



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

MANEJO DE MOSCA BLANCA CON CLAVO *Syzigium aromaticum* (L.) Merril & L.M. Perry Y PIMIENTA *Pimenta dioica* (L.) Merril

EDUARDO AGUILAR ASTUDILLO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe, "**Eduardo Aguilar Astudillo**", Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor "**Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández**", por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "**Manejo de mosca blanca con clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merril & L. M. Perry y pimienta *Pimenta dioica* (L.) Merril**", y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Campus Montecillo, a 06 de Noviembre de 2017.

Eduardo Aguilar Astudillo

Vo. Bo. Dr. Cesáreo Rodríguez Hernández



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: "Manejo de mosca blanca con clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merril & L. M. Perry y pimienta *Pimenta dioica* (L.) Merril" realizada por el alumno: "Eduardo Aguilar Astudillo" bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

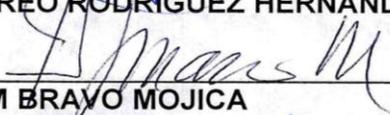
DOCTOR EN CIENCIAS EN FITOSANIDAD
AREA ENTOMOLOGÍA-ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

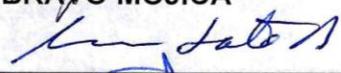
CONSEJERO


DR. CESÁREO RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

ASESOR


DR. HIRAM BRAVO MOJICA

ASESOR (A)


DR. MARCOS R. SOTO HERNÁNDEZ

ASESOR (A)


DR. NESTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

ASESOR (A)


DR. FRANCISCO GUEVARA HERNÁNDEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2017

**MANEJO DE MOSCA BLANCA CON CLAVO *Syzigium aromaticum* (L.) Merrill
& L.M. Perry Y PIMIENTA *Pimenta dioica* (L.) Merrill.**

**EDUARDO AGUILAR ASTUDILLO, Dr.
COLEGIO DE POSGRADUADO, 2017**

RESUMEN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West. 1956 (Hemiptera: Aleyrodidae), es una plaga de importancia económica en hortalizas; su manejo con insecticidas sintéticos ha generado resistencia, con efectos adversos en el ambiente. En la búsqueda de alternativas de manejo, se planteo esta investigación con el objetivo de cuantificar la repelencia de adultos con extractos crudos (metanol, etanol, diclorometanol y hexano), aceites esenciales y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta; la mortalidad y oviposición de adultos, y eclosión de huevos con extracto en etanol. En la repelencia se utilizó un vaso de 1 L que contenía un frasco de 10 mL con agua, donde se colocó una hoja de tomate tratada a concentraciones de 1.0 a 0.000,001%; y se introdujeron 20 adultos de 2 d de edad. Luego de las 3 h a las 72 h se cuantificaron los adultos posados y por diferencia se determinó la repelencia. En plantas de tomate se aplicaron concentraciones de 1.0 a 0.000,001% de extracto en etanol, se confinaron hojas en bolsas de organza con 20 adultos de 2 d de edad, y a las 24 h se registraron adultos muertos y número de huevos. En plantas de tomate se confinaron hojas con 20 adultos de diferentes edades por 3 d seguidos para obtener huevos de 1, 2 y 3 d de edad, se les aplicaron extracto en etanol a 1.0, 0.1 y 0.01%. Los extractos crudos, aceites esenciales y compuestos mayoritarios de clavo y

pimienta repelen de 32.5 a 90.2% la población de adultos de las 3 a 72 h, los extractos crudos etanólicos causan 7.5 a 33.7 y 7.5 a 32.5% de mortalidad de adultos e inhiben en 50% la oviposición con 0.19 y 0.46% a las 24 h, e inhiben en 50% la eclosión de huevos a 0.11 y 0.71% en 6 d, considerando los límites fiduciales la inhibición del 50% de eclosión de huevos se obtiene con concentraciones de 0.07 a 1.08% de ambos extractos. La actividad de clavo y pimienta es más insectistática que insecticida; los extractos son mejores que los aceites y éstos que los compuestos mayoritarios; y en la parte práctica, se debe utilizar el extracto crudo en etanol de ambas plantas a 0.000,001% para repeler de 38.7 a 87.5% de adultos de las 3 a las 72 h dentro de un manejo biorracional u orgánico de mosca blanca, donde se integren todas las alternativas.

Palabras claves: *Trialeurodes vaporariorum*, Extractos, Aceites, Pimienta, Clavo

**WHITEFLY MANAGEMENT WITH CLOVE *Syzigium aromaticum* (L.) Merril &
L.M. Perry AND PIPPER *Pimenta dioica* (L.) Merril**

**EDUARDO AGUILAR ASTUDILLO, Dr.
COLEGIO DE POSGRADUADO, 2017**

ABSTRACT

The whitefly is an economically important pest in vegetables, is a pest of economic importance in vegetables. Its management with synthetic pesticides has generated resistance, with adverse effects on the environment. In the search for management alternatives, the adult repellence with raw extracts (methanol, ethanol, dichloromethanol, and hexane), essential oils, and major compounds of clove and pepper, as well as adult mortality and oviposition, and egg hatchings in ethanol extracts were quantified. For repellence, a 1L container with 10 mL water was used; in it, a tomato leaf was placed, treated with concentrations from 1.0 to 0.000001%; and 20, 2-day-old adults were introduced. After 3 to 72 h, the posed adults were quantified and repellence was determined by the difference. Concentrations from 1.0 to 0.000001% in ethanol extracts were applied to tomato plants which were then covered with cloth bags with 20, 2-day-old adults. After 24 hours, the number of dead adults and eggs was counted. The leaves on tomato plants were confined with 20 adults of different ages for three days in order to obtain 1, 2, and 3-day-old eggs, to which were applied in ethanol extracts at 1.0, 0.1, and 0.01%. The raw extracts, essential oils, and major compounds of clove and pepper repel from 32.5 to 90.2% of the adult population in 3 to 72 h. The raw ethanolic extracts cause 7.5 to 33.7 and 7.5 to 32.5% mortality in adults and inhibit oviposition by 50%, with 0.19 and 0.46\$ at 24

h, and they inhibit egg hatching by 50% with 0.11 and 0.71% in 6 d. Considering the fiducial limits, the 50% inhibition of egg hatching is obtained with concentrations of 0.07 to 1.08% of both extracts. The activity of clove and pepper is more insect-static than it is insecticide. The extracts are better than the oils, which in turn are better than the major compounds, and in practice, the raw ethanolic extract of both plants should be used at 0.000001% to repel from 38.7 to 87.5% of the adults from 3 to 72 h within a bio-rational or organic management of whitefly, where all the alternatives are integrated.

Keywords: *Trialeurodes vaporariorum*, Extracts, Oils, Pepper, Clove

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. **Cesáreo Rodríguez Hernández**, Consejero Académico, por su asesoría, colaboración, por sus excelentes cualidades como consejero, profesor y por su dedicación al transmitirme sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

A los Drs. **Hiram Bravo Mojica, Marcos R. Soto Hernández, Néstor Bautista Martínez y Francisco Guevara Hernández**, miembros del Consejo particular, por su colaboración y por sus observaciones e importantes aportes en la investigación.

Al Dr. **Jesús Romero Nápoles**, sinodal del examen oral y de la defensa de la tesis, por brindar su tiempo y colaboración.

Al **Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas**, por cobijarme en sus instalaciones por cuatro años, mi sincero agradecimiento.

A la **Secretaría de Educación Pública** a través del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), por su apoyo económico para realizar los estudios doctorales.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por su apoyo económico complementario, para culminar exitosamente los estudios doctorales en Fitosanidad, con orientación en Entomología y Acarología, con énfasis en la búsqueda de alternativas para el manejo de cultivos y plagas.

A mis compañeros (as) de generación por su amistad y colaboración

Al personal administrativo del posgrado de Fitosanidad.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron y brindaron su apoyo para la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de estar en este tiempo de la vida con salud y sabiduría, y conocer entes que se mueven en la misma dirección espiritual.

A mis padres: † Florentino y † Josefa

Por darme vida, amor e inculcarme que con esfuerzo, dedicación y fe en Dios, todos nuestros sueños se pueden lograr. Que descansen en paz en la presencia del Señor.

A mis suegros: Martín Castillo López y Asunción Toledo Gómez

Quienes han sido como unos segundos padres, por su confianza y apoyo incondicional para alcanzar las metas de la vida.

A mi esposa: Deima Castillo Toledo

Por su amor, paciencia y apoyo incondicional, siendo la parte vertebral de la familia **Aguilar Castillo**, y estar siempre a mi lado, te amo.

A mis hijos: Víctor Manuel, Fabiola, Carlos Eduardo, Imelda Pilar, Jonathan Emanuel y Ana Gladys.

Por su gran cariño y votos de confianza para alcanzar la meta académica anhelada

A mi pequeña y adorable Nori:

Con todo el amor que nos inspira nuestro señor, porque ha sido el motor para ver la vida con nuevas expectativas.

A mis cuñados (as) y sobrinos (as): Con todo el amor, fortaleza y sabiduría, que se ha caracterizado en ellos, para seguir el camino andado.

CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO	x
LISTA DE CUADROS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Importancia de la mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	3
3.2 Extractos vegetales	4
3.2.1 Clavo <i>Syzigium aromaticum</i>	5
3.2.2 Pimienta <i>Pimenta dioica</i>	6
4. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1 Obtención de extractos crudos, aceites esenciales y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta.....	7
4.2 Cría de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	8
4.3 Bioensayos.....	9
4.3.1 Repelencia de adultos de mosca blanca	9
4.3.2 Mortalidad de adultos y oviposición	10
4.3.3 Eclosión de huevos.....	11
4.4 Diseño de experimentos	11
4.5 Análisis estadístico	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1 Repelencia de adultos de mosca blanca	13
5.1.1 Extractos crudos de clavo.....	13
5.1.2 Extractos crudos de pimienta.....	18

5.1.3 Aceites esenciales de clavo y pimienta.....	24
5.1.4 Compuestos secundarios de clavo y pimienta.....	28
5.1.5 Efectividad de extractos, aceites y compuestos de clavo y pimienta.....	33
5.2 Mortalidad de adultos e inhibición de oviposición de la mosca blanca.....	35
5.3 Inhibición de eclosión de huevos de mosca blanca.....	40
5.4 Repelencia, mortalidad de adultos y oviposición, e inhibición de eclosión	44
6. CONCLUSIONES.....	47
7. LITERATURA CITADA.....	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto metanólico de clavo <i>Syzygium aromaticum</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	15
2. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3.5 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto etanólico de clavo <i>Syzygium aromaticum</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	15
3. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto diclorometanólico de clavo <i>Syzygium aromaticum</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%	17
4. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3.5 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto hexánico de clavo <i>Syzygium aromaticum</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	17
5. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto metanólico de pimienta <i>Pimenta dioica</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	19
6. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto etanólico de pimienta <i>Pimenta dioica</i> a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% ..	19
7. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto diclorometanólico de pimienta <i>Pimenta dioica</i> a las concentraciones de 1.0 a 0.000001%	21

8.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto hexánico de pimienta <i>Pimenta dioica</i> a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% ..	21
9.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con aceite esencial de clavo <i>Syzigium aromaticum</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	25
10.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con aceite esencial de pimienta <i>Pimenta dioica</i> a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	25
11.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con eugenol a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	30
12.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con metil eugenol a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	30
13.	Repelencia (%) de adultos de mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con β-cariofileno a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.....	31
14.	Mortalidad de adultos e inhibición de oviposición de mosca blanca con aplicación de extractos crudos etanólicos de clavo y pimienta.....	36
15.	Eclosión (%) de huevos en 6 d, e inhibición de eclosión en mosca blanca con aplicación de tres concentraciones del extracto crudo etanólico de clavo	41
16.	Eclosión (%) de huevos en 6 d, e inhibición de eclosión en mosca blanca con aplicación de tres concentraciones del extracto crudo etanólico de pimienta	42

1. INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1956 (Hemiptera: Aleyrodidae) (GBIF, 2017), se considera una de las especies de mayor importancia económica en los agroecosistemas, especialmente en los cultivos de hortalizas a cielo abierto y en invernadero; su manejo con insecticidas órgano-sintéticos, solo ha sido un paliativo ya que ha generado resistencia a la mayoría de ellos; además, con efectos adversos en el ambiente y en la salud humana. En la búsqueda de alternativas ecológicas para el manejo de la mosca blanca se ha encontrado que las sustancias vegetales causan repelencia, disuasión de alimentación y oviposición, e inhiben la eclosión de huevos (Won-Sik *et al.*, 2006; Guan *et al.*, 2007; Pitasawat *et al.*, 2007; Islam *et al.*, 2009).

Los extractos orgánicos y aceites esenciales de clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merrill & L. M. Perry 1939 (Myrtales: Myrtaceae) y pimienta *Pimenta dioica* (L.) Merril 1947 (Myrtales: Myrtaceae) (IPNI, 2015), se han reportado como fumigante e insecticidas de contacto; no obstante, son pocos los trabajos registrados sobre el uso de los compuestos de estas plantas y amerita más investigación que considere la extracción con varios disolventes, se evalúen los aceites esenciales y los compuestos secundarios mayoritarios a diferentes concentraciones en la repelencia de adultos, oviposición y eclosión en diversos tiempos para conocer el potencial en el manejo de la mosca blanca *T. vaporariorum*.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la efectividad de los extractos crudos, aceites esenciales y compuestos puros mayoritarios de clavo y pimienta, en adultos y huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* en condiciones de laboratorio.

2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar la repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* con siete concentraciones de extractos crudos (metanol, etanol, diclorometanol y hexano), aceites esenciales y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta de las 3 a las 72 h aplicados en una hoja de tomate.
- Determinar la mortalidad de adultos que ocasionan los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta, el efecto en la oviposición y eclosión de huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* aplicados en plantas de tomate.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

La mosca blanca *T. vaporariorum* presenta tres estados biológicos, huevo, ninfa y adulto, el estado de ninfa pasa por cuatro instares, siendo el último una etapa en que no se alimenta y se conoce como “pupa”, completando su ciclo de vida en 14 a 28 días, de acuerdo a las condiciones de temperatura entre 15 a 28°C, presenta de 11 a 15 generaciones al año y por su alta capacidad reproductiva alcanza altas densidades poblacionales, dependiendo de la disponibilidad de alimento, especialmente en cultivos hortícolas; la mosca blanca se encuentra distribuida ampliamente en el mundo y posee la capacidad de transmitir virus; además, las ninfas y adultos causan daños directos en su proceso de alimentación, ya que extraen nutrimentos e inducen reacciones bioquímicas que son únicas en cada planta afectada (Hilje, 1996; Gerling, 2002) los daños que causa en forma indirecta se debe a la producción de mielecilla que favorece el desarrollo de hongos que interfieren con la fotosíntesis de la planta (Carmona *et al.*, 2005; Ortiz *et al.*, 2010)). El control con insecticidas órgano-sintéticos no se ha logrado debido al uso inadecuado de éstos, al mal manejo de los cultivos, etc., provocando la generación de resistencia a los insecticidas químicos sintéticos (Lagunes y Villanueva, 1999). Los estados ninfales y el adulto son más susceptibles que los huevos y el cuarto instar conocido como “pupa” ya que emerge a través de una incisión en el dorso del exoesqueleto (Gerling, 2002); pero el adulto es capaz de pasar sus partes bucales a través de una gota de insecticida hasta el tejido vegetal sin ingerir el insecticida y si es de acción estomacal no tendrá efecto (Jiménez y Bonifacio, 2008), además posee

una gran capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas (Xiao-Wei *et al.*, 2017).

Las moscas blancas debido a su alta capacidad de adaptarse a las condiciones ambientales existentes en el medio en donde se desarrollan, presentan amplia distribución geográfica en los trópicos, subtropicos y zonas templadas del mundo, afectando plantas cultivadas y silvestres (Cardona *et al.*, 2005; Ortiz *et al.*, 2010), cuando están expuestas a altas temperaturas mayores de 30°C sintetizan proteínas de choque térmico, acumulan sorbitol que es un alcohol polihidrico y ayuda a regular la temperatura corporal (Wolfe *et al.*, 1998; Salvucci, 2000)

3.2 Extractos vegetales

Las plantas, se consideran laboratorios químicos naturales, producen sustancias bioactivas que interfieren en la alimentación, oviposición y refugio de varias especies de insectos fitófagos. Los extractos vegetales y aceites esenciales se consideran más efectivos que los compuestos secundarios puros, esto se debe que entre las sustancias que conforman el extracto algunas actúan como potenciadores de los compuestos o simplemente actúan como sinergistas (Rodríguez, 2004).

Las plantas presentan dos tipos de defensas, las constitutivas que se encuentran activas todo el tiempo en pequeñas cantidades y las inducidas que solo se detectan y se dispara su liberación cuando las plantas sufren ataques por los herbívoros (Paré y Tumlinson, 1999). Las defensas constitutivas incluyen desde estructuras morfológicas conocidas como defensas físicas hasta compuestos químicos o defensas químicas (Zavala, 2010).

3.2.1 Clavo *Syzigium aromaticum*

Los extractos acuosos, crudos y aceite esencial de clavo *S. aromaticum* se reportan como insecticidas e insectistáticos contra cucaracha americana *Periplaneta americana* L. 1758 (Blattodea: Blattidae) (Sharawi et al., 2013) gorgojos del maíz *Rhyzoperta dominica* Fabricius 1792 (Coleoptera: Bostrichidae) y *Sitophilus oryzae* L. 1763 (Coleoptera: Curculionidae) (Sighamony et al., 1986), *Tribolium castaneum* Herbs 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae) y *Sitophilus zeamais* Motsch. 1855 (Coleoptera: Curculionidae) (Ho et al., 1994), *Bruchidius incarnatus* Boheman, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) (Fouad, 2013).

Los extractos acuosos y orgánicos de botones florales de clavo a la concentración de 0.4% con 24 h de exposición inhiben en 80% la oviposición de la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gen. 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae) (Cruz-Estrada et al., 2015).

La forma de acción de los aceites esenciales en los insectos se debe a la inhibición de la acetilcolinesterasa; son neurotóxicos que afectan los receptores de la octopamina del sistema nervioso octopaminérgico, causando inhibición de la alimentación y repelencia (Grundy y Still, 1985; Miyazawa et al., 1997; Enan, 2005).

El aceite esencial de clavo, afecta los parámetros biológicos de los insectos (González-Coloma et al., 2006; Isikber et al., 2006; Nathan et al., 2008), actúa como fumigante, de contacto, repelente, e inhibidor de la alimentación y de la reproducción (Won-Sik et al., 2006; Guan et al., 2007; Pitasawat et al., 2007; Islam et al., 2009).

Con el aceite esencial de botones florales de clavo con acción fumigante se obtiene la CL₅₀ de 0.001354% en 24 h de exposición, contra la mosca blanca del tabaco *B.*

tabaci (Chao *et al.*, 2014). Ocasiona 90 y 58% de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* como aceite esencial de botones florales de clavo al 0.00023% y aceite esencial de hojas al 0.00093% a las 24 h de exposición (Won-Il *et al.*, 2003). Repele de 0 a 29.9% la población de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* con 24 h de exposición (Santiago *et al.*, 2009).

3.2.2 Pimienta *Pimenta dioica*

En el manejo de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de 2 a 4 d de edad con aceite esencial comercial de pimienta *P. dioica* a las concentraciones de 0.000093 y 0.00023% con 24 h de exposición, causaron mortalidades de 18.0 y 100% y con *Pimenta racemosa* (Mill.) J. W. Moore 1933 (Mytales: Myrtaceae), las mortalidades fueron de 20.0 y 100% respectivamente (Won-Il *et al.*, 2003).

En condiciones de campo en el cultivo de chile jalapeño se realizaron aplicaciones de extracto acuoso de pimienta *P. dioica* a la concentración de 2.0%, para el manejo de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*, ocasionando 59.3% de inhibición de oviposición de las hembras y cuando se aplicó en chile habanero en condiciones de confinamiento a la concentración de 50:50 p.v inhibió 56.4% la oviposición de la mosca blanca *B. tabaci* (González *et al.*, 2016).

En huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* de 1 d de edad se aplicaron aceites esenciales comerciales de pimienta *P. dioica* a las concentraciones de 0.00093, 0.00043 y 0.00023%, causando mortalidades de 79, 68 y 27%; y con *P. racemosa* fueron de 100, 98.0 y 14.0% respectivamente (Won-Il *et al.*, 2003).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó de mayo de 2014 a diciembre de 2015 en el área de insecticidas vegetales del programa de Fitosanidad Entomología-Acarología y en el laboratorio de Fitoquímica del programa de Botánica ambos dentro del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado de México; y en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V, Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas, México.

4.1 Obtención de extractos crudos, aceites esenciales y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta

Los frutos de clavo y pimienta, adquiridos en octubre de 2014 en tiendas comerciales de especias de la central de abasto en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se molieron con un molino eléctrico hasta obtener un polvo fino. De este se colocaron 400 g en cada frasco de 5 L con metanol, etanol 98%, diclorometano y hexano, se aforaron y se dejó en maceración a temperatura ambiente por 48 h. Después de colar, se evaporó el disolvente utilizando un rota-evaporador marca Buchi modelo R-114, por tres veces durante 4 h, y el residuo se dejó secar a temperatura ambiente, obteniendo así los extractos crudos en metanol, etanol, diclorometano y hexano de clavo y de pimienta, los cuales se colocaron en frascos color ámbar de 50 mL a temperatura de 4°C hasta su utilización.

Con la extracción del aceite esencial de clavo *S. aromaticum* y pimienta *P. dioica*, se colocaron 400 g de polvo en un matraz de bola con capacidad de 5 L con 1 L de agua destilada. El matraz se colocó en una fuente de calor para ebullición y obtener la hidrodestilación, luego por un periodo de 3 h, el vapor de agua arrastró los

compuestos de clavo *S. aromaticum* y pimienta *P. dioica*, que al pasar por el sistema de enfriamiento por el que circulaba agua fría se condensaron y se depositaron en una trampa tipo Clevenger. El aceite esencial y el hidrolato (fase acuosa) se separaron, utilizando un embudo de separación. El aceite esencial de clavo y pimienta se almacenaron en frascos de color ámbar para su posterior utilización.

Los tres compuestos mayoritarios de los extractos crudos y aceite esencial de clavo y de pimienta, eugenol, metil eugenol y β -cariofileno se adquirieron en tiendas comerciales de la marca Sigma-Aldrich, México; a las concentraciones de 99, 98 y 80% respectivamente.

4.2 Cría de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*

Se colectaron adultos de mosca blanca en los cultivos de tomate de las localidades de Villa Hidalgo y 16 de Septiembre, municipio de Villaflores, Chiapas. La especie se identificó de acuerdo a las claves de Carapia y Castillo-Gutiérrez (2013), corroborada por la Dra. Laura Delia Ortega Arenas, profesora investigadora titular de insectos vectores del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Luego de la colecta, los adultos de mosca blanca se confinaron en jaulas entomológicas de 2 m³, construídas con barrotes de madera de 3 x 3 cm de grosor y cubiertas con tela de organza, donde se colocaron plantas de tomate var. Río Grande de 20-30 d de edad para alimentación y oviposición.

La incubación de huevos, el desarrollo de ninfas y la emergencia de nuevos adultos se realizaron en otras jaulas entomológicas de las mismas dimensiones que las anteriores y cuando se requirieron adultos para realizar los bioensayos de repelencia

de adultos, de mortalidad de adultos y oviposición, se sacaron las plantas que tenían ninfas de cuarto instar “pupas” y se colocaron en jaula separadas para la emergencia de adultos durante 2 d y de esta manera se obtuvieron adultos de 2 d de edad.

Para la obtención de huevos de tres edades, se introdujeron 25 adultos de diferentes edades en una bolsa de 10 cm de longitud y 6 cm de ancho, de tela de organza, que confinaba una hoja de tomate de 20-30 d, para oviposición durante 24 h. Esta actividad se realizó durante 3 d consecutivos en diferentes hojas, para obtener hojas con huevos de 1, 2 y 3 d de edad.

4.3 Bioensayos

4.3.1 Repelencia de adultos de mosca blanca

La evaluación de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* se realizó con la metodología propuesta por Ortega y Schuster (2000), con modificaciones en cuanto a tamaño del contenedor y del sustrato donde se aplicó el tratamiento. En estos bioensayos de repelencia se utilizaron vasos de plástico transparente con capacidad de 1 L, colocando en la parte de la tapa tela de organza para permitir la ventilación, en el interior de cada vaso se colocó un frasco tipo gotero de 10 mL con agua, para mantener la turgencia de las hojas de tomate durante la realización del experimento. En los bioensayos de repelencia, las hojas se trataron por inmersión en el extracto crudo, aceite esencial, o compuesto secundario de clavo y pimienta a las concentraciones de 1.0, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001 y 0.000001%, más los testigos con emulsificante (Tween 80) y absoluto (agua de la llave) posteriormente

se dejó secar para eliminar el exceso de humedad. En cada bioensayo se colocaron cuatro repeticiones por tratamiento.

Cada vaso se consideró como una unidad experimental donde se introdujeron 20 adultos de mosca blanca de 2 d de edad, sin sexar con 1 h de ayuno, para esto se utilizaron aspiradores manuales elaborados con pipetas Pasteur de punta corta.

A los 30 min de establecer el experimento se registró el número de adultos posados, siguiendo las observaciones cada hora por 6 h consecutivas, luego a las 12, 24, 48 y 72 h después de iniciar el experimento. Para determinar el porcentaje de moscas no posadas se calculó por diferencia de los posados y en consideración a la población total. Los datos que se reportan en este trabajo es a partir de las 3 y 3.5 h respetando el tiempo de ambientación de la mosca blanca.

4.3.2 Mortalidad de adultos y oviposición

Los extractos crudos etanólicos de clavo y pimienta preparados a las concentraciones de 1.0, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001 y 0.000001%, se aplicaron con un aspersor manual de 600 mL a una planta de tomate de 20-30 d de edad, donde se seleccionaron cuatro hojas del mismo tamaño (8 x 4 cm), que enseguida se confinaron individualmente en una bolsa de organza de 10 cm de longitud por 6 cm de ancho, luego se introdujeron 20 adultos de mosca blanca de 2 d de edad sin sexar. Los tratamientos se aplicaron en cuatro repeticiones y cada hoja se tomó como una repetición y a los del testigo, se le asperjó agua. A las 24 h se registró el número de adultos de mosca blanca muertos, revisando mediante estereoscopio toda la población, y el número de huevos ovipositados en la hoja. La mortalidad se

expresó en porcentaje, considerando el total de la población tratada en cada repetición, y el porcentaje de oviposición se calculó tomando de referencia la oviposición en el testigo como 100% y por diferencia se calculó el porcentaje de inhibición de la oviposición

4.3.3 Eclosión de huevos

A los huevos de mosca blanca de 1, 2 y 3 d de edad en su hoja se les aplicaron por separado los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta a las concentraciones de 1.0, 0.1 y 0.01% mas el testigo, cada tratamiento con cuatro repeticiones, con un aspersor manual de 600 mL y por 6 d consecutivos se observó diariamente el número de huevos eclosionados hasta que los huevos de las hojas testigo alcanzaron más de 90% de eclosión. Al número de huevos eclosionados en el testigo se consideró 100% y por regla de tres simple se calculó el porcentaje de huevos eclosionados en el tratamiento y por diferencia se obtiene el porcentaje de inhibición de eclosión.

4.4 Diseño de experimentos

En los bioensayos de repelencia, mortalidad, oviposición, y eclosión de huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* se utilizó un diseño experimental completamente al azar, en condiciones de laboratorio.

4.5 Análisis estadístico

A los porcentajes de repelencia de adultos, mortalidad de adultos, inhibición de oviposición e inhibición de eclosión se les aplicaron las pruebas de los supuestos de

normalidad Shapiro-Wilks y de homogeneidad con la prueba de Levene, por tratamiento y tiempo de muestreo. Cuando los datos cumplieron los supuestos se analizó con estadística paramétrica y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.5%. Pero cuando no cumplieron, los datos se analizaron con estadística no paramétrica utilizando la prueba de Kruskal Wallis y las medias se compararon con el análisis de promedios de rangos con valor de $p=0.05$. Además, a los datos de inhibición de oviposición y de inhibición de eclosión se les realizó el análisis probit para determinar la Concentración de Inhibición media de Oviposición (CIO_{50}) y la Concentración de Inhibición media de Eclosión (CIE_{50}) con el programa estadístico Infostat versión 2013 (Di Rienzo *et al.*, 2013).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Repelencia de adultos de mosca blanca

En los bioensayos preliminares se utilizaron concentraciones de 10.0 a 0.00001%, obteniendo fitotoxicidad de las hojas de tomate con la concentración de 10.0% de los extractos crudos, aceite esencial y compuestos puros de clavo y pimienta.

5.1.1 Extractos crudos de clavo

La repelencia provocada por el extracto crudo en metanol de clavo en adultos de mosca blanca se observa en el Cuadro 1, donde se constató que ésta va de 32.5 a 96.2% de las 3 a las 72 h con las concentraciones de 1.0 a 0.000001%, sin correlación con la concentración, lo cual se evidencia al comparar la repelencia de 50 a 80% de la concentración de 1.0% con la repelencia de 55.0 a 96.2% de la concentración de 0.000001%. Al aumentar el tiempo después de la aplicación, la efectividad no decrece, se mantiene; en los tiempos de 3 y 72 h se obtuvo 84.1 y 79.7% de repelencia promedio, sin diferencia estadística entre las concentraciones en todos los tiempos de muestreo. La concentración más efectiva fue 0.000001% por ocasionar de 55.0 a 96.2% de repelencia de las 3 a 72 h.

El extracto crudo en etanol de clavo a la concentración de 1.0% causó mayor repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum*, de 68.7 a 92.5%, mientras que en las concentraciones de 0.1 a 0.000001 la repelencia va de 17.5 a 80.0% de las 3.5 a las 48 h y en el último muestreo a las 72 h todas las concentraciones del extracto crudo en etanol de clavo incrementan la repelencia en 23.94% en promedio, pero

solamente la concentración del 1.0% logró 100% de repelencia de la mosca blanca como se observa en el Cuadro 2. El mayor efecto repelente de la mosca blanca se obtiene con la concentración del 1.0% en todos los tiempos de muestreo que va de 68.7 a 100% y estadísticamente diferente a las demás concentraciones en todos los tiempos de muestreo, excepto a las 72 h. Desde el inicio de la toma de datos (3.5 h), el extracto etanólico de clavo presenta en promedio 74.99% de repelencia de la mosca blanca y a las 72 h alcanza 84.27%. El mayor efecto repelente se presenta con la concentración de 1.0% y se alcanzó la repelencia total a las 72 h; la concentración 0.000001% es más efectiva por repeler de 38.7 a 82.5% de adultos de mosca blanca de las 3.5 a las 72 h.

En el Cuadro 3 se observa la repelencia que causó la aplicación del extracto crudo en diclorometano de clavo en adultos de mosca blanca que va de 57.5 a 100% desde las 3 hasta las 72 h, con las concentraciones de 1.0 a 0.000001%. Este extracto causó alta repelencia de adultos de mosca blanca desde el inicio del experimento y se mantiene a través del tiempo; a las 3 h la repelencia promedio de las siete concentraciones alcanza 89.09% y a las 72 h se obtiene 82.9%. De acuerdo al análisis de rangos, la concentración de 0.1% con 100 y 93.7% de repelencia a las 48 y 72 h después de la aplicación de los tratamientos es totalmente diferente a las demás concentraciones; sin embargo, la concentración de 0.000001% es más efectiva por repeler de 61.2 a 87.5% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h después de la aplicación, considerando que al utilizar bajas concentraciones de extracto la presión de selección en la mosca blanca es relativamente baja.

Cuadro 1. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **metanólico** de clavo *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%.

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	* μ + D.E.	rango	μ + E.E.	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	
1.0	80.0±4.1	24.2 ^b	73.7±9.2 ^b	61.2±13.8	20.9 ^b	57.5±15.5	20.5 ^b	50.0±7.1	22.1 ^b	63.7±10.1 ^b	67.5±9.9 ^b	67.5±9.9 ^b	67.5±8.0 ^b			
0.1	72.5±11.9	18.7 ^b	52.5±9.2 ^b	53.7±21.4	17.2 ^b	55.0±9.1	20.7 ^b	32.5±24.7	13.9 ^{ab}	56.2±10.1 ^b	86.2±9.9 ^b	86.2±9.9 ^b	72.5±8.0 ^b			
0.01	73.7±20.6	19.2 ^b	63.7±9.2 ^b	58.7±20.2	19.7 ^b	55.0±21.2	19.0 ^b	50.0±22.7	20.2 ^b	71.2±10.1 ^b	70.0±9.9 ^b	70.0±9.9 ^b	76.2±8.0 ^b			
0.001	58.7±14.9	11.9 ^{ab}	51.2±9.2 ^b	45.0±20.0	13.7 ^{ab}	45.0±26.8	13.2 ^{ab}	41.2±15.5	17.2 ^b	67.5±10.1 ^b	80.0±9.9 ^b	80.0±9.9 ^b	76.2±8.0 ^b			
0.0001	78.7±17.5	22.0 ^b	75.0±9.2 ^b	68.7±19.3	22.7 ^b	58.7±21.0	20.6 ^b	47.5±18.9	17.2 ^b	57.5±10.1 ^b	68.7±9.9 ^b	68.7±9.9 ^b	63.7±8.0 ^b			
0.00001	70.0±7.1	17.5 ^b	57.5±9.2 ^b	47.5±14.4	14.5 ^{ab}	47.5±11.9	17.2 ^b	42.5±5.0	16.1 ^{ab}	51.2±10.1 ^{ab}	73.7±9.9 ^b	73.7±9.9 ^b	62.5±8.0 ^b			
0.000001	67.5±21.8	15.9 ^b	55.0±9.2 ^b	63.7±29.5	20.6 ^b	57.5±34.8	18.1 ^b	55.0±18.3	22.0 ^b	65.0±10.1 ^b	96.2±9.9 ^b	96.2±9.9 ^b	83.7±8.0 ^b			
0 (agua)	6.2±9.5	2.5 ^a	5.0±9.2 ^a	10.0±4.1	2.5 ^a	5.0±5.8	2.5 ^a	7.5±6.4	3.1 ^a	5.0±10.1 ^a	5.0±9.9 ^a	5.0±9.9 ^a	3.7±8.0 ^a			

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 2. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3.5 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **etanólico** de clavo *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3.5		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + D.E.	rango	* μ + D.E.	rango	* μ + D.E.	rango	* μ + D.E.	rango	* μ + D.E.	rango		
1.0	90.0±5.5 ^c	88.7±6.1 ^c	85.0±5.8 ^d	78.7±8.6 ^c	68.7±34.2	23.6 ^c	82.5±18.5	28.7 ^c	92.5±15.0	28.2 ^c	100.0±0.0	26.0 ^b				
0.1	77.5±5.5 ^{bc}	73.7±6.1 ^{bc}	71.2±5.8 ^{bcd}	58.7±8.6 ^{bc}	43.7±25.9	19.2 ^{bc}	45.0±31.1	17.1 ^{bc}	66.2±38.2	19.7 ^{bc}	83.7±23.6	18.4 ^b				
0.01	72.5±5.5 ^{bc}	72.5±6.1 ^{bc}	68.7±5.8 ^{bcd}	52.5±8.6 ^{bc}	35.0±16.8	17.1 ^{bc}	41.2±13.8	17.5 ^{bc}	46.2±38.2	14.2 ^{ab}	72.5±35.7	16.6 ^{ab}				
0.001	56.2±5.5 ^b	57.5±6.1 ^b	46.2±5.8 ^b	37.5±8.6 ^{ab}	17.5±12.5	8.7 ^{ab}	31.2±4.8	13.2 ^{ab}	47.5±23.3	13.9 ^{ab}	87.5±6.4	15.5 ^b				
0.0001	80.0±5.5 ^{bc}	71.2±6.1 ^{bc}	80.0±5.8 ^{cd}	71.2±8.6 ^{bc}	48.7±18.9	21.6 ^{bc}	50.0±37.2	19.4 ^{bc}	51.2±37.0	16.0 ^{abc}	78.7±36.1	18.5 ^b				
0.00001	71.2±5.5 ^{bc}	61.2±6.1 ^{bc}	57.5±5.8 ^{bc}	51.2±8.6 ^{bc}	33.7±13.1	15.7 ^{abc}	37.5±12.6	16.4 ^{abc}	68.7±22.5	20.1 ^{bc}	85.0±17.3	18.2 ^b				
0.000001	77.5±5.5 ^{bc}	76.2±6.1 ^{bc}	62.5±5.8 ^{bcd}	66.2±8.6 ^{bc}	43.7±22.9	20.2 ^{bc}	38.7±34.7	15.6 ^{ab}	53.7±25.0	16.5 ^{bc}	82.5±20.2	16.2 ^b				
0 (agua)	8.7±5.5 ^a	10.0±6.1 ^a	2.5±5.8 ^a	7.5±8.6 ^a	7.5±5.0	3.6 ^a	2.5±2.9	4.0 ^a	3.7±4.8	3.2 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a				

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

El extracto crudo en hexano de clavo causó de 40.0 a 93.7% de repelencia de mosca blanca con las concentraciones de 1.0 a 0.000001% de las 3.5 a las 72 h como se observa en el Cuadro 4. La repelencia promedio a las 3.5 y 72 h después de la aplicación de las siete concentraciones alcanzó 84.3 y 86.9%, que indica que el efecto repelente es mayor al 50% y se mantiene a través del tiempo, excepto en el muestreo de las 12 h, con la concentración de 0.00001%. Además, la concentración de 1.0% en los tiempos de muestreo de las 5, 6 y 12 h es estadísticamente diferente a las demás concentraciones. Aunque, las concentraciones 1.0 y 0.01% de extracto en hexano de clavo lograron mayor repelencia, la concentración más baja, de 0.000001% se considera más efectiva ya que causa de 51.2 a 87.5% de repelencia de adultos de mosca blanca de las 3.5 a 72 h.

De manera general los extractos crudos en metanol, etanol, diclorometano y hexano de clavo a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% causaron de 17.5 a 100% de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a las 72 h. Además, los extractos crudos en etanol y diclorometano de clavo alcanzaron 100% de repelencia a las 72 y 48 h, respectivamente. El mayor rango de repelencia se obtuvo con el extracto en diclorometano y de manera general se conserva el efecto de repelencia de las 3 a las 72 h, no se biodegrada y la concentración más baja repele por lo menos una tercera parte de la población, por lo que puede optarse por usar el extracto crudo etanólico por su disponibilidad, ser económico y aceptado en las normas de agricultura orgánica. Esto indica que los compuestos que repelen a la mosca blanca tienen diferente polaridad y pueden ser desde los más biodegradables, que se obtienen con el etanol, hasta los más persistentes que se extraen con el hexano.

Cuadro 3. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **diclorometanólico** de clavo *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1.0 a

Tiempo	3	4	5	6	12	24	48	72 h
Conc. (%)	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + E.E.	* μ + D.E. rango			
1.0	95.0±2.9 ^{bc}	97.5±3.9 ^b	93.7±5.0 ^b	91.2±5.7 ^b	81.2±19.3 23.7 ^b	85.0±12.9 21.6 ^b	93.7±7.5 21.0 ^{bc}	88.7±11.1 21.6 ^{bc}
0.1	92.5±2.9 ^{bc}	91.2±3.9 ^b	83.7±5.0 ^b	82.5±5.7 ^b	80.0±17.8 23.1 ^b	88.7±6.3 24.0 ^b	100±0.0 27.5 ^c	93.7±2.5 25.7 ^c
0.01	91.2±2.9 ^{bc}	87.5±3.9 ^b	87.5±5.0 ^b	83.7±5.7 ^b	72.5±24.0 19.0 ^b	82.5±17.6 19.9 ^b	83.7±20.2 16.2 ^{bc}	82.5±18.5 18.4 ^{bc}
0.001	81.2±2.9 ^b	82.5±3.9 ^b	86.2±5.0 ^b	82.5±5.7 ^b	57.5±8.7 12.7 ^{ab}	76.2±14.4 15.5 ^{ab}	92.5±6.4 19.4 ^{bc}	85.0±9.1 18.2 ^{bc}
0.0001	85.0±2.9 ^{bc}	81.2±3.9 ^b	81.2±5.0 ^b	73.7±5.7 ^b	68.7±16.5 18.9 ^b	73.7±20.2 15.7 ^b	88.7±14.4 18.1 ^{bc}	81.2±14.9 17.4 ^{bc}
0.00001	91.2±2.9 ^{bc}	81.2±3.9 ^b	80.0±5.0 ^b	77.5±5.7 ^b	66.2±8.5 17.5 ^b	80.0±8.2 18.4 ^b	90.0±4.1 16.9 ^{bc}	83.7±4.8 17.4 ^{bc}
0.000001	87.5±2.9 ^{bc}	85.0±3.9 ^b	77.5±5.0 ^b	72.5±5.7 ^b	61.2±10.3 14.5 ^{ab}	73.7±4.8 14.4 ^{ab}	82.5±5.0 10.4 ^{ab}	76.2±2.5 10.7 ^{ab}
0 (agua)	5.0±2.9 ^a	5.0±3.9 ^a	5.0±5.0 ^a	2.5±5.7 ^a	2.5±2.9 2.5 ^a	2.5±2.5 2.5 ^a	2.5±2.9 2.5 ^a	3.7±2.5 2.5 ^a

0.000001%

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 4. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3.5 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **hexánico** de clavo *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3.5	4	5	6	12	24	48	72 h
Conc. (%)	μ + E.E.	* μ + D.E. rango	* μ + D.E. rango	μ + E.E.	* μ + D.E. rango	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.
1.0	93.7±4.2 ^b	87.5±15.5 23.1 ^b	90.0±13.5 25.6 ^c	91.2±4.7 ^d	82.5±17.6 26.2 ^d	90.0±3.4 ^b	92.5±7.0 ^b	88.7±5.8 ^b
0.1	85.0±4.2 ^b	82.5±11.9 19.4 ^b	80.0±9.1 18.9 ^{bc}	80.0±4.7 ^{cd}	72.5±6.4 23.2 ^{cd}	83.7±3.4 ^b	81.2±7.0 ^b	83.7±5.8 ^b
0.01	90.0±4.2 ^b	87.5±2.9 22.7 ^b	80.0±8.2 18.9 ^{bc}	77.5±4.7 ^{cd}	83.7±7.5 27.2 ^d	96.2±3.4 ^b	91.2±7.0 ^b	92.5±5.8 ^b
0.001	83.7±4.2 ^b	83.7±11.1 20.1 ^b	81.2±7.5 19.9 ^{bc}	65.5±4.7 ^{bc}	58.7±21.7 15.6 ^{bcd}	90.0±3.4 ^b	85.0±7.0 ^b	88.7±5.8 ^b
0.0001	75.0±4.2 ^b	77.5±5.0 14.5 ^{ab}	75.0±10.8 16.0 ^{bc}	72.5±4.7 ^{bcd}	58.7±6.3 16.0 ^{bcd}	85.0±3.4 ^b	78.7±7.0 ^b	82.5±5.8 ^b
0.00001	82.5±4.2 ^b	75.0±9.1 14.5 ^{ab}	66.2±16.0 12.2 ^{ab}	52.5±4.7 ^b	40.0±10.8 8.2 ^{ab}	83.7±3.4 ^b	68.7±7.0 ^b	85.0±5.8 ^b
0.000001	80.0±4.2 ^b	78.7±13.8 16.5 ^b	78.7±6.3 18.0 ^{bc}	65.0±4.7 ^{bc}	51.2±11.1 12.9 ^{abc}	81.2±3.4 ^b	77.5±7.0 ^b	87.5±5.8 ^b
0 (agua)	8.7±4.2 ^a	8.7±6.3 2.5 ^a	2.5±6.3 2.5 ^a	2.5±4.7 ^a	5.0±0.0 2.5 ^a	5.0±3.4 ^a	5.0±7.0 ^a	5.0±5.8 ^a

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

5.1.2 Extractos crudos de pimienta

La repelencia provocada por el extracto en metanol de pimienta a concentraciones de 1.0 a 0.000001% en mosca blanca, va de 26.2 a 77.5% de las 3 a 72 h, como se observa en Cuadro 5. Además, con la concentración de 0.001% la repelencia alcanzó 71.2%, mayor a la causada por la concentración de 0.01% que logró 67.5%; sin embargo, el mayor efecto repelente se obtuvo con 1.0% que alcanzó 77.5%, aunque las concentraciones bajas logran más de 40% de repelencia de la mosca blanca. Además, esta repelencia se mantiene al aumentar el tiempo de muestreo, ya que a las 3 y 72 h presentaron en promedio 66.2 y 63.7%. De acuerdo al análisis estadístico en todos los tiempos de muestreo las repelencias de las siete concentraciones del extracto en metanol son iguales. La concentración de 0.000001% se considera más efectiva para causar repelencia de adultos de mosca blanca, ya que se alcanzó de 40.0 a 60.0% de las 3 a las 72 h.

El extracto crudo en etanol de pimienta a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% causa de 17.5 a 100% de repelencia de mosca blanca de las 3 a las 72 h, como se observa en Cuadro 6; la concentración de 0.0001 logró 63.7% de repelencia que es menor a la causada por la concentración de 0.000001 que alcanzó 87.5%. La mayor repelencia se obtuvo con la concentración de 1.0% a las 3, 4, 5, 48 y 72 h después de la aplicación que va de 75.0 a 88.7%; y estadísticamente es diferente a las demás concentraciones en los tiempos de muestreo de las 3, 5 y 12 h. Por otro lado es importante indicar que las concentraciones de 0.01 y 0.00001% alcanzaron 100% de repelencia de la mosca blanca a las 72 h de exposición, resultado importante

Cuadro 5. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **metanólico** de pimienta *Pimenta dioica* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango									
1.0	77.5±7.3 ^b	67.5±8.5 ^b	65.0±7.2 ^b	60.0±20.8	23.9 ^b	56.2±2.5	25.6 ^c	57.5±8.7	18.5 ^b	75.0±7.1	24.0 ^b	72.5±11.9	23.6 ^b			
0.1	50.0±7.3 ^b	41.2±8.5 ^{ab}	37.5±7.2 ^b	40.0±13.5	13.0 ^{ab}	38.7±16.5	17.5 ^{bc}	71.2±14.4	25.4 ^b	68.7±6.3	19.6 ^b	68.7±7.5	21.4 ^b			
0.01	67.5±7.3 ^b	43.7±8.5 ^b	40.0±7.2 ^b	42.5±15.0	15.7 ^b	26.2±9.5	10.0 ^{ab}	56.2±16.5	16.2 ^b	61.2±22.9	17.7 ^b	57.5±20.6	16.1 ^b			
0.001	70.0±7.3 ^b	45.0±8.5 ^b	47.5±7.2 ^b	47.5±6.4	19.4 ^b	41.2±13.1	19.1 ^{bc}	60.0±14.1	18.9 ^b	71.2±8.5	21.6 ^b	71.2±4.8	24.0 ^b			
0.0001	75.0±7.3 ^b	68.7±8.5 ^b	58.7±7.2 ^b	50.0±14.1	19.9 ^b	41.2±18.0	18.6 ^{bc}	57.5±6.4	19.2 ^b	62.5±20.2	18.4 ^b	62.5±9.6	17.5 ^b			
0.00001	58.7±7.3 ^b	53.7±8.5 ^b	46.2±7.2 ^b	43.7±2.5	16.9 ^b	46.2±16.0	21.6 ^{bc}	52.5±5.0	13.9 ^{ab}	51.2±23.2	13.6 ^{ab}	53.7±8.5	11.5 ^{ab}			
0.000001	65.0±7.3 ^b	60.0±8.5 ^b	50.0±7.2 ^b	50.0±12.2	20.7 ^b	40.0±14.7	17.0 ^{bc}	55.0±4.1	17.4 ^b	60.0±0.0	14.5 ^{ab}	60.0±10.8	15.4 ^{ab}			
0 (agua)	8.7±7.3 ^a	2.5±8.5 ^a	2.5±7.2 ^a	2.5±2.9	2.5 ^a	7.5±2.9	2.5 ^a	5.0±4.1	2.5 ^a	10.0±7.1	2.5 ^a	7.5±15.0	2.5 ^a			

*μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente

Cuadro 6. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **etanólico** de pimienta *Pimenta dioica* a las concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	*μ+E.E.	μ+E.E.	μ+E.E.	rango	μ+E.E.	μ+D.E.	rango	μ+E.E.	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango		
1.0	88.7±5.9 ^c	88.7±7.2 ^b	80.0±10.8	28.5 ^c	60.0±8.1 ^b	45.0±23.4	25.2 ^c	53.7±10.6 ^b	75.0±20.4	25.5 ^b	85.0±30.0	18.2 ^b				
0.1	72.5±5.9 ^{bc}	68.7±7.2 ^b	46.2±12.5	14.6 ^{ab}	52.5±8.1 ^b	21.2±11.1	13.4 ^{abc}	17.5±10.6 ^{ab}	32.5±39.7	12.6 ^{ab}	98.7±2.5	19.2 ^b				
0.01	77.5±5.9 ^{bc}	65.0±7.2 ^b	57.5±22.2	19.9 ^{bc}	63.7±8.1 ^b	35.0±17.3	19.7 ^{bc}	37.5±10.6 ^{ab}	51.2±24.3	18.2 ^b	100.0±0.0	22.0 ^b				
0.001	71.2±5.9 ^{bc}	67.5±7.2 ^b	57.5±18.5	20.0 ^{bc}	61.2±8.1 ^b	35.0±23.8	18.0 ^{bc}	40.0±10.6 ^{ab}	55.0±38.9	19.5 ^b	90.0±20.0	18.6 ^b				
0.0001	60.0±5.9 ^b	58.7±7.2 ^b	38.7±16.0	12.2 ^{ab}	40.0±8.1 ^{ab}	17.5±11.9	10.4 ^{ab}	26.2±10.6 ^{ab}	33.7±13.8	12.9 ^{ab}	63.7±42.3	13.7 ^{ab}				
0.00001	67.5±5.9 ^{bc}	57.5±7.2 ^b	46.2±17.0	14.1 ^{ab}	41.2±8.1 ^b	25.0±22.7	14.6 ^{abc}	31.2±10.6 ^{ab}	50.0±20.4	18.2 ^b	100.0±0.0	22.0 ^b				
0.000001	77.5±5.9 ^{bc}	63.7±7.2 ^b	60.0±21.2	20.1 ^{bc}	52.5±8.1 ^b	48.7±16.5	26.1 ^c	46.2±10.6 ^{ab}	62.5±14.4	21.9 ^b	87.5±18.9	15.6 ^b				
0 (agua)	7.5 ± 5.9 ^a	3.7±7.2 ^a	0.0±0.0	2.5 ^a	2.5±8.1 ^a	5.0±5.7	4.5 ^a	3.7 ± 10.6 ^a	2.5±5.0	3.1 ^a	2.5±5.0	2.5 ^a				

*μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

desde el punto de vista de manejo de la mosca blanca, ya que a concentraciones bajas la repelencia se mantiene e incrementan su efecto a través del tiempo. Además, la repelencia promedio de la mosca blanca de las siete concentraciones de extracto se mantiene, ya que a las 3 y 72 h se obtiene 73.5 y 89.3% de repelencia; sin embargo, aunque se alcanzó repelencia total con este extracto a las concentraciones de 0.01 y 0.00001% a las 72 h, la concentración más efectiva es 0.000001% por repeler de 46.2 a 87.5% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h.

La aplicación del extracto crudo en diclorometano de pimienta a las concentraciones de 1.0 a 0.000,001% en adultos de mosca blanca causó de 45.0 a 100% de repelencia de las 3 a las 72 h como se observa en Cuadro 7. Los mayores porcentajes de repelencia se obtuvo con la concentración de 1.0% que alcanzó repelencia total a las 3 y 72 h, en contraste a los bajos porcentajes que se manifiestan a concentraciones bajas. Con la aplicación de este extracto de pimienta, la repelencia se mantuvo a través del tiempo de muestreo, ya que a las 3 y 72 h se obtuvo en promedio 85.5 y 80.1%. Estadísticamente la concentración de 1.0% es diferente a las demás concentraciones en la mayoría de los tiempos de muestreo, excepto a las 5 y 6 h, que es igual a la concentración de 0.1%; sin embargo, la concentración de 0.000001% se considera más efectiva, ya que repele de 45.0 a 68.7% con promedio mayor al 50% de repelencia de la mosca blanca de las 3 a las 72 h después de la aplicación del extracto.

El extracto crudo en hexano de pimienta a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% causa de 51.2 a 100.0% de repelencia de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h, como se observa en Cuadro 8. Las concentraciones 1.0 y 0.1% presentan los

Cuadro 7. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto **diclorometanólico** de pimienta *Pimenta dioica* a las concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	*μ+D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ +D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ +D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ +D.E.	rango
1.0	100±0.0	30.0 ^d	100±0.0	29.5 ^d	98.7±2.5	29.6 ^c	96.2±7.5	29.0 ^c	95.0±7.1	29.5 ^d	92.5±6.4	27.1 ^c	98.7±2.5	29.5 ^d	100±0.0	27.5 ^d
0.1	93.7±2.5	23.2 ^{cd}	92.5±2.9	22.0 ^{cd}	91.2±4.8	24.9 ^c	90.0±0.0	27.0 ^c	90.0±0.0	27.5 ^{cd}	91.2±4.8	26.4 ^c	91.2±4.8	23.1 ^{cd}	97.5±5.0	25.4 ^d
0.01	90.0±13.5	21.7 ^{cd}	90.0±7.1	19.7 ^{bcd}	81.2±2.5	18.0 ^{bc}	80.0±8.2	22.0 ^{bc}	67.5±2.9	17.0 ^{bcd}	80.0±8.2	19.7 ^{bc}	86.2±7.5	20.0 ^{bcd}	91.2±2.5	19.7 ^{cd}
0.001	90.0±4.1	20.0 ^{bcd}	90.0±4.1	19.6 ^{bcd}	82.5±8.7	19.5 ^{bc}	82.5±2.9	21.2 ^{bc}	68.7±2.5	18.5 ^{bcd}	76.2±16.5	18.2 ^{bc}	75.0±14.7	16.4 ^{bc}	78.7±16.5	17.4 ^{bcd}
0.0001	77.5±8.7	12.1 ^{abc}	90.0±10.8	21.4 ^{cd}	80.0±15.8	17.5 ^{bc}	66.2±2.5	13.1 ^{ab}	60.0±19.1	15.0 ^{abc}	72.5±17.1	16.9 ^{bc}	85.0±20.4	22.5 ^{cd}	86.2±21.4	20.6 ^{cd}
0.00001	81.2±2.5	14.2 ^{abc}	70.0±0.0	9.0 ^{abc}	68.7±2.5	10.4 ^{ab}	65.0±0.0	12.0 ^{ab}	65.0±0.0	14.0 ^{ab}	58.7±2.5	10.6 ^{ab}	53.7±2.5	10.5 ^{ab}	62.5±2.9	12.2 ^{abc}
0.000001	66.2±11.1	8.1 ^{ab}	68.7±8.5	8.2 ^{ab}	66.2±8.5	9.6 ^{ab}	52.5±6.4	6.5 ^a	52.5±8.7	8.0 ^{ab}	50.0±24.8	10.5 ^{ab}	45.0±10.8	7.5 ^{ab}	45.0±9.1	6.6 ^{ab}
0 (agua)	6.2±2.5	2.5 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	10.0±0.0	2.5 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a

*μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 8. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con extracto hexánico de pimienta *Pimenta dioica* a las concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	*μ+E.E.	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	μ+D.E.	rango	
1.0	97.5±4.1 ^d	96.2±4.8	25.9 ^{cd}	96.5±2.5	28.9 ^c	98.7±2.5	28.7 ^c	97.5±2.9	29.5 ^c	98.7±2.5	29.7 ^d	98.7±2.5	27.4 ^c	98.7±2.5	28.0 ^c	
0.1	96.2±4.1 ^{cd}	100±0.0	29.5 ^d	91.2±6.3	24.6 ^c	92.5±6.45	23.6 ^{bc}	78.7±7.5	19.7 ^{bc}	90.0±10.8	24.9 ^{cd}	100±0.0	28.5 ^c	100±0.0	29.0 ^c	
0.01	85.0±4.1 ^{bcd}	85.0±10.8	17.7 ^{bcd}	80.0±14.1	17.7 ^{bc}	80.0±16.8	17.1 ^{bc}	72.5±24.0	18.1 ^{bc}	76.2±15.5	18.2 ^{bcd}	80.0±9.1	16.1 ^{bc}	83.7±2.5	20.4 ^{bc}	
0.001	92.5±4.1 ^{bcd}	87.5±6.4	18.6 ^{bcd}	83.7±8.5	19.7 ^{bc}	83.7±13.1	18.2 ^{bc}	75.0±17.8	18.4 ^{bc}	78.7±6.3	18.6 ^{bcd}	80.0±4.1	16.5 ^{bc}	83.7±2.5	20.4 ^{bc}	
0.0001	77.5±4.1 ^{bc}	68.7±2.5	9.9 ^{ab}	77.5±11.9	16.2 ^{bc}	77.5±11.9	15.1 ^{ab}	68.7±2.5	15.7 ^b	67.5±2.9	12.7 ^{abc}	73.7±2.5	11.9 ^{ab}	73.7±2.5	13.1 ^{ab}	
0.00001	78.7±4.1 ^{bcd}	73.7±18.9	12.9 ^{abc}	65.0±17.8	11.2 ^{ab}	68.7±18.9	11.7 ^{ab}	58.7±29.3	14.2 ^{ab}	60.0±34.6	15.0 ^{abc}	85.0±12.2	19.2 ^{bc}	62.5±5.0	7.9 ^{ab}	
0.000001	76.2±4.1 ^b	78.7±14.9	15.0 ^{abc}	68.7±7.5	11.0 ^{ab}	77.5±13.2	14.9 ^{ab}	58.7±27.8	13.7 ^{ab}	51.2±17.0	10.2 ^{ab}	71.2±9.5	9.9 ^{ab}	68.7±10.3	10.7 ^{ab}	
0 (agua)	7.5±4.1 ^a	7.5±2.9	2.5 ^a	10.0±0.0	2.5 ^a	0.0±0.0	2.5 ^a	7.5±2.9	2.5 ^a	7.5±2.9	2.5 ^a	7.5±2.9	2.5 ^a	6.2±4.8	2.5 ^a	

*μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

porcentajes más altos de repelencia, que oscila entre 78.7 a 100%; que estadísticamente son iguales a las 5, 48 y 72 h, y diferente a las demás concentraciones; sin embargo la concentración de 0.1% logró la repelencia total de la mosca blanca en tres tiempos de muestreo, a las 4, 48 y 72 h. En general el efecto repelente de todas las concentraciones de extracto en hexano de pimienta se mantiene a través del tiempo de muestreo, ya que a las 3 y 72 h se obtuvo 86.2 y 81.5% de repelencia promedio. No obstante que se alcanzó la repelencia total con las concentraciones de 1.0 y 0.1 a las 4, 48 y 72 h, la concentración de 0.000001% es más efectiva por repeler de 51.2 a 78.7% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h.

Las concentraciones de 0.01 y 0.00001, 1.0, y 0.1% de los extractos crudos en etanol, diclorometano y hexano de pimienta respectivamente, alcanzaron 100% de repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum*, con el primer extracto las dos concentraciones lograron esta repelencia a las 72 h, con el segundo extracto se obtuvo a las 3 y 72 h y el tercer extracto lo alcanzó a las 4, 48 y 72 h. No se tienen estudios de repelencia de mosca blanca con extractos crudos en metanol, etanol, diclorometano y hexano de hojas, flores y frutos de clavo; sin embargo, Bagavan y Rahuman (2011) aplicaron extractos crudos en metanol y hexano de clavo a la concentración de 1.0% sobre larvas de mosquitos transmisores de enfermedades *Anopheles vagus* Dönitz 1902, *Armigeres subalbatus* Coquillett 1898, *Culex vishnui* Theobald 1901 obteniendo 100% de mortalidad.

La aplicación de las concentraciones de 1.0 y 0.01, y 0.00001% de los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta alcanzaron 100% de repelencia de los adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* a las 72 h después del tratamiento. No se tienen evidencias del

uso de extractos crudos en etanol de clavo y pimienta como repelentes de mosca blanca *T. vaporariorum* y *B. tabaci*; sin embargo, se han realizado estudios de repelencia con la aplicación de extractos crudos etanólicos de otras plantas como rábano silvestre *Raphanus raphanistrum* L. 1753 (Brassicales: Brassicaceae), y estafiate *Ambrosia artemisiifolia* L. 1753 (Asterales: Asteraceae) a la concentración de 20% en mosca blanca *T. vaporariorum*, y lograron 72 y 69% de repelencia, respectivamente (Mendoza-García *et al.*, 2014), y con extractos acuosos de comino *Cuminum cyminum* L. 1753 (Apiales: Apiaceae) y tomillo *Thymus vulgaris* L. 1753 (Lamiales: Lamiaceae), a la concentración de 4.0% se obtuvieron 66.11 y 62.46% de repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum* (Dehghani y Ahmadi, 2013).

Considerando los resultados del efecto repelente de los extractos crudos de clavo y pimienta y sus efectos en el ambiente y la salud humana, se infiere que los extractos en etanol se deben utilizar en los programas de manejo de la mosca blanca *T. vaporariorum*, ya que en general alcanzan promedios de 63.3 y 57.3% de repelencia de adultos de mosca blanca y la concentración de 0.000001% se considera más efectiva ya que ocasionó más de 62.6 y 62.3% de repelencia en promedio, respectivamente; además, el etanol como disolvente se considera más seguro para su uso, tanto para el formulador y distribuidor como para el aplicador; y es menos contaminante al ambiente, a los productos agrícolas cosechados y a la salud humana, por su poca persistencia al degradarse rápidamente por efecto de la temperatura y la radiación solar.

5.1.3 Aceites esenciales de clavo y pimienta

La repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* tratados con aceite esencial de clavo oscila de 46.2 a 100% con las concentraciones de 1.0 a 0.000001% de las 3 a las 72 h después de la aplicación, como se indica en el Cuadro 9, donde se observa que los mayores porcentajes de repelencia se obtuvo con la concentración de 1.0% de extracto y va de 83.7 a 96.2% de las 3 a las 24 h. Además, con esta concentración se logró 100.0% de repelencia a las 48 y 72 h después de la aplicación; sin embargo, en todas las concentraciones y en la mayoría de los tiempos de muestreo se alcanzó más del 50% de repelencia. Por otro lado, es importante indicar que el efecto repelente del aceite esencial de clavo a las concentraciones de 0.000001 a 1.0% se mantuvo ya que presentan de 87.3 y 90.1% de repelencia promedio a las 3 y 72 h después de la aplicación, con un ligero incremento en el último muestreo. De acuerdo al análisis estadístico se observa que la concentración del 1.0% a las 4, 5, 24 y 48 h es diferente a las demás concentraciones y a las 3 h es estadísticamente igual a las concentraciones de 0.1 y 0.0001%. Con la concentración de 1.0% se alcanzó la repelencia total; sin embargo, la concentración de 0.000001% es más efectiva por repeler de 62.5 a 88.7% los adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h.

El efecto repelente del aceite esencial de pimienta sobre mosca blanca *T. vaporariorum* con las concentraciones de 1.0 a 0.000001% se observa en Cuadro 10, que va de 57.5 a 97.5% de las 3 a las 72 h después de la aplicación. Además en todos los tiempos de muestreo y concentraciones del aceite esencial de pimienta, la repelencia fue mayor al 50%. Sin embargo, en los primeros registros los altos porcentajes de repelencia se

Cuadro 9. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con aceite esencial de **clavo** *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	* μ +D.E.	rango	μ +D.E.	rango	μ +E.E.	μ +E.E.	μ +E.E.	μ +D.E.	rango	μ +D.E.	rango	μ +D.E.	rango	μ +D.E.	rango	
1.0	95.0±4.1	26.2 ^c	90.0±8.2	23.7 ^c	85.0±5.8 ^c	85.0±5.4 ^c	83.7±9.8 ^b	96.2±4.8	29.0 ^c	100±0.0	28.5 ^c	100±0.0	26.5 ^b			
0.1	81.2±2.5	26.2 ^c	81.2±13.1	16.4 ^{bc}	78.7±5.8 ^{bc}	80.0±5.4 ^c	63.7±9.8 ^b	80.0±12.2	19.6 ^{bc}	90.0±16.8	22.0 ^{bc}	90.0±16.8	19.1 ^b			
0.01	91.2±2.5	21.0 ^{bc}	86.2±2.5	21.1 ^{bc}	77.5±5.8 ^{bc}	81.2±5.4 ^c	56.2±9.8 ^b	72.5±11.9	15.7 ^b	82.5±9.6	16.5 ^{bc}	92.5±9.6	19.5 ^b			
0.001	83.7±11.1	15.6 ^{bc}	83.7±8.5	18.0 ^{bc}	73.7±5.8 ^{bc}	75.0±5.4 ^c	58.7±9.8 ^b	62.5±25.3	13.4 ^{ab}	75.0±22.7	15.4 ^{ab}	81.2±14.4	13.6 ^{ab}			
0.0001	95.0±0.0	27.0 ^c	88.7±7.5	23.0 ^c	81.2±5.8 ^{bc}	81.2±5.4 ^c	77.5±9.8 ^b	80.0±21.2	20.4 ^{bc}	86.2±15.5	19.2 ^{bc}	88.7±16.0	17.0 ^b			
0.00001	80.0±10.8	12.0 ^{ab}	75.0±4.1	9.5 ^{ab}	57.5±5.8 ^b	46.2±5.4 ^b	50.0±9.8 ^{ab}	58.7±20.2	11.5 ^{ab}	67.5±12.6	10.7 ^{ab}	90.0±10.8	17.1 ^b			
0.000001	85.0±10.8	16.6 ^{bc}	83.7±7.5	17.7 ^{bc}	81.2±5.8 ^{bc}	77.5±5.4 ^c	62.5±9.8 ^b	81.2±12.5	19.9 ^{bc}	83.7±13.1	17.1 ^{bc}	88.7±13.1	16.6 ^b			
0 (agua)	8.7±10.3	2.5 ^a	10.0±12.2	2.5 ^a	2.5±5.8 ^a	2.5±5.4 ^a	7.5±9.8 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	6.2±2.5	2.5 ^a	3.7±2.5	2.5 ^a			

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 10. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con aceite esencial de **pimienta** *Pimenta dioica* a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12		24		48		72 h	
Conc. (%)	* μ +E.E.	μ +D.E.	rango	μ +E.E.	μ +E.E.											
1.0	91.2±5.9 ^b	87.5±8.7	23.1 ^b	83.7±11.1	21.4 ^b	85.0±12.9	25.7 ^b	76.2±16.5	23.4 ^b	66.2±22.9	16.6 ^b	78.7±4.5 ^b	88.7±5.8 ^b			
0.1	88.7±5.9 ^b	86.2±11.1	24.5 ^b	83.7±12.5	23.9 ^b	73.7±17.0	20.7 ^b	63.7±11.1	17.5 ^b	57.5±15.0	14.4 ^{ab}	81.2±4.5 ^b	83.7±5.8 ^b			
0.01	85.0±5.9 ^b	72.5±6.4	12.5 ^{ab}	70.0±7.1	13.0 ^{ab}	62.5±15.0	15.0 ^{ab}	61.2±8.5	15.6 ^b	61.2±8.54	16.0 ^b	87.5±4.5 ^b	90.0±5.8 ^b			
0.001	82.5±5.9 ^b	81.2±14.4	21.5 ^b	80.0±14.1	21.1 ^b	72.5±26.0	20.6 ^b	73.7±20.2	22.9 ^b	78.7±18.9	24.1 ^b	88.7±4.5 ^b	97.5±5.8 ^b			
0.0001	80.0±5.9 ^b	73.7±16.5	15.9 ^b	72.5±15.5	16.1 ^b	60.0±4.1	13.9 ^{ab}	63.7±8.5	17.0 ^b	71.2±10.3	21.7 ^b	80.0±4.5 ^b	85.0±5.8 ^b			
0.00001	83.7±5.9 ^b	76.2±18.0	18.3 ^b	72.5±15.0	16.1 ^b	62.5±13.2	15.2 ^{ab}	60.0±10.8	14.9 ^{ab}	70.0±16.8	19.6 ^b	85.0±4.5 ^b	80.0±5.8 ^b			
0.000001	78.7±5.9 ^b	71.2±15.5	13.9 ^{ab}	73.7±18.0	17.9 ^b	70.0±23.4	18.2 ^b	66.2±21.7	18.2 ^b	63.7±19.3	17.0 ^b	76.2±4.5 ^b	76.2±5.8 ^b			
0 (agua)	7.5±5.9 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	0.0±0.0	2.5 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	5.0±0.0	2.5 ^a	5.0±4.5 ^a	5.0±5.8 ^a			

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

observaron con las concentraciones 1.0 y 0.1% y después de las 24 h, se obtuvo con la concentración de 0.001%. La repelencia de las siete concentraciones del aceite esencial de pimienta se mantuvo a través del tiempo, ya que a las 3 h se determinó 84.2% y a las 72 h es de 85.9% en promedio. Estadísticamente no existen diferencias entre los tratamientos en todos los tiempos de muestreo, por esta razón, la concentración de 0.000001% se considera más efectiva para repeler de 63.7 a 78.7% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h después de la aplicación.

Los aceites esenciales de clavo y pimienta a concentraciones de 1.0 a 0.000001% causaron de 46.2 a 100% de repelencia de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a las 72 h después de la aplicación. En la mayoría de las observaciones de las siete concentraciones de los aceites esenciales, la repelencia fue mayor al 50%; sin embargo, en los muestreos intermedios, realizados a las 12 h después de la aplicación, la repelencia disminuyó hasta 22.7%, pero a partir de las 24 h el efecto repelente de ambos aceites se recuperó y se mantuvo, con incremento de 25.5% de repelencia a las 72 h. El aceite esencial de clavo se considera más efectivo que el aceite de pimienta ya que la concentración de 1.0% alcanzó 100.0% de repelencia a las 48 y 72 h después de la aplicación y en promedio incrementó 2.6 veces más que la pimienta.

No se tienen registros de repelencia de mosca blanca con aceites esenciales de clavo y pimienta; sin embargo, el aceite esencial de clavo se ha aplicado en otros insectos con efectividad variable con concentraciones y efectos semejantes, incluso mayores a los encontrados en este trabajo y en algunos insectos se ha encontrado con efecto de mortalidad. En este sentido, se tienen reportes que ocasiona 100.0% de repelencia en *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae), a la concentración de

0.2% (Abo-El-Saad *et al.*, 2011), 80.3 y 60.0% en mosquitos *Aedes aegypti* L. 1762 (Diptera: Culicidae), y *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera: Culicidae), con DE₅₀ menor que 0.045 y 0.003 mg cm⁻² respectivamente, con aceite esencial de clavo (Phasomkusolsil y Soonwera, 2011). Con aceite esencial de pimienta aplicado a larvas del mosquito *C. quinquefasciatus*, se determinó CL₅₀ de 7.72% (Pavela, 2009), y en termitas obreras *Reticulitermes speratus* Kolbe 1885 (Isoptera: Rhinotermitidae), a la concentración de 1 µg papel⁻¹ provocó 100% de mortalidad (Seon-Mi *et al.*, 2009). En moscas *Camptomyia corticalis* Loew, 1851 (Diptera: Cecidomyiidae), por efecto fumigante se alcanzó 75 y 93% de mortalidad a las concentraciones de 1.05 y 1.41 mg cm⁻³ (Jun-Ran *et al.*, 2012), y la mezcla de aceite de pimienta con aceite de palo de rosa *Aniba duckei* Ducke 1930 (Laurales: Lauraceae), aplicado sobre el mosquito *A. aegypti* se determinó la CL₅₀ de 11.39% (Schalder *et al.*, 2014).

Por otro lado, se tienen reportes de repelencia de mosca blanca *T. vaporariorum* y *B. tabaci*, con aceites esenciales de otras plantas con efecto diverso. El aceite esencial de frutos del pimentero brasileño *Schinus terebinthifolius* Raddi 1820 (Sapindales: Anacardiaceae), a la concentración de 1.0% alcanzó 37.84% de repelencia y con eucalipto limón *Corimbia citriodora* (Hook) K.D. Hill & L.A. S. Johnson 1995 (Mytales: Myrtaceae), se determinó la CL₅₀ de 0.025% para la mosca blanca *B. tabaci* (Hussein *et al.*, 2017). Los aceites esenciales de orégano *Origanum minutiflorum* O. Schwarz & P. H. Davis 1949, lavanda *Lavandula hybrida* Devantville, hierbabuena *Mentha piperita* L. 1753 (Lamiales: Lamiaceae), eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill. 1792 (Myrtales: Myrtaceae), cedro *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière 1867 (Pinales: Pinaceae) y jengibre *Zingiber officinale* Roscoe 1807 (Zingiberales: Zingiberaceae),

presentaron índices de repelencia de 87.14, 20.25, 30.09, 49.37, 25.39 y 7.51 respectivamente (Birgücü *et al.*, 2016). El aceite esencial de geranio *Pelargonium graveolens* L'Hér. 1789 (Geraniales: Geraniaceae), a la concentración de 0.00005 a 0.0002% logró hasta 70.04% de repelencia de la mosca blanca *B. tabaci* de las 3 a las 24 h de exposición (Baldin *et al.*, 2015), con el aceite esencial de *Plectranthus neochilus* Schltr., 1896 (Lamiales: Lamiaceae), al 1.0% alcanzó 76.7% de repelencia a las 24 h en mosca blanca *B. tabaci* (Baldin *et al.*, 2013). Los aceites esenciales de flores, hojas y planta completa de anís de monte *Tagetes filifolia* Lag. 1816 (Asterales: Asteraceae), a las concentraciones de 0.000,1 y 10% alcanzaron 89.3 y 100% de repelencia, con CR₅₀ de 0.013, 0.023 y 0.024%, respectivamente (Camarillo *et al.*, 2009).

5.1.4 Compuestos secundarios de clavo y pimienta

La repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* con el compuesto eugenol comercial (Sigma-Aldrich) a concentraciones de 1.0 a 0.000001% de las 3 a las 72 h se observa en Cuadro 11, donde se constató que ésta va de 18.7 a 97.5%; además se observó que la concentración de 1.0% de eugenol de las 3 a las 12 h presentó mayor porcentaje de repelencia, 56.2 - 77.5%, y de las 24 a 72 h la mayor repelencia se determinó con la concentración de 0.000001%, que alcanzó hasta 97.5%. Estos resultados son interesantes desde el punto de vista de la concentración a utilizar, ya que a menor concentración habrá menor presión de selección en la mosca blanca, mínimo impacto en el ambiente, más economía y nulos efectos en la salud humana. Además, la repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum* por el eugenol en todas las concentraciones se mantuvo a través del tiempo, ya que a las 3 y 72 h la repelencia

promedio de las siete concentraciones fue de 50.2 y 60.7% respectivamente, con una disminución de 16.4% en la repelencia a las 6 h, que se recuperó y se incrementó 22.8% en promedio a las 72 h. El efecto del eugenol a bajas concentraciones, es un indicador que los órganos sensoriales de la mosca blanca no se saturaron y por esta razón tiene mayor efecto de repelencia, afectando el sistema nervioso central octopaminérgico a través de los receptores de la octopamina (Miyazawa *et al.*, 1997; Enan, 2005). Estadísticamente la concentración de 1.0% es diferente a las demás concentraciones en los tiempos de muestreo de las 3 a las 24 h, excepto a las 5 h que igualó a la concentración de 0.001%, a las 72 h fue igual a la concentración de 0.000001%. Con estos datos se infiere que la concentración de 0.000001% de eugenol es más efectiva por repeler de 38.7 a 97.5% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h después de la aplicación.

La repelencia de la mosca blanca *T. vaporariorum* con metil eugenol comercial (Sigma-Aldrich) a las concentraciones de 1.0 a 0.000001% va de 21.2 a 85.0% de las 3 a 72 h como se observa en Cuadro 12. Además, con las concentraciones de 0.0001 a 0.000001%, que son las más bajas, la repelencia fue menor de 50% en las primeras 12 h del experimento, pero a partir de las 24 h ésta se incremento hasta alcanzar 85.0% de repelencia a las 72 h. Esto es un indicador que las bajas concentraciones del compuesto metil eugenol tienen mejor efecto repelente de la mosca blanca, posiblemente porque no saturan los órganos quimiorreceptores de la mosca blanca y hay persistencia sutil en el ambiente, afectando los receptores de la octopamina del sistema nervioso central (Miyazawa *et al.*, 1997; Enan, 2005). Con estos datos se

Cuadro 11. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con **eugenol** a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3	4	5	6	12	24	48	72 h		
Conc. (%)	* μ + D.E.	rango	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + D.E.	rango	μ + E.E.
1.0	77.5±12.6	27.7 ^c	73.7±8.5 ^c	60.0±8.4 ^b	56.2±8.7 ^b	60.0±7.8 ^b	56.2±8.5 ^b	66.2±16.5	20.9 ^{bc}	68.7±10.6 ^b
0.1	46.2±21.4	14.7 ^{abc}	50.0±8.5 ^{bc}	42.5±8.4 ^{ab}	30.0±8.7 ^{ab}	36.2±7.8 ^{ab}	32.5±8.5 ^{ab}	47.5±27.2	15.1 ^{ab}	48.7±10.6 ^{ab}
0.01	58.7±21.7	19.6 ^{bc}	48.7±8.5 ^{bc}	41.2±8.4 ^{ab}	36.2±8.7 ^{ab}	40.0±7.8 ^{ab}	38.7±8.5 ^{ab}	36.2±2.5	9.4 ^{ab}	50.0±10.6 ^{ab}
0.001	65.0±5.8	22.2 ^{bc}	57.0±8.5 ^{bc}	55.0±8.4 ^b	50.0±8.7 ^{ab}	56.2±7.8 ^b	60.0±8.5 ^b	50.0±17.8	15.5 ^{ab}	71.2±10.6 ^b
0.0001	38.7±18.9	11.6 ^{ab}	30.0±8.5 ^{ab}	27.5±8.4 ^{ab}	18.7±8.7 ^{ab}	37.5±7.8 ^{ab}	48.7±8.5 ^b	68.7±27.8	21.9 ^{bc}	78.7±10.6 ^b
0.00001	46.2±10.3	14.1 ^{ab}	36.2±8.5 ^{abc}	38.7±8.4 ^{ab}	31.2±8.7 ^{ab}	32.7±7.8 ^{ab}	41.2±8.5 ^{ab}	56.2±22.9	17.1 ^{bc}	60.0±10.6 ^{ab}
0.000001	58.7±25.9	19.1 ^{bc}	48.7±8.5 ^{bc}	45.0±8.4 ^{ab}	38.7±8.7 ^{ab}	52.5±7.8 ^b	71.2±8.5 ^b	92.5±8.7	29.4 ^c	97.5±10.6 ^b
0 (agua)	11.2±4.79	2.7 ^a	7.5±8.5 ^a	8.7±8.4 ^a	10.0±8.7 ^a	8.7±7.8 ^a	8.7±8.5 ^a	7.5±2.9	2.7 ^a	11.2±10.6 ^a

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 12. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con **metil eugenol** a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3	4	5	6	12	24	48	72 h	
Conc. (%)	* μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + E.E.	μ + D.E.	rango
1.0	63.7±7.4 ^{bc}	63.7±8.3 ^b	56.2±9.7 ^b	56.2±9.6 ^b	50.0±8.9 ^b	47.5±9.7 ^{ab}	56.2±7.7 ^b	62.5±24.7	16.2 ^b
0.1	75.0±7.4 ^c	71.2±8.3 ^b	61.2±9.7 ^b	58.7±9.6 ^b	61.2±8.9 ^b	52.5±9.7 ^b	67.5±7.7 ^b	65.0±23.4	17.1 ^b
0.01	56.2±7.4 ^{bc}	50.0±8.3 ^b	37.5±9.7 ^{ab}	38.7±9.6 ^{ab}	43.7±8.9 ^{ab}	41.2±9.7 ^{ab}	47.5±7.7 ^b	58.7±14.3	14.1 ^{ab}
0.001	52.5±7.4 ^{bc}	50.0±8.3 ^b	37.5±9.7 ^{ab}	32.5±9.6 ^{ab}	41.2±8.9 ^{ab}	47.5±9.7 ^{ab}	50.0±7.7 ^b	62.5±20.6	15.1 ^{ab}
0.0001	38.7±7.4 ^{ab}	45.0±8.3 ^{ab}	40.0±9.7 ^{ab}	37.5±9.6 ^{ab}	42.5±8.9 ^{ab}	61.2±9.7 ^b	72.5±7.7 ^b	76.2±9.5	20.4 ^b
0.00001	40.0±7.4 ^{ab}	32.5±8.3 ^{ab}	26.2±9.7 ^{ab}	21.2±9.6 ^{ab}	26.2±8.9 ^{ab}	37.5±9.7 ^{ab}	53.7±7.7 ^b	85.0±10.8	25.0 ^b
0.000001	50.0±7.4 ^{bc}	48.7±8.3 ^b	45.0±9.7 ^{ab}	42.5±9.6 ^{ab}	43.7±8.9 ^{ab}	55.0±9.7 ^b	63.7±7.7 ^b	76.2±13.8	21.5 ^b
0 (agua)	11.2±7.4 ^a	8.7±8.3 ^a	7.5±9.7 ^a	6.2±9.6 ^a	6.2±8.9 ^a	6.2±9.7 ^a	8.7±7.7 ^a	10.0±4.1	2.5 ^a

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

Cuadro 13. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de las 3 a las 72 h en hojas de tomate tratadas con **β -cariofileno** a concentraciones de 1.0 a 0.000001%

Tiempo	3		4		5		6		12			24		48		72 h	
Conc. (%)	* μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + E.E.	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + D.E.	rango	μ + E.E.	
1.0	-		-		-		-		-	-		-		-		-	
0.1	50.0 \pm 17.8	17.4 ^b	100 \pm 0.0	18.0 ^{bc}	40.0 \pm 9.1	19.1 ^{bc}	46.2 \pm 13.1	21.1 ^{bc}	46.2 \pm 6.8 ^b	48.7 \pm 18.0	17.6 ^{bc}	50.0 \pm 24.8	14.9 ^{ab}	78.7 \pm 4.5 ^b			
0.01	53.7 \pm 13.1	19.4 ^{bc}	40.0 \pm 7.1	18.0 ^{bc}	35.0 \pm 7.1	16.1 ^{ab}	36.2 \pm 6.3	17.2 ^b	40.0 \pm 6.8 ^b	45.0 \pm 24.1	13.6 ^{ab}	52.5 \pm 20.2	12.7 ^{ab}	93.7 \pm 4.5 ^b			
0.001	62.5 \pm 19.4	21.7 ^{bc}	55.0 \pm 23.8	21.1 ^{bc}	51.2 \pm 23.9	20.7 ^{bc}	51.2 \pm 25.3	21.1 ^{bc}	53.7 \pm 6.8 ^b	53.7 \pm 24.6	18.5 ^{bc}	61.2 \pm 18.9	16.9 ^b	76.2 \pm 4.5 ^b			
0.0001	43.7 \pm 32.8	14.5 ^{ab}	33.7 \pm 25.9	13.6 ^{ab}	26.2 \pm 32.0	10.9 ^{ab}	26.2 \pm 28.7	11.4 ^{ab}	36.2 \pm 6.8 ^{ab}	53.7 \pm 20.6	17.9 ^{bc}	65.0 \pm 10.0	18.2 ^{bc}	93.7 \pm 4.5 ^b			
0.00001	48.7 \pm 9.46	16.7 ^b	42.5 \pm 9.6	19.0 ^{bc}	40.0 \pm 7.1	19.5 ^{bc}	36.2 \pm 6.3	17.2 ^b	40.0 \pm 6.8 ^b	46.2 \pm 11.1	16.0 ^b	62.5 \pm 5.0	17.7 ^{bc}	93.7 \pm 4.5 ^b			
0.000001	28.7 \pm 7.5	9.1 ^{ab}	22.5 \pm 10.4	9.0 ^{ab}	23.7 \pm 11.1	10.5 ^{ab}	21.2 \pm 10.3	9.4 ^{ab}	35.0 \pm 6.8 ^{ab}	43.7 \pm 4.8	15.4 ^{ab}	62.5 \pm 5.0	18.5 ^{bc}	83.7 \pm 4.5 ^b			
0 (agua)	10.0 \pm 4.1	2.6 ^a	7.5 \pm 2.9	2.7 ^a	8.7 \pm 4.8	4.6 ^a	7.5 \pm 2.9	4.0 ^a	6.2 \pm 6.8 ^a	7.5 \pm 2.9	2.5 ^a	5.0 \pm 0.0	2.5 ^a	8.7 \pm 4.5 ^a			

* μ = Media; D.E. = Desviación estándar; E.E.= Error experimental; Letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente.

- No se cuantificó repelencia de adultos de mosca blanca debido a la fitotoxicidad en tomate desde las 3 h.

infiere que la mejor concentración de metil eugenol es 0.000001% por repeler de 42.5 a 76.2% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h después de la aplicación.

El compuesto β -cariofileno comercial (Sigma-Aldrich) a la concentración de 1.0% causó toxicidad desde el inicio del experimento; sin embargo, en el Cuadro 13 se observó que las concentraciones de 0.1 a 0.000001% causaron de 21.2 a 100% de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a las 72 h después del tratamiento; a las 4 y 72 h la repelencia entre las concentraciones osciló de 22.5 a 100%, y de 76.2 a 93.7% respectivamente. A las 6 h se observó una disminución de la repelencia de 11.7%; sin embargo, a partir de las 12 h la repelencia se incrementó hasta alcanzar 86.62% en promedio, con aumento de 50.42% de las 12 a las 72 h.

Estos resultados indican que el compuesto β -cariofileno a la concentración de 1.0% causó toxicidad a las hojas de tomate y a las concentraciones de 0.1 a 0.000001% la repelencia de adultos de mosca blanca osciló entre 21.2 a 100.0%, manteniéndose a través del tiempo, ya que a las 72 h se incremento en 38.7%. Aunque se logró repelencia total con la concentración de 0.1% a las 4 h, la concentración 0.000001% fue más efectiva por repeler de 21.2 a 83.7% de adultos de mosca blanca de las 3 a las 72 h.

Con estos datos se infiere que el eugenol y metil eugenol a concentraciones de 0.000001 a 1.0% y de β -cariofileno a concentraciones de 0.00001 a 0.1%, causaron de 18.7 a 100.0% de repelencia en adultos de mosca blanca *T.*

vaporariorum, con igual o mayor efecto a bajas concentraciones. La concentración de 0.000001% de eugenol y metil eugenol, se consideran más efectiva por repeler 63.1 y 63.1% en promedio de adultos de mosca blanca. Sin embargo, el compuesto β -cariofileno con esta concentración logra repeler más de 40.1% de adultos de mosca blanca. Pero se debe tener cuidado en utilizar concentraciones por arriba del 1.0%, ya que causa toxicidad a las hojas de tomate.

Por otro lado, no se tienen reportes de la aplicación de estos compuestos secundarios en el manejo de la mosca blanca *T. vaporariorum*, pero se han aplicado para el manejo de otras especies de insectos causando repelencia y mortalidad. En este sentido, se aplicó eugenol contra la hormiga roja *Solenopsis invicta* Buren 1972 (Hymenoptera: Formicidae), a concentraciones de 3 a 12 mg cm⁻², causando 99 y 100% de repelencia y mortalidad a las 3 y 6 h respectivamente (Kafle y Jen, 2013), y contra la chicharra *Cacopsylla chinensis* Yang & Li, 1981 (Hemiptera: Psyllidae) con DL₅₀ de 0.673 μ g adulto⁻¹ y 1.668 μ g ninfa⁻¹. Además, con la concentración de 2.4% se reduce 66.18% la población (Bao-Liang *et al.*, 2015). Para el mosquito *A. aegypti* se determinó la CL₅₀ de 9.086% de eugenol (Schalder *et al.*, 2014) y para *Reticulitermes chinensis* Snyder 1949 (Isoptera: Rhinotermitidae) se determinó CL₅₀ de 1.21% (Xie *et al.*, 2015), en termitas *R. speratus* las concentraciones de 0.06 a 2.0% de eugenol y metil eugenol causaron 100% de mortalidad (Seon-Mi *et al.*, 2009). Además el eugenol a la concentración de 3.0 y 1.3% causó toxicidad de contacto y redujó el consumo de alimento en el gorgojo del maíz *S. zeamais*; a la concentración de 3.5 y 9.9% disminuyó el consumo de alimento de las larvas y adultos de *T. castaneum* (Huang

et al., 2002). El metil eugenol, actúa como inhibidor de la alimentación y como repelente de insectos (Tan y Nishida, 2012). Las concentraciones de 0.0005, 1.0, 1.5 y 2.0% de β -cariofileno, causaron 100.0% de mortalidad en las termitas obreras (Il-Kwon y Sang-Chul, 2005; Seon-Mi *et al.*, 2009); sin embargo, Zoubiri y Baaliouamer (2014), mencionan que es necesario estudiar los efectos de los extractos y aceites esenciales como un todo, en lugar de estudiar sus principales componentes. Rodríguez (2004) menciona que dentro del conjunto de compuestos que conforman el extracto o aceite esencial se encuentran compuestos potenciadores o que actúan como sinergistas.

5.1.5 Efectividad de extractos, aceites y compuestos de clavo y pimienta

En la comparación de la repelencia de los extractos crudos, aceites esenciales y compuestos secundarios de clavo y pimienta no se observa un efecto claro de concentración-efectividad, lo que está acorde con Pickett *et al.* (1997), quienes mencionan que las sustancias vegetales no muestran este efecto; la respuesta de la mosca blanca no aumenta al incrementar la concentración del estímulo; esto se observó en las tres evaluaciones de clavo y pimienta. Se esperaba que la mayor repelencia de adultos de mosca blanca, *T. vaporariorum*, se provocará con los compuestos secundarios, lo cual no sucedió, en contraste, estos compuestos causaron menor repelencia que los extractos crudos y aceites esenciales, ya que apenas lograron repeler el 51% de los adultos. Los aceites esenciales, de los que se esperaba mayor repelencia que los extractos, resultaron similares en efectividad a los extractos crudos.

Los extractos crudos en diclorometano y hexano, y los aceites esenciales de clavo y pimienta, extraídos con técnicas diferentes, es posible que tengan los mismos compuestos secundarios, ya que causaron repelencia similar; pero desde el punto de vista de acción en el ambiente, los extractos en diclorometano y hexano no son recomendables de utilizar, por su estabilidad y persistencia, debido a su polaridad, y porque someterán a mayor presión de selección a la mosca blanca, la cual tiene la facultad de generar resistencia rápidamente. En cuanto a los aceites esenciales, éstos por su naturaleza aromática se volatilizan rápidamente y en altas concentraciones causaron fitotoxicidad. Además, están poco disponibles en cantidades suficientes en el mercado, su extracción es más difícil y los costos son altos, ya que se requieren de técnicas y equipos sofisticados, que no están al alcance de la mayoría de los productores.

Por otro lado, los extractos crudos en metanol y etanol de clavo y pimienta mostraron repelencia similar; pero debido a la toxicidad oral que produce el metanol en el ser humano no se recomienda como disolvente, ya que afecta la adsorción de grupos funcionales hidrofóbicos aun en concentraciones bajas (Rivera y Lima, 2013), además, afecta el sistema nervioso central y el nervio óptico, provoca cáncer y muerte (Serrano *et al.*, 2010); tiene poca disponibilidad en el mercado y por ser explosivo, requiere de instalaciones apropiadas con especificaciones especiales para su almacenamiento en altos volúmenes (Methanol Institute, 2013), en cambio, se recomienda el uso de etanol como disolvente, ya que se tiene mayor disponibilidad en el mercado, es amigable con el

ambiente y se permite en las normas de agricultura orgánica (Diario Oficial de la Federación, 1997).

De acuerdo con los resultados de repelencia ocasionados por los extractos de clavo y pimienta, las sustancias extraídas con etanol no se evaporan con la temperatura, y no solo mantienen el efecto sino que lo incrementaron a las 72 h, observándose mayor efectividad con el extracto de clavo. Considerando el porcentaje de repelencia provocado por las concentraciones de los extractos, en donde se observó que no hay una correlación logarítmica entre concentración-efectividad, es importante iniciar el manejo de las poblaciones de mosca blanca con la concentración baja (0.000001%), para disminuir presión de selección en la plaga, riesgos ecológicos, costos de producción, contaminación y acumulación de residuos en los productos cosechados.

5.2 Mortalidad de adultos e inhibición de oviposición de la mosca blanca

La mortalidad de adultos y la inhibición de oviposición de la mosca blanca *T. vaporariorum* provocada a las 24 h por la aplicación de siete concentraciones de extractos crudos etanólicos de clavo y pimienta en hojas de tomate se presentan en el Cuadro 14, donde se observa que la mortalidad causada por ambos extractos a las concentraciones de 0.001 a 1.0% va de 13.7 a 33.7%. En oviposición, el extracto crudo en etanol de clavo a las concentraciones de 0.0001 al 1.0% inhibió de 52.9 a 72.9% y el extracto crudo de pimienta, donde todas las respuestas son diferentes al testigo, las concentraciones de 0.1 y 1.0% inhibieron en 45.2 y 65.8%.

Cuadro 14. Mortalidad de adultos e inhibición de oviposición de mosca blanca con aplicación de extractos crudos etanólicos de clavo y pimienta.

Concentración n (%)	Mortalidad (%)				Inhibición (%) de oviposición			
	Clavo		Pimienta		Clavo		Pimienta	
1.0	*(33.7)	**29.2 ^d	*(32.5)	**29.5 ^d	*(72.9)	**5.5 ^a	*(65.8)	**5.3 ^a
0.1	(20.0)	22.5 ^{bcd}	(15.0)	17.6 ^{bcd}	(60.4)	11.4 ^a	(45.2)	14.6 ^a
0.01	(13.7)	16.6 ^{abcd}	(20.0)	22.4 ^{cd}	(61.4)	11.8 ^{ab}	(38.6)	17.3 ^{ab}
0.001	(22.5)	25.0 ^{cd}	(17.5)	19.2 ^{bcd}	(63.6)	9.8 ^a	(36.5)	18.1 ^{ab}
0.0001	(13.7)	15.0 ^{abc}	(10.0)	12.1 ^{abc}	(52.9)	16.3 ^{ab}	(43.4)	15.4 ^a
0.00001	(10.0)	11.2 ^{ab}	(15.0)	17.6 ^{bcd}	(39.0)	23.9 ^{bc}	(44.5)	14.8 ^a
0.000001	(7.5)	7.7 ^a	(7.5)	9.0 ^{ab}	(39.0)	23.3 ^{bc}	(41.4)	17.0 ^{ab}
0 (agua)	(3.7)	4.6 ^a	(3.7)	4.5 ^a	(-)	30.2 ^c	(-)	29.6 ^b
CIO ₅₀					0.19 (0.14-.25)%	0.46 (0.31-0.63)%		

*Medias de mortalidad de adultos y de Inhibición de oviposición; **Medias de rangos, con letras iguales en las columnas no difieren significativamente ($p>0.05$); (-) Para el cálculo de inhibición de oviposición se consideró cero.

La aspersión de los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta al 1.0% en plantas de tomate logró eliminar aproximadamente una tercera parte de la población de adultos, lo que indica un leve efecto residual o fumigante a las 24 h, en contraste con la oviposición, un efecto insectistático, donde se obtienen 72.9 y 65.8% con CIO₅₀ de 0.19 y 0.46%. Acorde a estos valores de CIO₅₀, el extracto de clavo es más efectivo para inhibir la oviposición y la pimienta requiere más del doble para obtener la misma efectividad.

El efecto de estas plantas como extractos crudos en etanol, más que insecticida es insectistático; en cambio, cuando se aplicaron como aceites esenciales causaron mortalidad; los aceites esenciales de botones florales y de hoja de clavo impregnados en papel filtro a concentraciones de 0.00023 y 0.00093%, donde se colocaron adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* por 24 h, causaron 90 y 58% de mortalidad (Won-Il *et al.*, 2003), y a la concentración de 0.001,3% de aceite esencial de clavo eliminó el 50% de la población de adultos de la mosca blanca *B.*

tabaci (Chao *et al.*, 2014; Cruz-Estrada *et al.*, 2015). En pimienta se ha encontrado que los aceites esenciales de *P. dioica* y *P. racemosa* a la concentración de 0.00023% ocasionaron 100% de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Won-II *et al.*, 2003). Otros aceites esenciales de otras plantas también han sido efectivos contra mosca blanca; los aceites esenciales del árbol de té *Melaleuca leucadendron* L. 1754 (Myrtales: Myrtaceae) y laurel chileno *Laurelia sempervirens* R. et. P. Tul. 1855 (Laurales: Atherospermataceae), a concentraciones de 0.00032 y 0.0016% provocaron 100 y 50% de mortalidad (Pujiarti *et al.*, 2013), y la segunda especie a concentración de 0.00037% ocasionó 50% de mortalidad en *T. vaporariorum* (Zapata *et al.*, 2016); los aceites esenciales de frutos de pimentero brasileño *S. terebinthifolius* a las concentraciones de 0.0019 y 0.01% y de hojas de eucalipto limón *C. citriodora* a las concentraciones de 0.0025 y 24.9% causaron 50% de mortalidad de adultos de *Trialeurodes ricini* Misra 1924 (Hemiptera: Aleyrodidae) y *B. tabaci* respectivamente (Hussein *et al.*, 2017).

Otros extractos en etanol han mostrado mejor efectividad en adultos de mosca blanca, que la obtenida en esta investigación, como los extractos en etanol de nim *Azadirachta indica* A. Juss 1830 (Sapindales: Meliaceae), vinca rosa *Catharanthus roseus* (L.) G. Don 1837 (Gentianales: Apocynaceae) y bogambilia *Bougainvillea glabra* Choisy 1849 (Caryophyllales: Nyctaginaceae), lantana *Lantana camara* L. 1753 (Lamiales: Verbenaceae) y papa de oveja *Ruellia tuberosa* L. 1753 (Lamiales: Acanthaceae), a concentraciones de 0.025 a 0.1% provocaron hasta 91.9% de mortalidad de adultos de *B. tabaci* (Romero *et al.*, 2015). Los extractos

en etanol de higuera *Ricinus communis* L. 1753 (Malpighiales: Euphorbiaceae) y *L. camara* a la concentración de 10 y 15% causaron de 61.9 a 82.4% de mortalidad de la mosca blanca *B. tabaci* (Guevara *et al.*, 2015). Los extractos etanólicos de higuera *R. communis* y anona *Annona squamosa* L. 1753 (Magnoliales: Annonaceae), a las concentraciones de 1.22 y 1.79% causaron efectos subletales (García *et al.*, 2014). Otros parecen tener mejor, similar o poco efecto que esta investigación, como los extractos en etanol del esparrago de río *Humulus lupulus* L. 1753 (Urticales: Cannabaceae) y garbancillo *Hyoscyamus niger* L. 1753 (Solanales: Solanaceae), que a tan amplia gama de concentraciones, de 1.0 a 15.0 pv, alcanzaron hasta 79% de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Karaca y Gökçe, 2014). En contraste otros no son tan efectivos, como los extractos en etanol de hierba santa *Piper auritum* Kunth 1816 (Piperales: Piperaceae) y rábano silvestre *R. raphanistrum*, que a concentraciones de 11.6 y 18.5% lograron 50% de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Mendoza-García *et al.*, 2014). Con la aplicación de los extractos en etanol de higuera *R. communis*, anona *A. squamosa* y eucalipto *E. globulus* a las concentraciones de 0.15 a 2.5%; para la higuera se determinó CL₅₀ y CL₉₅ de 1.22 y 1.79%, y para la anona de 0.89 y 1.12%. Además la tasa intrínseca de crecimiento de la población de la mosca blanca *T. vaporariorum* llegó a cero con las concentraciones de 1.18 y 0.61% de higuera y anona respectivamente (García *et al.*, 2014).

La inhibición de 72.9% en la oviposición, con CIO₅₀ de 0.19%, obtenida con la aplicación del extracto en etanol de clavo al 1.0% en *T. vaporariorum* en esta

investigación es similar a la inhibición de 80% en la oviposición de *B. tabaci*, con CI_{50} de 0.25%, registrada con el extracto en etanol de clavo al 0.4% (Cruz-Estrada *et al.*, 2015). Este efecto también se obtuvo con la pimienta; aunque en menor nivel. La aplicación de extracto acuoso de pimienta *P. dioica* al 2.0% inhibió en 59.3% la oviposición en *T. vaporariorum* cuando se aplicó en chile jalapeño en campo (Aguilar *et al.*, 2013) y cuando se asperjó en chile habanero a la concentración de 50:50 pv *inhibió* en 56.4% de oviposición de *B. tabaci* en condiciones de confinamiento (González *et al.*, 2016).

La inhibición de oviposición en mosca blanca *T. vaporariorum* también se obtuvo con los extractos en etanol de otras plantas, como el estafiate *A. artemisiifolia*, hierba santa *P. auritum*, rábano silvestre *R. raphanistrum* y diente de león *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F. H. Wigg 1780 (Asterales: Asteraceae) que al 20% causaron hasta 69.5% (Mendoza-García *et al.*, 2014). Los extractos en etanol de comino *C. cyminum*, hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. 1768 (Apiales: Apiaceae), naranja *Citrus sinensis* (L.) Osbeck 1765 (Sapindales: Rutaceae), milenrama *Achillea millefolium* L. 1753 (Asterales: Asteraceae) y tomillo *T. vulgaris* L. 1753, al 4.0% inhibieron hasta 80.0% la oviposición de *T. vaporariorum* (Dehghani y Ahmadi, 2013). Incluso puede inhibir totalmente la oviposición; aunque con otro disolvente, como lo citan Karaca y Gökçe (2014) con el extracto en acetona del esparrago de río *H. lupulus* al 1.0 pv en la mosca blanca *T. vaporariorum*. Investigaciones realizadas con aceites esenciales vegetales indicaron que son más efectivos que los extractos acuosos y en etanol, para inhibir la oviposición de las moscas blancas *T. vaporariorum* y *B. tabaci*, ya que la aplicación de los aceites

esenciales de geranio *P. graveolens*, tomillo *T. vulgaris*, Pachuli *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth 1848 (Lamiales: Lamiaceae), eucalipto limón *C. citriodora*, haba de la India *Pongamia pinnata* (L.) Pierre 1899 (Fabales: Fabaceae), a las concentraciones de 0.00005 a 2.0% causaron de 43.35 a 100% de inhibición de la oviposición (Pavela y Herda, 2007; Camarillo *et al.*, 2009; Nian-Wan *et al.*, 2010; Baldin *et al.*, 2015). Con el aceite de mamica de cadela *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. 1786 (Sapindales: Rutaceae), se aplicó la concentración de 5.0% y causó 96% de inhibición de la oviposición de la mosca blanca *B. tabaci* (Christofoli *et al.*, 2015).

5.3 Inhibición de eclosión de huevos de mosca blanca

La eclosión de huevos de mosca blanca tratados con el extracto crudo en etanol de clavo a 0.01, 0.1 y 1.0% se muestra en el Cuadro 15, donde se observa que en los huevos de 1, 2 y 3 d de edad tratados por aspersión en hoja de tomate, ésta inicia a los 3, 4 y 2 d, y que la concentración de 0.01% es similar al testigo cuando los huevos se trataron a la edad de 1 y 3 d, en el primero y último registró respectivamente, en contraste con la concentración de 0.1% aplicada en huevos de 1 d donde la eclosión fue mayor que el testigo a los 3 d después de la aplicación del tratamiento. En las demás edades y tiempos de muestreo, todas las concentraciones disminuyeron significativamente la eclosión, sin ocasionar 0% de eclosión.

Cuadro 15. Eclosión (%) de huevos en 6 d, e inhibición de eclosión en mosca blanca con aplicación de tres concentraciones del extracto crudo etanólico de **clavo**.

Edad (d) de huevo	Concentración (%)	No de huevos	Tiempo (d) después de la aplicación						Inhibición (%) de eclosión
			1	2	3	4	5	6	
1	1.0	98	0	0	12.2 ^a	27.5 ^a	27.5 ^a	30.6 ^a	68.0
	0.1	102	0	0	44.1 ^c	49.0 ^b	58.8 ^c	68.6 ^b	28.0
	0.01	85	0	0	31.8 ^b	54.1 ^c	55.3 ^b	89.4 ^c	6.5
	0 (agua)	90	0	0	33.3 ^b	61.1 ^d	89.4 ^d	95.6 ^d	=
CIE₅₀								0.71 (0.56-0.87)	
2	1.0	104	0	0	0	17.0 ^a	7.7 ^a	-	92.1
	0.1	90	0	0	0	6.7 ^b	40.0 ^b	-	59.0
	0.01	120	0	0	0	75.0 ^c	81.7 ^c	-	16.2
	0 (agua)	80	0	0	11.2	33.7 ^d	97.5 ^d	-	=
CIE₅₀								0.34 (0.32-0.35)	
3	1.0	85	0	0.0 ^a	5.8 ^a	8.2 ^a	-	-	91.3
	0.1	90	0	40.0 ^c	40.0 ^b	73.3 ^b	-	-	21.9
	0.01	110	0	36.4 ^b	70.9 ^c	94.5 ^c	-	-	0.0
	0 (agua)	115	26.1	47.8 ^d	83.5 ^d	93.9 ^c	-	-	=
CIE₅₀								0.53 (0.43-0.65)	

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente ($p > 0.05$); = Al testigo, de eclosión normal, se le consideró 100%; - Sin seguimiento, después de haber obtenido la máxima eclosión en el testigo.

La inhibición de eclosión, cuando en el testigo se llegó a observar de 93.9 a 97.5% de eclosión, fue mayor en huevos de 2 d en las tres concentraciones; aunque el efecto se manifestó solamente a los 4 y 5 d después de la aplicación, con CIE₅₀ de 0.34%, diferente a huevos de 1 y 3 d que presentaron CIE₅₀'s mayores, con valores que se consideraron de efecto insectistático similar por haber traslape en sus límites fiduciales.

La eclosión de huevos de mosca blanca, tratados con 0.01, 0.1 y 1.0% del extracto crudo en etanol de pimienta se muestra en el Cuadro 16, donde se observa que en huevos de 1, 2 y 3 d de edad, ésta inicia a los 3, 4 y 2 d, igual que en clavo, y

también se constató que a los 4 d del tratamiento con la concentración de 0.01% aplicada en huevos de 2 d de edad se incrementó la eclosión a más de lo normal.

Cuadro 16. Eclosión (%) de huevos en 6 d, e inhibición de eclosión en mosca blanca con aplicación de tres concentraciones del extracto crudo etanólico de **pimienta**

Edad (d) de huevo	Concentración (%)	No de huevos	Tiempo (d) después de la aplicación						Inhibición (%) de eclosión
			1	2	3	4	5	6	
1	1.0	120	0	0	5.0 ^a	17.5 ^a	36.7 ^b	45.0 ^b	52.6
	0.1	66	0	0	22.7 ^c	22.7 ^b	22.7 ^a	22.7 ^a	76.1
	0.01	75	0	0	12.0 ^b	24.0 ^b	36.0 ^b	48.0 ^b	49.5
	0 (agua)	60	0	15.0	40.0 ^d	50.0 ^c	90.0 ^c	95.0 ^c	=
CIE ₅₀								0.61 (0.14-1.08)	
2	1.0	54	0	0	0	11.1 ^a	22.2 ^a	-	75.3
	0.1	45	0	0	0	13.3 ^a	20.0 ^a	-	77.8
	0.01	81	0	0	0	37.0 ^c	77.8 ^b	-	13.6
	0 (agua)	30	0	0	10.0	30.0 ^b	90.0 ^c	-	=
CIE ₅₀								0.43 (0.34-0.52)	
3	1	81	0	0	0	0	-	-	100.0
	0.1	78	0	23.1 ^a	46.2 ^b	69.2 ^a	-	-	38.8
	0.01	60	0	20.0 ^a	30.0 ^a	90.0 ^b	-	-	10.0
	0 (agua)	45	53.3	53.3 ^b	80.0 ^c	100 ^c	-	-	=
CIE ₅₀								0.11 (0.07-0.16)	

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente ($p>0.05$); = Al testigo, de eclosión normal, se le consideró 100%; - Sin seguimiento, después de haber obtenido la máxima eclosión en el testigo.

En las demás edades y tiempos las concentraciones del extracto disminuyeron significativamente la eclosión, hasta menos del 50%, como en las tres concentraciones en huevos de 1 d y a las concentraciones de 0.1 y 1.0% en huevos de 2 d, en los últimos registros, incluso hasta disminuir totalmente la eclosión, como el extracto de pimienta al 1.0% aplicado a huevos de 3 d de edad, donde se obtuvo esta efectividad desde la primera observación.

La comparación de las CIE₅₀'s muestra que los huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* tratados a los 3 d de edad son más susceptibles; requieren 0.11%

del extracto en etanol para inhibición media de eclosión a diferencia de los huevos de 2 y 1 d de edad que tienen segundo y tercer nivel de susceptibilidad.

En la comparación de los extractos al 1.0% de ambas plantas se evidencia que el extracto crudo etanólico de clavo aplicado a huevos de 2 y 3 d inhibieron en 92.1 y 91.3% la eclosión, en tanto que el extracto crudo en etanol de pimienta aplicado a huevos de 3 d inhibió completamente la eclosión, siendo a la postre el tratamiento más efectivo con CIE₅₀ de 0.11%. Para inhibir en 50% la eclosión de huevos de 1, 2 y 3 d de edad de mosca blanca *T. vaporariorum* con los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta se requiere aplicar concentraciones de 0.11 a 0.71% de extracto; pero de acuerdo con los límites fiduciales para inhibir la eclosión en 50% pueden aplicarse concentraciones de 0.07 a 1.08% de ambos extractos. Aunque, la pimienta inhibe la eclosión de manera más efectiva que el clavo, incluso puede ser total a la concentración del 1.0%.

Los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta a la concentración de 1.0% inhiben de 52.6 a 100% la eclosión de huevos. Esta efectividad se ha encontrado también cuando se aplicaron extractos acuosos y aceites esenciales; los extractos acuosos de pimienta al 2.0% y a 50:50 p/v, aplicados en chile jalapeño y habanero, inhibieron en 65.9 y 63.5% la eclosión de huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Aguilar *et al.*, 2013), de *B. tabaci* (González *et al.*, 2016), los aceites esenciales de botones florales, y de hojas de clavo, pimienta *P. dioica* y *P. racemosa* a concentraciones de 0.00023 y 0.00093% ocasionaron 91, 94, 79 y 100% de mortalidad de huevos (Won-II *et al.*, 2003).

Efectividad similar de alta inhibición de eclosión de huevos, también se ha obtenido con otras plantas; eucalipto limón *C. citriodora*, pachuli *P. cablin* y tomillo *T. vulgaris* inhibieron en 73.4% la eclosión de huevos de *B. tabaci* como aceite esencial al 0.5% (Nian-Wan *et al.*, 2010), menta *Mentha spicata* L. 1753 (Lamiales: Lamiaceae) y comino *C. cyminum* inhiben en 72 y 65% la eclosión de huevos de *T. vaporariorum* con aceite esencial a 0.0012 y 0.0016% (Fahim *et al.*, 2012) y con el aceite esencial de cáscara de lima *Citrus aurantifolia* (Chritm.) Swingle 1820 (Sapindales: Rutaceae), a 0.003% inhibe hasta un 58% la eclosión de huevos de mosca blanca *T. vaporariorum* (Delkhoon *et al.*, 2013).

5.4 Repelencia, mortalidad de adultos y oviposición, e inhibición de eclosión

Las sustancias obtenidas de clavo y pimienta con el disolvente etanol y aplicadas en forma de aspersion a las concentraciones de 0.000001 a 1.0% sobre el follaje de las plantas de tomate causaron repelencia total a las 72 h y hasta 33.7% de mortalidad de adultos de mosca blanca a las 24 h, inhibieron en 72.9% la oviposición y hasta en 100% la eclosión de huevos; se afecta más a los huevos que a los adultos, lo cual está acorde con los que mencionaron Won-Il *et al.* (2003) y Chao *et al.* (2014). El mejor efecto de estos extractos es insectistático no insecticida; presentaron mayor efectividad para inhibir la oviposición y la eclosión, lo cual concuerda con Won-Il *et al.* (2003) y Vinasco *et al.* (2015). La aplicación de estas opciones para el manejo de mosca blanca *T. vaporariorum* debe hacerse cuando esté por llegar la mosca o cuando su población sea baja (preventivo), de lo contrario, cuando la población sea alta se debe hacer más frecuente para mantener la efectividad en la oviposición y eclosión, en concordancia con lo que

estipulan Vinasco *et al.* (2015). Aunque no hay inhibición total de oviposición con estos extractos crudos es posible bajar la población de la mosca blanca a un nivel que no cause daño, por la interacción compleja de las sustancias que contienen los extractos, las cuales producen sinergia o efecto aditivo a bajas concentraciones según Zarrad *et al.* (2015), resultando en un manejo ecológico y orgánico de la plaga.

Las alternativas no químicas no persiguen resolver el problema entomológico de la manera convencional, matando a la plaga, para no contaminar el ambiente o intoxicar el usuario, optan por un manejo a través de otras formas de acción, evitando la oviposición y eclosión, como en este caso; un cambio de paradigma que al no matar e ir más allá del manejo se podría cambiar el enfoque y lograr una protección del cultivo (Rodríguez y Vendramim, 2008), al incentivarle los mecanismos de defensa como se ha logrado en calabaza (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2013).

Esta alternativa insectistática debe integrarse a las demás medidas ecológicas, orgánicas y sostenibles, como el uso de sustancias homeopáticas (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2013), resistencia vegetal e inductores de resistencia (Kurra y Rani, 2015; Xiao-Wei *et al.*, 2017), entre otros; para lograr el manejo en la fase crítica, considerando las fases fenológicas del cultivo y la biología de la plaga. El uso de etanol para elaborar los extractos crudos de clavo y pimienta, está acorde con las normas de agricultura orgánica, ya que extrae sustancias polares que son altamente biodegradables y permiten evaporar el disolvente para almacenar los preparados y utilizarlos posteriormente. Esta investigación contribuye al manejo,

más que insecticida, de la mosca blanca con el uso de extractos crudos etanólicos de clavo y pimienta, implementando otro modo de acción y un cambio de paradigma para evitar el deterioro del ambiente y optar por una producción inocua y orgánica como lo demanda la sociedad.

6. CONCLUSIONES

La aplicación de extractos crudos (metanol, etanol, diclorometano y hexano), aceites esenciales y compuestos puros de referencia de clavo y pimienta a concentraciones de 1.0 a 0.000001% en promedio por tiempo de muestreo causan de 32.5 a 90.2% de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a las 72 h.

Los extractos crudos en etanol de clavo y pimienta causan de 7.5 a 33.7 y de 7.5 a 32.5% de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* e inhiben en 50% la oviposición con 0.19 y 0.46% a las 24 h, y además inhiben en 50% la eclosión con 0.11 y 0.71% a los 6 d. Considerando los límites fiduciales la inhibición del 50% de la eclosión se alcanza con las concentraciones de 0.07 a 1.08%, con mayor efectividad el extracto crudo en etanol de pimienta. Además, el clavo, la pimienta y el etanol como solvente; por su forma de extracción y su disponibilidad en el mercado, su uso es práctico y al alcance de los productores hortícolas.

7. LITERATURA CITADA

- Abo-El-Saad, M.M.; A.M. Al-Ajlan; M.A. Al-Eid, and I.A. Bou-Khowh. 2011. Repellent and fumigant effects of essential oil from clove buds *Syzygium aromaticum* L. against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agricultural Science and Technology A*. 1:613-620.
- Aguilar A., E.; C.J. Morales M.; M.A. Rosales E., y C. Rodríguez H. 2013. Manejo de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) con extractos de anona amarilla y pimienta gorda en los cultivos de tomate y chile. pp. 23-30. *In*: Rodríguez H., C. y R. Guzmán M. (eds.). *Métodos Alternativos Para el Manejo de Plagas. Agricultura Sostenible 8*. Colegio de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. 105 p.
- Bagavan, A., and A.A. Rahuman. 2011. Evaluation of larvicidal activity of medicinal plant extracts against three mosquito vectors. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 29-34.
- Baldin, L.L.E.; A.E.M. Crotti; K.A.L. Wakabayashi; J.P.G.F. Silva; G.P. Aguiar; E.S. Souza; R.C.S. Venezian, and M. Groppo. 2013. Plant-derived essential oils affecting settlement and oviposition of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B on tomato. *Journal of Pesticide Science* 86(2):301-308.
- Baldin, L.L.E.; G.P. Aguiar; T.L.M. Fanela; M.C.E. Soares; M. Groppo and A.E.M. Crotti. 2015. Bioactivity of *Pelargonium graveolens* essential oil and related monoterpenoids against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Journal of Pesticide Science* 88(1):191-199.
- Bao-Liang, T; L. Qi-Zhi; L. Zhi-Long; L. Peng, and W. Jie-Wen. 2015. Insecticidal potential of clove essential oil and its constituents on *Cacoposylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae) in laboratory and field. *Journal Economic Entomology* 108(3):957-961.
- Birgücü, A.K.; Y. Çelikpençe; A. Akdaş; S. Gökkaya, and I Karaca. 2016. Effects of different essential oils on oviposition behavior of *Trialeurodes vaporariorum*. *Turkish Bulletin of Entomology* 6(3):213-220.
- Camarillo R., G.; L.D. Ortega A.; M.A. Serrato C.; C. Rodríguez H. 2009. Actividad biológica de *Tagetes filifolia* (Asteraceae) en *Trialeurodes vaporariorum*, (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología* 35(2):177-184.
- Carapia R., V.E. y A. Castillo-Gutiérrez. 2013. Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 29:178-193.

- Cardona C.; I. V. Rodríguez, J.M. Bueno y X. tapia. 2005. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuel y frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Departament for International Development (DFID). 50 p.
- Chao L., X.; J. Feng H.; L. Zhou, and Z. Long L. 2014. Evaluation of fumigant toxicity of essential oils of chinese medicinal herbs against *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(3):164-169.
- Christofoli, M.; E.C. Candida C.; K.U. Bicalho; V. De Cássia D.; M. Fernandes P.; C.C. Fernandes A.; W.L. Araújo, and C. De Melo C. 2015. Insecticidal effect of nano-encapsulated essential oils from *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae) in *Bemisia tabaci* populations. *Industrial Crops and Products* 70:301-308.
- Cruz-Estrada, A.E.; E. Ruíz-Sánchez, and M. Gamboa-Angulo. 2015. Activity of *Eugenia winzerlingii* Standl extracts on *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Protección Vegetal* 30(1):38.
- Dehghani, M. and K. Ahmadi. 2013. Anti-oviposition and repellence activities of essential oils and aqueous extracts from five aromatic plants against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(4):691-696.
- Delkhooon S.; M. Fahim; J. Hosseinzadeh, and O. Panahi. 2013. Effect of lemon essential oil on the developmental stages of *Trialeurodes vaporariorum* West. (Homoptera: Aleyrodidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 46(5):569-574.
- Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; G. Balzarini M.; L. González; M. Tablada, and W. Robledo C. 2013. InfoStat, versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Disponible en línea: <http://www.infostat.com.ar>. Consultado en mayo 2014.
- Diario Oficial de la Federación. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995. Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. Disponible en línea: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997. Consultado en octubre 2017.
- Enan, E.E. 2005. Molecular and pharmacological analysis of an octopamine receptor from american cockroach and fruit fly in response to plant essential oils. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 59(3):161-171.
- Fahim M.; M.H. Safaralizadeh, and S.A. Safavi. 2012. Evaluation of susceptibility of egg, nymph and adult of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hem: Aleyrodidae) to two plants essential oils (spearmint and cumin) under laboratory conditions. *Journal of Agricultural Science* 22(3):27-35.

- Fouad H. A. 2013. Bioactivity of five essential oils against *Bruchidius incarnatus* (Bohemann, 1833). *Notulae Scientia Biologicae* 5(3):354-359.
- García V., V.L.; A. Soto G. y T. Bacca. 2014. Efecto insecticida de productos alternativos en *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología* 40(2):143-147.
- GBIF. 2017. Global Biodiversity Information Facility. Disponible en línea: www.gbif.es. Consultado en mayo 2017.
- Gerling, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas* 63:13-21.
- González V., N.A.; E. Arcocha G.; F.R. Balan C., y J.F. Martínez P. 2016. Tres extractos botánicos y su efecto repelente sobre mosca blanca en chile habanero en confinamiento. Memoria 13^a. Convención Mundial del Chile. Campeche, México. pp. 239-244
- González-Coloma, A.; D. Martin-Benito; N. Mohamed; M.C. García-Vallejo, and C. Soria A. 2006. Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 34:609-616.
- Grundy, D.L. and C.C. Still. 1985. Inhibition of acetylcholinesterases by pulegone-1,2-epoxide. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 23(3):383-388.
- Guan, W.; S. Li; R. Yan; S. Tang, and C. Quan. 2007. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry* 101(4):1558-1564.
- Guevara, L.; E. Andrio; F. Cervantes; D. Rodríguez; R. Robles, W. Mondragon, y D. Pérez. 2015. Efecto bioinsecticida de extracto etanólico de higuera (*Ricinus communis* L.) y lantana (*Lantana camara* L.) sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en tomate. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias* 2(3):428-434.
- Hilje, L. 1996 Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Unidad de Fitoprotección. CATIE No 37. Turrialba, Costa Rica. 150 p.
- Ho, S.H.; L.P.L. Cheng, K.Y. Sim, and H.T.W. Tan. 1994. Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) as a grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biology and Technology* 4(1):179-183.
- Huang, Y.; H. Shuit-Hung; L. Hsien-Chieh, and Y. Yen-Ling. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and

- Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal Stored Products Research 38(5):403-412.
- Hussein, S.H.; M.Z.M. Salem, and A.M. Soliman. 2017. Repellent, attractive, and insecticidal effects of essential oils from *Schinus terebinthifolius* fruits and *Corymbia citriodora* leaves on two whitefly species, *Bemisia tabaci*, and *Trialeurodes ricini*. Scientia Horticulturae 216:111-119.
- Il-Kwon, P. and S. Sang-Chul. 2005. Fumigant activity of plant essential oils and components garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(11):4388-4392.
- IPNI. 2015. The international Plant Names Index Disponible en línea: <http://www.ipni.org/>. Consultado en mayo, 2017.
- Isikber, A.A.; M.H. Alma, M. Kanat, and A. Karci. 2006. Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. Phytoparasitica 34(2):167-177.
- Islam, M.S.; M. Mahbub H.; W. Xiong; S.C. Zhang, and C.L. Lei. 2009. Fumigant and repellent activities of essential oil from *Coriandrum sativum* (L.) (Apiaceae) against red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Pest Science 82(2):171-177.
- Jiménez S., H. y A. Bonifacio F. 2008. Control químico contra la mosca blanca (*T. vaporariorum* West) en el cultivo de frijol en el valle de Tixtla, Guerrero, México. Pp. 5.
- Jun-Ran, K.; Perumalsamy H.; Bong-Ki S., and Young-Joon, A. 2012. Fumigant toxicity of plant essential oils against *Camptomyia corticalis* (Diptera Cecidomyiidae) Journal of Economic Entomology 105(4): 1329-1334.
- Kafle, L. and C. Jen S. 2013. Toxicity and repellency of compounds from clove (*Syzygium aromaticum*) to red imported fire ants *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Economic Entomology 106(1):131-135.
- Karaca, Ç.I. and A. Gökçe. 2014. Toxic and behavioural effects of plant extracts to greenhouse whitefly [*Trialeurodes vaporariorum*, (West.) (Hemiptera: Aleyrodidae)]. Turkiye Entomoloji Dernegi 38(4):459-466.
- Kurra, S. and U. Rani P. 2015. Whitefly, *Trialeurodes ricini* (Genn) feeding stress induced defense responses in castor, *Ricinus communis* L. plants. Journal of Asia-Pacific Entomology 18(3):425-431.
- Lagunes T., A. y J.A. Villanueva J. 1999. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México. P 1-5.

- Mendoza-García, E.E.; L.D. Ortega-Arenas; R. Pérez-Pacheco, and C. Rodríguez-Hernández. 2014. Repellency, toxicity and oviposition inhibition of vegetable extracts against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Chilean Journal of Agricultural Research* 74(1):41-48.
- Methanol Institute. 2013. Manual de manipulación segura del metanol. Disponible en línea: http://www.methanol.org/wp-content/uploads/2016/06/Methanol-Safe-Handling-Manual-Final_Spanish.pdf. Consultado en Octubre, 2017.
- Miyazawa, M.; H. Watanabe, and H. Kameoka. 1997. Inhibition of acetylcholinesterase activity by monoterpenoids with a p-menthane skeleton. *Journal Agriculture Food Chemical* 45(3):677-679.
- Nathan, S.S.; A. Hisham, and G. Jayakumar. 2008. Larvicidal and growth inhibition of the malaria vector *Anopheles stephensi* by triterpenes from *Dysoxylum malabaricum* and *Dysoxylum beddomei*. *Fitoterapia* 79(2):106-111.
- Nian-Wan, Y.; L. Ai-Lian; W. Fang-Hao; L. Wan-Xue, and D. Johnson. 2010. Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Crop Protection* 29(10):1200-1207.
- Ortega A., L.D., and Schuster D.J. 2000. Repellency to silverleaf whitefly adults. Gulf Coast Research & Education Center. University of Florida. Bradenton, Florida. 2 p.
- Ortiz C., M.; R. Medina T., R. Vladivía B., A. Ortiz C., S. Alvarado C. y J.R. Rodríguez B. 2010. Mosquitas blancas plaga primaria de hortalizas en Nayarit. *Revista Fuente* 2(5):31-40.
- Paré, W.P.; J.H. Tumlinson. 1999. Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiology* 121:325-331.
- Pavela, R. 2009. Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Industrial Crops and Products* 30(2):311-315.
- Pavela, R. and G. Herda. 2007. Repellent effects of pongam oil on settlement and oviposition of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on chrysanthemum. *Insect Science* 14(3):219-224.
- Phasomkusolsil S. and M. Soonwera. 2011. Comparative mosquito repellency of essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1(1):S113-S118.

- Pickett, J.A., L.J. Wadhams, and C.M. Woodcock. 1997. Developing sustainable pest control from chemical ecology. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 64(2):149-156.
- Pitasawat, B.; D. Champakaew; W. Choochote; A. Jitpakdi; U. Chaithong; D. Kanjanapothi; E. Rattanachanpichai, and P. Tippawangkosol; D. Riyong; B. Tuetun, and D. Chaiyasit. 2007. Aromatic plant-derived essential oil: An alternative larvicide for mosquito control. *Fitoterapia* 78(3):205-210.
- Pujiarti, R.; Y. Ohtani, H. Ichiura and Y. Nishimura. 2013. Insecticidal activity of *Melaleuca leucadendron* oil against greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. *Bioenergy and Forest Product Chemistry. Proceeding of the fifth International Symposium of Indonesian Wood Research Society*. pp. 65-70.
- Rivera, J.L. y R. Lima. 2013. Efecto desorbedor del metanol en la membrana celular. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 16(2):93-97.
- Rodríguez H., C. 2004. Plantas atrayentes de insectos plaga. *In: Ciencias Ambientales y Agricultura*. Tornero C.M., J.F. López O. y A. Aragón (eds). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp. 203-234.
- Rodríguez H., C. y J.D. Vendramim. 2008. Sustancias vegetales para el manejo de las moscas blancas pp. 83-102. *In: Mosca Blanca Temas Selectos sobre su Manejo*. Ortega A., L.D.; A.A. Fu C.; A.L. Lourenção; C. Rodríguez H.; C.G.Q. Fugí; F. García V.; H.C. Arredondo B.; J. Lara R.; J.D. Vendramim; M.C. Avilés G.; U. Nava C. y V.E. Carapia R. (eds). Edit. Mundi-prensa. México. 120 p.
- Rodríguez-Hernández, C.; N. Cruz B.; C. Hernández J. y F.J. Ruíz E. 2013. Homeopáticos contra virus fitopatógenos y el caso del agronosode del virus del mosaico de la calabaza. pp. 75-90. *In: Métodos Alternativos para el Manejo de Plagas*. Rodríguez H., C. y R. Guzmán M. (eds.). *Agricultura Sostenible 8*. Colegio de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México. 105 p.
- Romero, R.; P. Morales; O. Pino; M. Cermeli, y E. González. 2015. Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. *Revista Protección Vegetal* 30:11-16.
- Salvucci, M.E. 2000. Sorbitol Accumulation in Whiteflies: Evidence for a Role in Protecting Proteins During Heat Stress. *Journal Thermal Biology* 25(5):353-361.
- Santiago S., V.; C. Rodríguez H.; L.D. Ortega A.; D.L. Ochoa M. y S. Infante G. 2009. Repelencia de adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) con aceites esenciales. *Fitosanidad*. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Cuba 13(1):11-14.

- Schalder P., A.I.; A.G. Schalder P., O.P. Sobrino, E.K.P. Cantanhede, and L.F. S. Saldanha. 2014. Actividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. *Educación Química* 25(4):446-449.
- Seon-Mi, S.; J. Kim, L. Sang-Gil, S. Chang-Hoon, S. Sang-Chul, and Il-Kwon P. 2009. Fumigant antitermitic activity of plant essential oils and components from ajowan (*Trachyspermum ammi*) allspice (*Pimenta dioica*), caraway (*Carum carvi*), dill (*Anethum graveolens*), geranium (*Pelargonium graveolens*) and litsea (*Litsea cubeba*) oils against Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57:6596-6602.
- Serrano, J.; A. Ríos, N. Fernández, y A. Arévalo. 2010. Lesiones cerebrales secundarias a intoxicación por metanol. *Galicia Clinica* 71(2):59-60.
- Sharawi S., E.; S.M. Abd-Alla; S.M. Omara and K.M. Al-Ghandi. 2013. Surface contact toxicity of clove and rosemary oils against American cockroach, *Periplaneta Americana* (L.). *African Entomology* 21(2):324-332.
- Sighamony S., I. Anees, T. Chandrakala 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(1):21-23.
- Tan K. H. and R. Nishida. 2012. Methyl eugenol: its occurrence, distribution, and role in nature, especially in relation to insect behavior and pollination. *Journal of Insect Science* 12(56):1-60.
- Vinasco A., N.; E. Salazar P.; A. Soto G.; L.F. Mejía G.; C. Dussan L. 2015. Efecto de *Jatropha urens* (Euphorbiaceae) y *Lantana camara* (Verbenaceae) sobre *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Revista de Ciencias Agrícolas* 32(1):55-64.
- Wolfe, G.R.; D.L. Hendrix, M.E. Salvucci. 1998. A thermoprotective role for sorbitol in the silverleaf whitefly. *Journal Insect Physiology* 44:597-603.
- Won-Il, C.; L. Eun-Hee; C. Byeoung-Ryeol; P. Hyung-Man, and A. Young-Joon. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 96(5):1479-1484.
- Won-Sik, C.; Byeoung-Soo P.; Young-Haeng L.; D. Youn J.; H. Young Y., and Sung-Eun L. 2006. Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. *Crop Protection* 25(4):398-401.
- Xiao-Wei, W.; L. Pin, and L. Shue-Sheng. 2017. Whitefly interactions with plants. *Current Opinion in Insect Science* 19:70-75.

- Xie, Y.; Z. Yang; D. Cao; F. Rong; H. Ding, and D. Zhang. 2015. Antitermitic and antifungal activities of eugenol and its congeners from the flower buds of *Syzygium aromaticum* (clove). *Industrial Crops and Products* 77:780-786.
- Zapata, N.; M. Vargas, E. Latorre, X. Roudergue and R. Ceballos. 2016 The essential oil of *Laurelia sempervirens* is toxic to *Trialeurodes vaporariorum* and *Encarsia Formosa*. *Industrial Crops and Products* 84:418-422.
- Zarrad, K.; A.B. Hamouda; I. Chaieb; A. Laarif, and J. Mediouni-Ben J. 2015. Chemical composition, fumigant and anti-acetylcholinesterase activity of the Tunisian *Citrus aurantium* L., essential oils. *Industrial Crops and Products* 76:121-127.
- Zavala A., J. 2010. Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos. *Ciencia hoy* 20(117):53-59.
- Zoubiri, S. and A. Baaliouamer. 2014. Potentiality of plants as source of insecticide principles. *Journal of Saudi Chemical Society* 18(6):925-938.