherian and H. Padh. 2001. Alpha-terthienyl: A plant-derived new generation insecticide. *Current Science India* 81(6): 667-672.
- Okorie, T. G and O. F Ogunro. 1992. Effects of extracts and suspensions of the black pepper *Piper guineense* on the immature stages of *Aedes aegypti* (Linn) (Diptera: Culicidae) and associated aquatic organisms. *Discovery and Innovation* 4:59-63.
- Ortega, A. L. D. 2001. Control alternativo de mosca blanca. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 1ª edición. Pp. 16.
- Ortega, A. L. D. 2002. Moscas blancas en ornamentales. *In: Manejo Fitosanitario de Ornamentales*. Bautista, M. N.; J. L. Alvarado y J. C. Chavarin (Eds). Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. Pp. 41-52.
- Ortega, A. L. D. 2008a. Bioecología de las moscas blancas. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo*. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 1-6.
- Ortega, A. L. D. 2008b. Manejo integrado de moscas blancas. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo*. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 113-120.
- Ortega, A. L. D. 2008c. Resistencia de moscas blancas a insecticidas. *In: Moscas blancas temas selectos sobre su manejo*. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 57-67.
- Ortega, A. L. D.; A. L. Tejeda; J. C. R. Maciel; C. R. Hernández; R. A. Rosas y N. M. B. Ortega. 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca

- Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. *Agrociencia* 32(3): 249-254.
- Ortega, A. L. D.; C. Rodríguez H.; F. García V. y L. Valencia. 2000. Experiencias del uso del nim *Azadirachta indica* contra la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) en Tlayacapan y Yautepec, Morelos. Pp. 23-38. *In: Memorias de VI simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas*. Rodríguez H. C. (ed.) Acapulco, Gro. México.
- Palma, R. M. y L. Serrano. 1997. Efectos de extractos botánicos sobre el picudo del chile (*Anthonomus eugenii*, Cano) resultados preliminares en el Salvador. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 99-107.
- Parmar, V.; S. Subhash; C. Jain; K. S. Bisht; R. Jain; P. Taneja; A. Jha; O. D. Tyagi; A. K. Prasad; J. Wengel; C. E. Olsen and P. M. Boll. 1997. Phytochemistry of the genus *Piper*. *Phytochemistry* 46(4): 597-673.
- Perales, S. C.; H. Bravo M.; J. L. Leyva V. y A. Martínez G. 1996. Sustancias vegetales para el control de mosca de la fruta. *Agrociencia* 30 (3): 411-415.
- Pérez-Pacheco, R.; C. Rodríguez H.; J. Lara R.; R. Montes B. y G. Ramírez V. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquitos *Culex quinquefasciatus* Say (Díptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana* 20 (001): 141-152.
- Philogéne, B. J. R.; C. Regnault-Roger y C. Vincent. 2003. Capítulo 1. Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesa de ayer y de hoy. *In: Biopesticidas de Origen vegetal*. Regnault-Roger, C.; B. J. R. Philogéne; P. Urbano T. y C. Vincent (Compiladores). Mundi-prensa. México. Pp. 337.
- Pohorecka, K. 2004. Effect of standardized plant herb extracts on general condition of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy* 48: 415-419.
- Ramos, B. C. A. 2009. Actividad de cuatro productos comerciales de nim en *Trialeurodes vaporariorum*, y obtención de azadiractina *In vitro*. Tesis de Doctorado en Ciencias. IFIT, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. Pp51.

- Rodríguez, H. C. 1995. Efeito de extratos acuosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae). Tese de Doutor em Ciências. Brasil. Pp.100.
- Rodríguez, H. C. 1996. Extensión y capacitación en el uso de plaguicidas botánicos. Memoria del I taller Latinoamericano sobre bio-plaguicidas. El Zamorano, Honduras. Pp.1-6.
- Rodríguez, H. C. 2000. Plantas contra plagas: potencial práctico del ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAPAM. México, D.F. Pp.133.
- Rodríguez, H. C.; G. Silva A. y J. D. Vendramim. 2003. Insecticidas de origen vegetal. *In:* Bases para el manejo racional de insecticidas. Capítulo 5. Silva, A. G. y R. Hepp G. (Eds). Trama Impresores. Chillán, República de Chile. Pp. 87-111.
- Rodríguez, H. C. y J. D. Vendramim. 2008. Substancias vegetales para el manejo de las moscas blancas. *In:* Moscas blancas temas selectos sobre su manejo. S. Infante G. (ed.). 1ª. Edición. Colegio de Postgraduados. Mundi prensa. México, D.F. Pp. 83-102.
- Roel, A. R.; J. D Vendramim; R. T. S. Frighetto y N. Frighetto. 2000. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* (Swartz) (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 29: 799-808.
- Rollins, R. C. 1993. The Cruciferae of Continental North America. Stanford University Press. Stanford, California. Pp. 976.
- Rzedowski, G. C. y J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. Pp. 1406.
- Sáez, J.; H. Granados; M. E. Moreno and C. A. Pelaez. 1998. In vitro array type standard for the evaluation of insecticide activity in *Piper auritum* leaves (Piperaceae). Afinidad 55: 363-368.
- SAGARPA. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. Disponible en: http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mx/portal/html/senasica_principal/normalizaci

- on/normas_sanidad_vegetal/NOM-081-FITO-2001.pdf (Consulta: 22 de marzo de 2010).
- Saito, M. L.; F. Oliveira; D. Fell; A. P. Takematsu; T. Jocys e L. J. Oliveira. 1989. Verificação da atividade inseticida de alguns vegetais brasileiros. Arquivos do Instituto Biológico São Paulo 56(1/2): 53-59.
- Salazar, M. L. 2003. Repelencia y mortalidad de adultos de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) con cuatro extractos vegetales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. Pp. 61.
- SAS Institute. 1999. The SAS System for Windows v.8. SAS Institute. Carry, N.C.
- Schuster, D. J.; S. Thompson; L. D. Ortega A. and J. E. Polston. 2009. Laboratory evaluation of products to reduce settling of sweetpotato whitefly adults. Journal of Economic Entomology 102(4): 1482-1489.
- Scott, I. A.; H. R. Jensen; B. J. R. Philogene and J. T. Arnason. 2008. A review of *Piper* spp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. Phytochemistry Reviews 7(1):65-75.
- Sengupta, S. and A. B. Ray. 1987. The chemistry of *Piper* species: a review. Fitoterapia 58: 147-166.
- Serrato, M. A.; F. Díaz y J. S. Barajas. 2008. Composición del aceite esencial en germoplasma de *Tagetes filifolia* Lag. de la Región centro-sur de México. Agrociencia 42: 277-285.
- Sighamony, S.; I. Anees; T. Chanrakala and Z. Osmani. 1986. Efficacy of certain indigenous plant products as grain protectants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). Journal of Stored Products Research 22:21-23.
- Silva, A. G. 2002. Insecticidas vegetales. Universidad de Concepción. In: Repelencia y mortalidad de adultos de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) con cuatro extractos vegetales. Salazar, M. L. 2003. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Pp. 61.
- Silva, G.; A. Lagunes y J. Rodríguez. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e Investigación Agraria 30(3):153-160.

- Simmonds, M. S. J.; H. C. Evans and W. M. Blaney. 1992. Pesticides for the year 2000: mycochemicals and botanicals. *In: Pest management and the environment in 2000.* Malaysia, CAM International. Pp. 127-164.
- Soberón, G.; C. Rojas; J. Saavedra; M. Kato y G. Delgado. 2006. Acción biocida de plantas de *Piper tuberculatum* Jacq. sobre *Diatrea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae). *Revista Peruana de Biología* 13(1): 197-112.
- Souza, A. P. y J. D. Vendramim. 2004. Bioactividade de extratos organicos e aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biotipo B em tomateiro. *Arquivos do Instituto Biologico São Paulo* 71 (4): 493-497.
- Tamura, Y.; M. Hattori; K. Konno; Y. Kono; H. Honda; H. Ono and M. Yoshida. 2004. Triterpenoid and caffeic acid derivatives in the leaves of ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asterales: Asteraceae), as feeding stimulants of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). *Chemoecology* 14: 113-120.
- Tuni, I. and S. Sahinkaya. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomology Experimental et Applicata* 86(2): 183-187.
- Ulloa, M. y R. T. Hanlin. 2006. Nuevo diccionario ilustrado de Micología. The American Phytopathological Society. Minnesota, USA. Pp. 253.
- Umoru, P. A.; W. Powell and S. J. Clark. 1996. Effect of pirimicarb on the foraging behaviour of *Diaeretiella rapae* (Hym. Brac) on host-free and infested oilseed rape plants. *Bulletin of Entomological Research* 86: 193-210.
- Vidales, E. M. 1991. Plantas tropicales en el control del gorgojo *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) en Maízalmacenado. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L. Pp.67.
- Viera, P. C.; J. Mafezoli y M. W. Biavatti. 2001. Inseticidas de Origen vegetal. *In: Produtos naturais no controle de insetos.* Ferreira, J. T. B.; A. G. Corrêa y P. C. Vieira (eds.). São Carlos: EdUFSCar. Pp. 23-45.
- Villarias, J. L. 1992. Familia Compuesta. Género Taraxacum. *In: Atlas de malas hierbas.* Villarias, J. L. (ed.). Mundi-prensa. Madrid 2ª edición. Pp. 93.

- Villaseñor R, J. L. y F. J. Espinosa G. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. Pp. 449.
- Wadt, L. H. de O.; C. Ehringhaus and P. Y. Kageyama. 2004. Genetic diversity of *Pimenta Longa* genotypes (*Piper* spp., Piperaceae) of the Embrapa Acre germplasm collection. *Genetics and Molecular Biology* 27(1): 74-82.
- Wright, R. H. 1975. How mosquito repellents repell. *Scientific American* 233(1): 104-111.

9. APÉNDICE

Cuadro 9.1. Repelencia preliminar (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a la 4^a, 5^a, 6^a y 24 h postaplicación de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos

ACUOSOS

Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>					<i>C. engleriana</i>					<i>P. auritum</i>					<i>R. raphanistrum</i>					<i>T. officinale</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
100	31a	34 ^a	20a	17a	12a	12a	6a	6a	2a	4a	25a	20a	11a	0a	3a	35a	18a	11a	18a	13a	38a	16a	9a	10a	12a
10	28a	27a	12a	9ab	10a	7a	2a	0b	1a	1a	21a	7a	10a	1a	5a	20ab	8a	4ab	1b	3a	18b	8a	7a	2ab	4ab
1	25ab	22a	15a	12ab	6a	7a	2a	0b	2a	4a	17a	7a	3a	2a	3a	21ab	9a	5ab	4b	6a	10b	6a	5a	0b	4ab
0.1	19ab	26a	17a	13ab	4a	4a	1a	1ab	1a	1a	16a	11a	6a	4a	3a	17ab	6a	5ab	3b	8a	5b	5a	6a	4ab	3ab
0.01	24ab	23a	17a	11ab	5a	6a	4a	0b	3a	1a	13a	11a	6a	1a	5a	8b	2a	1b	3b	1a	10b	3a	5a	5ab	1b
0.001	19ab	20a	8a	7ab	1a	9a	2a	0b	1a	1a	14a	7a	3a	2a	2a	5b	4a	1b	2b	2a	11b	7a	5a	4ab	2b
0.0001	22ab	24a	12a	12ab	4a	11a	1a	0b	1a	3a	14a	8a	4a	0a	5a	7b	3a	2b	4b	2a	11b	10a	6a	7ab	1b
Testigo	11b	10a	6a	4b	2a	7a	2a	1ab	3a	3a	9a	4a	3a	1a	2a	3b	1a	0b	0b	0a	8b	4a	3a	4ab	3ab
D.M.S	3.2	5.5	3.5	2.5	2.7	3.6	1.5	1.0	1.4	1.4	3.5	3.5	2.3	1.1	2.0	4.9	3.5	1.8	2.1	2.8	3.6	2.8	2.0	1.8	2.0

ETANÓLICOS

Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>					<i>C. engleriana</i>					<i>P. auritum</i>					<i>R. raphanistrum</i>					<i>T. officinale</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
100	27a	18ab	14a	11a	13a	28a	18a	6a	4a	13a	45a	25a	15a	9ab	17a	53a	44a	25a	21a	6a	39a	31a	18a	11a	15a
10	32a	24a	6ab	4ab	8ab	27a	12a	7a	5a	16a	44a	24a	9a	11a	10a	48a	37ab	20a	14a	6a	44a	33a	17a	10a	7a
1	33a	16ab	4ab	3ab	6ab	16a	18a	5a	5a	16a	23ab	8ab	6a	5abc	8a	33b	28abc	20a	12a	3a	37a	22a	11a	3a	8a
0.1	14a	10ab	4ab	2b	4ab	18a	20a	9a	5a	15a	13b	5ab	3a	2bc	3a	26bc	28abc	20a	11a	0a	23a	14a	11a	4a	6a
0.01	14a	9ab	6ab	2b	3ab	18a	18a	7a	5a	7a	11b	7ab	1a	1bc	5a	26bc	14cd	18a	10a	3a	24a	20a	11a	7a	6a
0.001	16a	5b	7ab	5ab	4ab	18a	24a	5a	3a	12a	14b	9ab	5a	2bc	5a	31b	19bcd	16a	11a	4a	19a	18a	14a	8a	5a
0.0001	19a	8ab	3b	1b	1b	19a	13a	5a	4a	14a	13b	5ab	2a	2bc	3a	21bc	9d	5a	0a	1a	18a	19a	7a	3a	5a
Testigo	10a	3b	4ab	1b	3ab	10a	12a	3a	0a	8a	5b	2b	1a	0c	1a	13c	6d	6a	4a	1a	8a	9a	6a	4a	3a
D.M.S	4.7	3.6	2.1	1.7	2.5	4.1	2.8	2.7	2.0	4.6	4.5	4.3	3.3	1.8	3.7	3.0	3.7	5.9	5.5	1.7	8.1	6.6	5.1	3.3	3.5

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($\alpha=0.05$). D.M.S. =Diferencia Mínima Significativa

Cuadro 9.1 Continua...

ACETÓNICOS

Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>					<i>C. engleriana</i>					<i>P. auritum</i>					<i>R. raphanistrum</i>					<i>T. officinale</i>				
	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	24 h
100	19a	13a	3a	3a	6a	27a	16a	12a	11a	5a	50 ^a	38a	29a	20a	6a	22a	12a	7a	3a	3a	29a	26a	6a	1a	4a
10	17a	5a	3a	0a	4a	22a	23a	10a	6a	4a	22b	12b	8b	3b	4a	12a	7a	5a	1a	2a	24a	11a	4a	1a	1a
1	15a	6a	3a	0a	2a	19a	19a	11a	6a	3a	20b	11b	1b	2b	2a	18a	8a	5a	1a	3a	27a	18a	5a	0a	7a
0.1	12a	2a	3a	1a	2a	21a	20a	8a	3a	2a	18b	11b	6b	2b	2a	22a	8a	4a	1a	4a	20a	7a	1a	0a	3a
0.01	14a	5a	3a	2a	3a	21a	17a	8a	5a	1a	18b	8b	7b	2b	2a	15a	10a	3a	1a	0a	23a	10a	2a	2a	6a
0.001	14a	0a	4a	1a	3a	20a	12a	3a	5a	4a	17b	6b	2b	0b	2a	13a	6a	0a	0a	2a	20a	10a	3a	0a	6a
0.0001	10a	11a	0a	1a	2a	16a	16a	13a	5a	0a	18b	8b	3b	0b	1a	11a	4a	2a	0a	1a	8a	6a	4a	3a	5a
Testigo	7a	3a	1a	0a	1a	12a	8a	5a	3a	2a	12b	8b	5b	3b	3a	5a	1a	0a	1a	0a	9a	3a	0a	0a	1a
D.M.S	4.6	2.8	2.3	1.0	1.8	3.1	3.3	2.4	2.9	1.5	4.3	4.2	2.8	1.6	1.6	5.5	3.6	2.0	1.2	1.3	9.4	6.5	2.2	0.9	1.8

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($\alpha=0.05$). D.M.S. =Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 9.2. Índice de Repelencia de extractos acuosos y etanólicos sobre adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*

ACUOSOS

mg mL ⁻¹	A. <i>artemisiifolia</i>			R. <i>R. raphanistrum</i>			T. <i>T. officinale</i>		
	IR	Cl.		IR	Cl.		IR	Cl.	
200	62	0.78	R	28	0.46	R	48	0.67	R
135	66	0.81	R	60	0.78	R	53	0.71	R
100	66	0.81	R	68	0.84	R	59	0.76	R
60	78	0.90	R	73	0.87	R	73	0.86	R
40	77	0.89	R	78	0.91	R	77	0.89	R
10	81	0.92	R	99	1.03	N	92	0.98	R
3.5	92	0.98	R	98	1.02	N	93	0.98	R
Testigo	95			93			95		

ETANÓLICOS

mg mL ⁻¹	A. <i>artemisiifolia</i>			R. <i>R. raphanistrum</i>			T. <i>T. officinale</i>			P. <i>P. auritum</i>		
	IR	Cl.		IR	Cl.		IR	Cl.		IR	Cl.	
200	38	0.60	R	24	0.42	R	35.0	0.67	R	43	0.64	R
135	53	0.75	R	57	0.77	R	36.2	0.69	R	53	0.74	R
100	58	0.79	R	65	0.83	R	41.2	0.74	R	58	0.78	R
60	63	0.83	R	64	0.83	R	50.0	0.84	R	65	0.83	R
40	65	0.84	R	73	0.89	R	48.7	0.82	R	78	0.92	R
10	75	0.92	R	79	0.93	R	61.2	0.94	R	73	0.89	R
3.5	74	0.91	R	82	0.95	R	67.5	0.99	R	79	0.93	R
Testigo	88			90			68.7			90		

IR= Índice de repelencia.
Clasificación: R= repelente; N= neutro.

Cuadro 9.3. Mortalidad preliminar (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a las 24 h postaplicación de extractos acuosos, etanólicos y acetónicos

Acuosos						
Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>	
100	18.0ab	2.0a	30.0a	14.0a	11.0a	
10	24.0a	3.0a	19.0ab	5.0ab	3.8a	
1	6.0ab	2.9a	1.0b	5.0ab	5.8a	
0.1	9.0ab	3.8a	10.0b	5.0ab	1.0a	
0.01	1.0b	2.8a	2.0b	4.0ab	3.0a	
0.001	1.0b	1.0a	1.0b	3.0b	3.0a	
0.0001	0.0b	1.9a	0.0b	1.0b	1.0a	
Testigo	0.0b	0.0a	1.0b	0.0b	1.0a	
D.M.S	3.84	1.33	3.65	2.16	2.16	
Etanol						
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>	
100	25.0a	13.0a	59.0a	36.0a	7.0a	
10	14.0ab	7.0ab	9.0b	6.0b	5.0a	
1	5.0ab	4.0ab	8.0b	9.0b	0.0a	
0.1	5.0ab	2.0b	14.0b	6.0b	2.0a	
0.01	8.0ab	4.0ab	3.0b	4.0b	0.0a	
0.001	3.0ab	1.0b	5.0b	2.0b	0.0a	
0.0001	1.0ab	1.0b	0.0b	2.0b	0.0a	
Testigo	0.0b	1.0b	1.0b	0.0b	0.0a	
D.M.S	4.93	2.16	3.72	2.41	1.63	
Acetona						
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>	
100	13a	15a	30a	28a	16a	
10	7.8ab	5ab	5b	14b	6ab	
1	3.8bc	1b	6b	7b	6ab	
0.1	4.8bc	4b	4b	9b	6ab	
0.01	1c	2b	1.9b	7b	1.9b	
0.001	1c	4b	1.9b	4b	1.9b	
0.0001	4bc	4b	1.9b	2b	1b	
Testigo	1c	3b	0b	3b	1b	
D.M.S	1.27	2.17	3.53	2.41	2.46	

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($\alpha=0.05$). D.M.S. =Diferencia Mínima Significativa

Cuadro 9.4. Oviposición preliminar (%) de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a las 24 h postaplicación de extractos vegetales acuosos, etanólicos y acetónicos

Acuosos					
Concentración (mg mL ⁻¹)	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>
100	59.2b	90.3a	33.8b	56.7b	50.6a
10	69.4b	63.6a	48.2b	70.8ab	83.7a
1	78.9ab	82.3a	69.3ab	80.6ab	95.4a
0.1	88.5ab	96.7a	60.5b	71.6ab	87.6a
0.01	89.1ab	102.6a	69.7ab	66.4ab	81.8a
0.001	120.3ab	63.1a	71.7ab	117.1ab	86.3a
0.0001	144.5a	97.8a	99.2a	124.6a	96.1a
D.M.S	22.3	24.2	19.0	17.8	18.4
Etanol					
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>
100	63.1a	60.2b	54.1b	59.1a	51.9a
10	77.9a	98.5ab	103.2ab	66.8a	65.0a
1	76.6a	85.2b	109.8ab	75.4a	86.1a
0.1	118.4a	89.7ab	102.4ab	73.5a	58.7a
0.01	129.4a	94.1ab	93.4ab	73.0a	78.5a
0.001	70.5a	149.2 ^a	154.1a	100.9a	63.8a
0.0001	65.0a	96.3ab	115.5ab	85.5a	84.9a
D.M.S	22.0	16.2	21.3	18.2	21.1
Acetona					
	<i>A. artemisiifolia</i>	<i>C. engleriana</i>	<i>P. auritum</i>	<i>R. raphanistrum</i>	<i>T. officinale</i>
100	59.6a	103.4a	39.4b	75.4a	66.3a
10	89.5a	123.7a	56.4b	77.0a	89.6a
1	118.4a	108.5a	74.1ab	93.4a	87.0a
0.1	144.7a	88.1a	70.0b	134.4a	87.9a
0.01	142.1a	123.7a	67.0b	104.9a	112.0a
0.001	134.2a	111.8a	84.7ab	108.2a	89.6a
0.0001	114.0a	137.3a	118.2a	116.4a	118.1a
D.M.S	23.4	10.7	15.4	8.0	15.6

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes. Tukey ($\alpha=0.05$). D.M.S. =Diferencia Mínima Significativa