

Repelencia de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Heteroptera: Aleyrodidae) con clavo y pimienta

Repellency of adults of whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Heteroptera: Aleyrodidae)
with clove and pepper

EDUARDO AGUILAR-ASTUDILLO¹; CESÁREO RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ²;
HIRAM BRAVO-MOJICA³; RAMÓN MARCOS SOTO-HERNÁNDEZ⁴; NÉSTOR
BAUTISTA-MARTÍNEZ⁵; FRANCISCO GUEVARA-HERNÁNDEZ⁶

¹ Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Ocozocoautla, Chiapas, México, guerr2012@hotmail.es, <https://orcid.org/0000-0001-8057-8782>. ² Doctor en Ciencias, Posgrado de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, crhernan@colpos.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7137-3697>. ³ Doctor en Ciencias, Posgrado de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, bravomj@colpos.mx, <https://orcid.org/0000-0002-6135-9012>. ⁴ Doctor en Ciencias, Posgrado de Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, msoto@colpos.mx, <https://orcid.org/0000-0001-8577-7991>. ⁵ Doctor en Ciencias, Posgrado de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, nestor@colpos.mx, <https://orcid.org/0000-0002-1332-2565>. ⁶ Doctor en Ciencias, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Ocozocoautla, Chiapas, México, fragueher@prodigy.net.mx, <https://orcid.org/0000-0002-1444-6324>.

Autor para correspondencia

Cesáreo Rodríguez-Hernández. Doctor en Ciencias. Posgrado de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera Federal México-Texcoco km 81,5 C. P. 56230, Texcoco, Estado de México, México, crhernan@colpos.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7137-3697>.

Citación sugerida

AGUILAR-ASTUDILLO, E.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, C.; BRAVO-MOJICA, H.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, N.; GUEVARA-HERNÁNDEZ, F. 2020. Repelencia de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Heteroptera: Aleyrodidae) con clavo y pimienta. Revista Colombiana de Entomología 46 (2): e7520. <https://doi.org/10.25100/socolen.v46i2.7520>

Recibido: 14-feb-2019

Aceptado: 13-ene-2020

Publicado: 28-dic-2020

Revista Colombiana de Entomología

ISSN (Print): 0120-0488

ISSN (On Line): 2665-4385

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co>

Open access



BY-NC-SA 4.0
creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es

Publishers: Sociedad Colombiana de Entomología

SOCOLEN (Bogotá, D. C., Colombia)

<https://www.socolen.org.co>

Universidad del Valle (Cali, Colombia)

<https://www.univalle.edu.co>

© 2020 Sociedad Colombiana de Entomología -
SOCOLEN y Universidad del Valle

Resumen: En la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, plaga de importancia económica en hortalizas, su manejo con insecticidas sintéticos ha generado resistencia con efectos adversos para el ambiente. En la búsqueda de alternativas de manejo, se planteó esta investigación con el objetivo de cuantificar la repelencia de adultos con extractos crudos (metanol, etanol, diclorometano y hexano), aceites esenciales (AE) y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta. En un vaso con 10 mL de agua, se colocó una hoja de tomate tratada a concentraciones de 1,0 a 0,000001 % y se introdujeron 20 adultos de 2 d de edad. Luego, de las 3 a las 72 h, se cuantificaron los adultos posados y por diferencia se determinó la repelencia. Los extractos crudos, AE y compuestos mayoritarios de clavo y pimienta repelieron entre 32,5 y 90,2 % la población de adultos de las 3 a las 72 h. Los AE de clavo y pimienta presentan mejor efecto repelente que los extractos crudos y compuestos secundarios, ya que lograron repeler de 46,2 a 100 %; el AE de clavo a la concentración de 1,0 % logró 100 % de repelencia a las 48 y 72 h y el AE de pimienta alcanza 97,5 % a las 72 h. En la práctica, se debe utilizar extracto crudo etanólico de ambas plantas a la concentración de 0,000001 % ya que logran repeler entre 38,7 y 87,5 % de adultos, de las 3 a las 72 h, y su efecto repelente persiste; además, es más fácil de conseguir, más seguro para el operador, distribuidor y consumidor; y está considerado en las normas de agricultura orgánica como solvente para la extracción de compuestos secundarios.

Palabras clave: Extractos, aceites, compuestos, acuosos, crudos, condimento, plantas aromáticas.

Abstract: The whitefly *Trialeurodes vaporariorum*, an economically important pest in vegetables, is managed with synthetic pesticides and has generated resistance with adverse effects on the environment. In the search for alternative management, adult repellence with raw extracts (methanol, ethanol, dichloromethane, and hexane) essential oils, and major compounds of clove and pepper was tested. For this, a treated tomato leaf was placed at concentrations of 1.0 to 0.000001 % within a 1 L beaker containing a 10 mL flask with water. Subsequently, 20 adults of 2 d of age were introduced. After 3 to 72 h, the posed adults were quantified, and repellence was determined from the difference. 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 cloves and pepper EO have a better repellent effect than raw extracts and secondary compounds, since they manage to repel 46.2 % to 100 %. The clove EO at the concentration of 1.0 % achieves 100 % repellency at 48 and 72 h after application, while the pepper EO reaches 97.5 % at 72 h after application; in practice, ethanolic crude extract of both plants should be used at a concentration of 0.000001 % since they can repel 38.7 to 87.5 % of adults, from 3 to 72 h, and its repellent effect is maintained; also, it is easier to acquire, safer for the operator, distributor and consumer; and is considered a solvent for the extraction of secondary compounds in organic farming standards.

Keywords: Extracts, oils, compound, aqueous, raw, seasoning, aromatic plants.

Introducción

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae) presenta tres estados biológicos, (huevo, ninfa y adulto), pero en ninfa pasa por cuatro instares, siendo el último una etapa en que no se alimenta y se conoce como “pupa”. Completa su ciclo de vida en 14 a 28 d, de acuerdo a las condiciones de alimento y temperatura, presenta de 11 a 15 generaciones por ciclo de cultivo y por su alta capacidad reproductiva alcanza altas densidades poblacionales; la mosca blanca se distribuye ampliamente en las regiones tropicales, subtropicales y zonas templadas del mundo. Además, se considera transmisor de virus: las ninfas y adultos en su proceso de alimentación causan daños directos en los cultivos tanto a cielo abierto como en invernadero, ya que extraen nutrimentos e inducen reacciones bioquímicas en las plantas (Gerling 2002; Cardona *et al.* 2005; Ortíz *et al.* 2010); cuando están expuestas a temperaturas mayores a 30 °C sintetizan proteínas de choque térmico y acumulan sorbitol para regular la temperatura corporal (Wolfe *et al.* 1998; Salvucci 2000). El uso inadecuado de insecticidas sintéticos ha provocando la generación de resistencia, con efectos adversos al ambiente y la salud humana (Xiao-Wei *et al.* 2017). Los estados ninfales y el adulto son más susceptibles que los huevos y las “pupas” (Gerling 2002); sin embargo, el adulto es capaz de pasar sus partes bucales a través de una gota de insecticida hasta el tejido vegetal sin ingerir insecticida.

Por otro lado, las plantas son laboratorios químicos naturales, ya que producen sustancias bioactivas que interfieren en la alimentación, oviposición y refugio de varias especies de insectos fitófagos. Se considera que su aplicación en forma de extractos y aceites esenciales los hace más efectivos que los compuestos secundarios puros, esto se debe a las sustancias que conforman el extracto. Algunas actúan como potenciadoras o, simplemente, como sinergistas, causan repelencia, disuasión de alimentación y oviposición, e inhiben la eclosión de huevos (Rodríguez 2004; Won-Sik *et al.* 2006; Guan *et al.* 2007; Pitasawat *et al.* 2007; Islam *et al.* 2009). En particular, los extractos orgánicos y aceites esenciales de clavo *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. y L. M. Perry, 1939 (Myrtales: Myrtaceae) y pimienta *Pimenta dioica* (L.) Merr., 1947 (Myrtales: Myrtaceae), se han reportado como insecticidas de contacto y fumigante. Los extractos acuosos, crudos y el aceite esencial de clavo *S. aromaticum* están reportados como insecticidas e insectistáticos contra la cucaracha *Periplaneta americana* L., 1758 (Blattodea: Blattidae) (Sharawi *et al.* 2013), gorgojos del maíz *Rhyzopertha dominica* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Bostrichidae) y *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Coleoptera: Curculionidae) (Sighamony *et al.* 1986), *Tribolium castaneum* Herbst, 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 al 0,4 % con 24 h de exposición inhiben 80 % la oviposición de la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn., 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae) (Cruz-Estrada *et al.* 2015).

La acción de los aceites esenciales en los insectos se debe a la inhibición de la acetilcolinesterasa; son neurotóxicos y afectan los receptores de la octopamina del sistema nervioso octopaminérgico, causan 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 2006; Isikber *et*

al. 2006; Nathan *et al.* 2008), actúa como fumigante, contacto, repelente e inhibidor de la alimentación y reproducción (Won-Sik *et al.* 2006; Guan *et al.* 2007; Pitasawat *et al.* 2007; Islam *et al.* 2009). Con aplicaciones de aceite esencial de botones florales de clavo contra la mosca blanca *B. tabaci* y por acción fumigante se obtiene la CL₅₀ de 0,001354 % en 24 h de exposición (Chao *et al.* 2014); con las concentraciones de 0,00023 % y 0,00093 % de aceite esencial de botones florales y hojas, ocasionan 90 y 58 % de mortalidad de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* con 24 h de exposición (Won-Il *et al.* 2003).

En el manejo de la mosca blanca *T. vaporariorum* de 2 a 4 d de edad con aceite esencial comercial de pimienta *P. dioica* a concentraciones de 0,000093 y 0,00023 %, con 24 h de exposición, causaron mortalidades de 18,0 y 100 %; con *Pimenta racemosa* (Mill.) J. W. Moore, 1933 (Myrtales: Myrtaceae), las mortalidades fueron de 20,0 y 100 %, respectivamente (Won-Il *et al.* 2003). No obstante, son pocos los trabajos registrados sobre el uso de los compuestos de estas plantas y amerita investigación que considere la extracción con varios disolventes, se evalúen los aceites esenciales y los compuestos secundarios mayoritarios a diferentes concentraciones. En el presente estudio se cuantificó 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.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en el área de insecticidas vegetales del programa de Fitosanidad Entomología-Acarología y en el laboratorio de Fitoquímica del programa de Botánica 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, de la Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas, México.

Obtención de extractos, aceites y compuestos secundarios.

Los frutos de clavo y pimienta, adquiridos en tiendas comerciales de especies de la central de abasto en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se molieron con un molino eléctrico hasta obtener un polvo fino. 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 roto- evaporador marca Buchi modelo R-114, por tres veces durante 4 h, y el residuo se dejó secar a temperatura ambiente. Se obtuvieron 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 y pimienta, se colocaron 400 g de polvo en un matraz de bola con capacidad de 5 L con 1 L de agua destilada. Se llevó a ebullición y se obtuvo la hidrodestilación. Por un periodo de 3 h, el vapor de agua arrastró los compuestos de clavo y pimienta, que al pasar por el sistema de enfriamiento se condensaron y se recolectó junto con la fracción acuosa. 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 vidrio de color ámbar para su posterior utilización. Los tres compuestos mayoritarios de los extractos crudos y aceite esencial de clavo y pimienta, eugenol, metil

eugenol y β -cariofileno se adquirieron en tiendas comerciales (Sigma-Aldrich, México); a las concentraciones de 99, 98 y 80 %, respectivamente.

Cría de mosca blanca. Se recolectaron adultos de mosca blanca en cultivos de tomate en las localidades de Villa Hidalgo y 16 de septiembre, Villaflores, Chiapas. La especie se determinó con las claves de Carapia y Castillo-Gutiérrez (2013), y fue corroborada por la Dra. Laura Delia Ortega Arenas, investigadora titular de insectos vectores del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Los adultos de mosca blanca se confinaron en cámaras entomológicas de 2 m³, 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 cámaras y cuando se requirieron ejemplares para los bioensayos de repelencia de adultos, se sacaron las plantas que tenían ninfas de cuarto instar “pupas” y se colocaron en cámara separada para la emergencia de adultos durante 2 d hasta obtener adultos de 2 d de edad.

Bioensayos de repelencia. La evaluación de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* se realizó con el método propuesto por Ortega y Schuster (2000), con modificaciones en cuanto al tamaño del contenedor y del sustrato. En estos bioensayos 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, y en el interior del vaso un frasco tipo gotero de 10 mL con agua, para mantener la turgencia de las hojas de tomate. Las hojas tratadas 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). Luego, se dejó secar para eliminar el exceso de humedad. En cada bioensayo se colocaron cuatro repeticiones por tratamiento; cada vaso se consideró como la 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 y luego a las 12, 24, 48 y 72 h. 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 son a partir de las 3 y 3,5 h respetando el tiempo de ambientación de la mosca blanca.

Análisis estadístico. A los porcentajes de repelencia de adultos, se aplicó la prueba 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 supuestos de normalidad, los datos se analizaron con estadística no paramétrica utilizando la prueba de Kruskal Wallis y las medias se compararon con los promedios de rangos con valor de P = 0,05 (Di Rienzo *et al.* 2013).

Resultados y discusión

Repelencia de adultos de mosca blanca. En los bioensayos preliminares se obtuvo 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.

Extractos crudos de clavo. La repelencia provocada por el extracto crudo en metanol de clavo en adultos de mosca blanca 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. Al aumentar el tiempo después de la aplicación, la efectividad no decrece, se mantiene; en los tiempos de 3 y 72 h se obtienen 84,1 y 79,7 % de repelencia promedio sin diferencia estadística entre las concentraciones y por tiempos de muestreo. La concentración más efectiva se considera 0,000001 % por ocasionar de 55,0 a 96,2 % de repelencia (Tabla 1).

En el extracto crudo en etanol de clavo el mayor efecto repelente de la mosca blanca se obtuvo con la concentración del 1,0 % en todos los tiempos de muestreo, que va de 68,7 a 100 %, y estadísticamente es diferente a las demás concentraciones excepto a las 72 h (Tabla 2). Desde el inicio de la toma de datos (3,5 h), el extracto en etanol de clavo presentó en promedio 74,9 % de efectividad, y a las 72 h alcanzó

Tabla 1. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 + 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 ± 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	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	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	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	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	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	83,7 ± 8,0 ^b
0,0 (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	3,7 ± 8,0 ^a

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

Tabla 2. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante extracto etanólico de clavo *Syzygium aromaticum* a concentraciones de 1,0 a 0,000001 %.

Tiempo	3.5	4	5	6	12	24	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
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 ^{bc}	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
0,0 (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.

84,27 % de repelencia de la mosca blanca. Dado lo anterior, el mayor efecto se presentó con la concentración de 1,0 % a las 72 h (repelencia total); sin embargo, la concentración más baja (0,000001 %) se considera efectiva porque causó de 38,7 a 82,5 % de repelencia. En la Tabla 3, se observa que el extracto crudo en diclorometano de clavo causó alta repelencia de adultos de mosca blanca desde el inicio del experimento y se mantuvo a través del tiempo; a las 3 h la repelencia promedio de las siete concentraciones alcanzó 89,1 % y a las 72 h fue 82,9 %. De acuerdo al análisis de rangos, la concentración de 0,000001 % es más efectiva por repeler de 61,2 a 87,5 % de adultos de mosca blanca, considerando que al utilizar bajas concentraciones de extracto la presión de selección en la mosca blanca es relativamente baja.

En el extracto crudo en hexano de clavo la repelencia promedio a las 3,5 y 72 h después de la aplicación de las siete concentraciones alcanzó 84,3 y 86,9 %, lo que indica que es mayor al 50 % y se mantiene a través del tiempo, excepto a las 12 h, con la concentración de 0,00001 % (Tabla 4). Aunque, las concentraciones 1,0 y 0,01 % logran 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. 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.

Se puede optar por usar el extracto crudo etanólico por su disponibilidad, economía y aceptación por las normas de agricultura orgánica. Los compuestos que repelen a la mosca blanca tienen diferente polaridad y pueden ser desde los más biodegradables que se obtienen con el etanol, polaridad más alta (García 2002), hasta los más persistentes que se extraen con el hexano.

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 (Tabla 5), con el mayor efecto al 1,0 %. Esta repelencia se mantiene al aumentar el tiempo de muestreo, ya

Tabla 3. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante extracto diclorometanólico de clavo *Syzygium aromaticum* 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 + D. E.	rango	*μ + D. E.	rango	*μ + D. E.	rango	*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}
0,0 (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

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

Tabla 4. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 + D.E.	rango	μ + E.E.	*μ + D.E.	rango	μ + E.E.	*μ + D.E.	rango	μ + E.E.	*μ + D.E.	rango	μ + E.E.	*μ + D.E.	rango	
1	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 ± 63	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													
0,0 (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.

que a las 3 y 72 h presentaron en promedio 66,2 y 63,7 %. De acuerdo al análisis estadístico por tiempo de muestreo las repelencias de las siete concentraciones del extracto en metanol son iguales. La concentración de 0,000001 % se considera más efectiva ya que se alcanza de 40,0 a 60,0 % de repelencia. El extracto crudo en etanol de pimienta a las concentraciones de 1,0 a 0,000001 % causó de 17,5 a 100 % de repelencia de mosca blanca (Tabla 6); las concentraciones de 0,01 y 0,00001 % alcanzan 100 % de repelencia a las 72 h de exposición, resultado importante 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 las siete concentraciones de extracto se mantiene, a las 3 y 72 h se obtienen 73,5 y 89,3 %; se alcanza repelencia total con las concentraciones de 0,01 y 0,00001 %; sin embargo, la concentración más efectiva es 0,000001 % por repeler de 46,2 a 87,5 % de adultos de mosca blanca.

La aplicación del extracto crudo en diclorometano de pimienta a las concentraciones de 1.0 a 0,000001 % en adultos de mosca blanca causó de 45,0 a 100 % de repelencia de las

3 a las 72 h (Tabla 7). Los mayores porcentajes de repelencia se obtienen con la concentración de 1,0 % que alcanza repelencia total a las 3 y 72 h. Con la aplicación de este extracto, la repelencia se mantiene a través del tiempo de muestreo, ya que a las 3 y 72 h se obtienen en promedio 85,5 y 80,1 %. 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. El extracto crudo en hexano de pimienta a las concentraciones de 1,0 a 0,000001 % causa de 51,2 a 100 % de repelencia de adultos de mosca blanca de las 3 a 72 h, como se observa en la Tabla 8. En general el efecto repelente de todas las concentraciones se mantiene a través del tiempo de muestreo. No obstante que se alcanza la repelencia total con las concentraciones de 1,0 y 0,1 a las 4, 48 y 72 h, la concentración de 0,000001 % fue más efectiva por repeler de 51,2 a 78,7 % de adultos de mosca blanca.

Las concentraciones de 0,01 y 0,00001, 1,0, y 0,1 % de los extractos en etanol, diclorometano y hexano de pimienta, alcanzaron 100 % de repelencia de la mosca blanca. Con el primer extracto las dos concentraciones lograron esta repelencia a las 72 h, con el segundo a las 3 y 72 h, el tercero a las 4, 48 y

Tabla 5. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 + D. E.	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	
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}			
0,0 (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.

Tabla 6. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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
1,0	88,7 ± 5,9 ^a	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	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	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
0,0 (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.

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 en metanol y hexano de clavo al 1,0% sobre larvas de mosquitos *Anopheles vagus* Dönitz, 1902, *Armigeres subalbatus* Coquillett, 1898 y *Culex vishnui* Theobald, 1901 (Diptera: Culicidae), alcanzando 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 la mosca blanca 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 (Brasicales: Brassicaceae), y estafiate *Ambrosia artemisiifolia* L., 1753 (Asterales: Asteraceae) a la concentración de 20 % en mosca blanca, lograron 72 y 69 % de repelencia, respectivamente (Mendoza-García *et al.* 2014); con extractos acuosos de comino *Cuminum cyminum* L., 1753 (Apiales:

Apiaceae) y tomillo *Thymus vulgaris* L., 1753 (Lamiales: Lamiaceae), al 4,0 % se obtuvieron 66,1 y 62,5 % 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 inocuos efectos en el ambiente y la salud humana, se infiere que los extractos en etanol se pueden utilizar en los programas de manejo de la mosca blanca *T. vaporariorum*, ya que alcanzan promedios de 63,3 y 57,3 % de repelencia de los adultos y la concentración de 0,000001 % se considera más efectiva ya que ocasiona más de 62,6 y 62,3 % de repelencia; además, el etanol como disolvente se considera más seguro para su uso, tanto para el formulador y distribuidor como para el aplicador, 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.

Aceites esenciales de clavo y pimienta. La repelencia de adultos de mosca blanca tratados con aceite esencial de clavo oscila de 46,2 a 100 % con concentraciones de 1,0 a 0,000001 % de las 3 a 72 h (Tabla 9); los mayores porcentajes de repelencia se

Tabla 7. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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				
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	20,6 ^{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 ± 108	7,5 ^{ab}	45,0 ± 9,1	6,6 ^{ab}
0,0 (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.

Tabla 8. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 ± 6,4	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}	
0,0 (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.

obtienen al 1,0 % de aceite y va de 83,7 a 96,2 % de las 3 a 24 h y 100 % de repelencia a las 48 y 72 h después de la aplicación. Es importante indicar que el efecto repelente del aceite esencial de clavo a las concentraciones de 0,000001 a 1,0 % se mantienen ya que presentan 87,3 y 90,1 % de repelencia promedio a las 3 y 72 h, con un ligero incremento en el último muestreo. Sin embargo, la concentración de 0,000001 % es más efectiva por repeler de 62,5 a 88,7 % de los adultos de mosca blanca. El efecto repelente del aceite esencial de pimienta en mosca blanca con las concentraciones de 1,0 a 0,000001 % se observa en la Tabla 10, que va de 57,5 a 97,5 % de las 3 a 72 h. La repelencia de las siete concentraciones del aceite de pimienta se mantiene a través del tiempo, a las 3 h se determinó 84,2 % y a las 72 h es de 85,9 % en promedio. Estadísticamente no existen diferencias entre tratamientos y tiempos de muestreo, la concentración de 0,000001 % se considera más efectiva por repeler de 63,7 a 78,7 % de adultos de mosca blanca. Los aceites esenciales de clavo y pimienta al 1,0 y 0,000001 % causaron de 46,2 a 100 % de repelencia de mosca blanca. En la mayoría de las observaciones de las siete concentraciones, la repelencia es mayor al 50 %; en el muestreo de las

12 h, la repelencia disminuye 22,7 %, pero a partir de las 24 h el efecto repelente de ambos aceites se recupera y se mantienen, con incremento de 25,5 % de repelencia a las 72 h. El aceite esencial de clavo se considera más efectivo ya que la concentración de 1,0 % alcanza 100 % de repelencia a las 48 y 72 h, en promedio incrementa 2,6 veces más que la pimienta. No hay registros de repelencia de mosca blanca con aceites esenciales de clavo y pimienta; el aceite esencial de clavo se ha aplicado en otros insectos con efectividad variable, incluso mayores a los encontrados en este trabajo y en algunos insectos causa mortalidad. Se reporta que ocasiona 100 % de repelencia en *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae), 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 a 0,045 y 0,003 mg.cm⁻² (Phasomkusolsil y Soonwera 2011). Con aceite esencial de pimienta aplicado a larvas de 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

Tabla 9. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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	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			
0,0 (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.

Tabla 10. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 + D. E.	rango	μ + D. E.	rango	μ + D. E.	rango	μ + D. E.	rango	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 ± 8,5	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			
0,0 (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.

provoca 100 % de mortalidad (Seon-Mi *et al.* 2009). En moscas *Camptomyia corticalis* Loew, 1851 (Diptera: Cecidomyiidae), por efecto fumigante alcanza 75,0 y 93,0 % de mortalidad a las concentraciones de 1,0 y 1,4 mg.cm⁻³ (Jun-Ran *et al.* 2012), y la mezcla de aceite de pimienta con aceite de palo de rosa *Aniba rosaeodora* Ducke, 1930 (Laurales: Lauraceae), aplicado al mosquito *A. aegypti* se determinó la CL₅₀ de 11,4 % (Schalcher *et al.* 2014). 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), al 1,0 % alcanza 37,8 % de repelencia y con eucalipto limón *Corymbia citriodora* (Hook) K. D. Hill y L. A. S. Johnson, 1995 (Myrtales: 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 y 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 (Pi-

nales: Pinaceae) y jengibre *Zingiber officinale* Roscoe, 1807 (Zingiberales: Zingiberaceae), presentan 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 de 0,00005 a 0,0002 % logra 70,0 % de repelencia de la mosca blanca *B. tabaci* de las 3 a 24 h de exposición (Baldin *et al.* 2015), con el aceite esencial de *Plectranthus neochilus* Schltr., 1896 (Lamiales: Lamiaceae), al 1,0 % alcanza 76,7 % de repelencia de *B. tabaci* a las 24 h (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 0,0001 y 10,0 % alcanzan 89,3 y 100 % de repelencia, con CR₅₀ de 0,013, 0,023 y 0,024 %, respectivamente (Camarillo *et al.* 2009).

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 la Tabla 11, donde se constata que va de 18,7 a 97,5 %; la concentración

Tabla 11. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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 + 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 ± 58	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						
0,0 (agua)	11,2 ± 4,7	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.

Tabla 12. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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
0,0 (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.

de 1,0 % de eugenol de las 3 a 12 h presenta mayor porcentaje de repelencia de 56,2 - 77,5 %, y de las 24 a 72 h la concentración de 0,000001 % causa mayor repelencia, que alcanza 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 nullos efectos en la salud humana. Además, la repelencia de *T. vaporariorum* por el eugenol en todas las concentraciones se mantiene a través del tiempo. A las 3 y 72 h la repelencia promedio de las siete concentraciones es de 50,2 y 60,7 % respectivamente, con una disminución de 16,4 % de la repelencia a las 6 h, y se incrementa 22,8 % a las 72 h. El efecto del eugenol a bajas concentraciones, es un indicador que los órganos sensoriales de la mosca blanca no se saturan y por esta razón tienen mayor efecto de repelencia, afectando el sistema nervioso central octopaminérgico (Miyazawa *et al.* 1997; Enan 2005). Se infiere que 0,000001 % de eugenol es más efectiva por repeler de 38,7 a 97,5 % de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*.

La repelencia de *T. vaporariorum* con metil eugenol comercial (Sigma-Aldrich) a las concentraciones de 1,0 a

0,000001 % va de 21,2 a 85,0 % (Tabla 12). Con las concentraciones de 0,0001 a 0,000001 %, que son las más bajas, la repelencia es menor de 50 % en las primeras 12 h, pero a partir de las 24 h ésta se incrementó hasta alcanzar 85,0 % de repelencia a las 72 h. Esto indica que las bajas concentraciones de metil eugenol tienen mejor efecto repelente de la mosca blanca, posiblemente porque no saturan sus órganos quimiorreceptores y hay persistencia sutil en el ambiente, afectando los receptores de la octopamina del sistema nervioso central (Miyazawa *et al.* 1997; Enan 2005). Se infiere que la concentración de metil eugenol 0,000001 % es mejor por repeler de 42,5 a 76,2 % de adultos de mosca blanca.

El compuesto β-cariofileno comercial (Sigma-Aldrich) a la concentración de 1,0 % causa toxicidad a las hojas de tomate desde el inicio del experimento; sin embargo, en la Tabla 13 se observa que las concentraciones de 0,1 a 0,000001 % causan de 21,2 a 100 % de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a 72 h. Esto indica que el compuesto β-cariofileno se debe utilizar a concentraciones por debajo de 1,0 % para evitar la toxicidad de las plantas y lograr la repelencia de los adultos de mosca blanca, el cual se mantienen a

Tabla 13. Repelencia (%) de adultos de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* mediante 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.					
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
0,1	50,0 ± 17,8	17,4 ^b	100 ± 0,0	18,0 ^{bc}	40,0 ± 9,1	19,1 ^{bc}	46,2 ± 13,1	21,1 ^{bc}	46,2 ± 6,8 ^b	48,7 ± 18,0	17,6 ^{bc}	50,0 ± 24,8	14,9 ^{ab}	78,7 ± 4,5 ^b
0,01	53,7 ± 13,1	19,4 ^{bc}	40,0 ± 7,1	18,0 ^{bc}	35,0 ± 7,1	16,1 ^{ab}	36,2 ± 6,3	17,2 ^b	40,0 ± 6,8 ^b	45,0 ± 24,1	13,6 ^{ab}	52,5 ± 20,2	12,7 ^{ab}	93,7 ± 4,5 ^b
0,001	62,5 ± 19,4	21,7 ^{bc}	55,0 ± 23,8	21,1 ^{bc}	51,2 ± 23,9	20,7 ^{bc}	51,2 ± 25,3	21,1 ^{bc}	53,7 ± 6,8 ^b	53,7 ± 24,6	18,5 ^{bc}	61,2 ± 18,9	16,9 ^b	76,2 ± 4,5 ^b
0,0001	43,7 ± 32,8	14,5 ^{ab}	33,7 ± 25,9	13,6 ^{ab}	26,2 ± 32,0	10,9 ^{ab}	26,2 ± 28,7	11,4 ^{ab}	36,2 ± 6,8 ^{ab}	53,7 ± 20,6	17,9 ^{bc}	65,0 ± 10,0	18,2 ^{bc}	93,7 ± 4,5 ^b
0,00001	48,7 ± 9,5	16,7 ^b	42,5 ± 9,6	19,0 ^{bc}	40,0 ± 7,1	19,5 ^{bc}	36,2 ± 6,3	17,2 ^b	40,0 ± 6,8 ^b	46,2 ± 11,1	16,0 ^b	62,5 ± 5,0	17,7 ^{bc}	93,7 ± 4,5 ^b
0,000001	28,7 ± 7,5	9,1 ^{ab}	22,5 ± 10,4	9,0 ^{ab}	23,7 ± 11,1	10,5 ^{ab}	21,2 ± 10,3	9,4 ^{ab}	35,0 ± 6,8 ^{ab}	43,7 ± 4,8	15,4 ^{ab}	62,5 ± 5,0	18,5 ^{bc}	83,7 ± 4,5 ^b
0,0 (agua)	10,0 ± 4,1	2,6 ^a	7,5 ± 2,9	2,7 ^a	8,7 ± 4,8	4,6 ^a	7,5 ± 2,9	4,0 ^a	6,2 ± 6,8 ^a	7,5 ± 2,9	2,5 ^a	5,0 ± 0,0	2,5 ^a	8,7 ± 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.

través del tiempo, ya que a las 72 h se incrementa la repelencia en 38,7 %. Aunque se logra repelencia total al 0,1 % a las 4 h, la concentración 0,000001 % es más efectiva por repeler de 21,2 a 83,7 % de adultos de mosca blanca.

El eugenol y metil eugenol a concentraciones de 0,000001 a 1,0 % y β -cariofileno de 0,00001 a 0,1 %, causan de 18,7 a 100 % de repelencia en adultos de mosca blanca *T. vaporariorum*. La concentración de 0,000001 % de eugenol y metil eugenol, se consideran más efectivas por repeler 63,1 y 63,1 % en promedio de adultos de mosca blanca. Sin embargo, aunque el compuesto β -cariofileno con esta concentración repele más de 40,1 % de los adultos, se debe tener cuidado al utilizar concentraciones por encima del 1,0 %, porque causan toxicidad a las hojas de tomate. Por otro lado, no se tienen reportes de la aplicación de estos compuestos en el manejo de *T. vaporariorum*, pero se han aplicado para el manejo de otras especies de insectos causando repelencia y mortalidad. Se usó 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), contra la chicharra *Cacopsylla chinensis* Yang y 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* la CL₅₀ es de 9,086 % de eugenol (Schalcher *et al.* 2014) y para *Reticulitermes chinensis* Snyder, 1949 (Isoptera: Rhinotermitidae) es de 1,21 % (Xie *et al.* 2015), en *R. speratus*, otra especie de termitas, las concentraciones de 0,06 a 2,0 % de eugenol y metil eugenol causaron 100 % de mortalidad (Seon-Mi *et al.* 2009). El eugenol a la concentración de 3,0 y 1,3 % causó toxicidad de contacto y redujo el consumo de alimento en el gorgojo del maíz *S. zeamais*; a 3,5 y 9,9 % disminuye el consumo de alimento en larvas y adultos de *T. castaneum* (Huang *et al.* 2002). El metil eugenol, actúa como inhibidor de la alimentación y es repelente de insectos (Tan y Nishida 2012). Las concentraciones de 0,0005; 1,0; 1,5 y 2,0 % de β -cariofileno, causan 100 % de mortalidad en 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 sus principales componentes. Rodríguez (2004) indica que en el conjunto de compuestos del extracto o aceite esencial se encuentran potenciadores o que actúan como sinergistas.

Efectividad del 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 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 observa en las evaluaciones de clavo y pimienta. Se esperaba que la mayor repelencia de adultos de mosca blanca, se provocara con los compuestos secundarios, lo cual no sucedió; en contraste; estos compuestos causaron menor repelencia que los extractos crudos y aceites esenciales, logran repeler 51,0 % de los adultos. De los aceites esenciales, se esperaba mayor repelencia que los extractos crudos, resultan similares en efectividad. Los extractos crudos en diclorometano y hexano, aceites esenciales de clavo y pimienta, es posible que tengan los mismos compuestos secundarios, ya que causaron repelencia similar; desde el punto de vista de acción en el ambiente, los

extractos en diclorometano y hexano no son recomendables, por su estabilidad y persistencia, debido a su polaridad, y someterán mayor presión de selección a la mosca blanca, la cual tiene la facultad de generar resistencia rápidamente. Los aceites esenciales, por su naturaleza aromática se volatilizan rápidamente y altas concentraciones causan fitotoxicidad. Además, están poco disponibles en el mercado, su extracción es más difícil y los costos son altos, porque requieren de técnicas y equipos sofisticados, que no están al alcance de los productores.

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 (Rivera y Lima 2013); además tiene poca disponibilidad en el mercado, y requiere de instalaciones con especificaciones especiales para su almacenamiento (Methanol Institute 2013). Se recomienda el uso de etanol como disolvente, con mayor disponibilidad en el mercado, amigable con el ambiente y se permite en las normas de la agricultura orgánica (Diario Oficial de la Federación 1997). 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 además de mantener el efecto lo incrementan a las 72 h, observando mayor efectividad con el extracto de clavo. Al considerar el porcentaje de repelencia provocado por las concentraciones de los extractos, se observa que no hay correlación logarítmica entre concentración-efectividad, por tanto, es importante iniciar el manejo de las poblaciones de mosca blanca con la concentración baja (0,000001 %), para disminuir riesgos ecológicos, costos de producción, contaminación y acumulación de residuos en los productos cosechados.

Conclusiones

La aplicación de extractos crudos, aceites esenciales y compuestos puros de referencia de clavo y pimienta a concentraciones de 1,0 a 0,000001 %, causan en promedio por tiempo de muestreo de 32,5 a 90,2 % de repelencia de adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* de las 3 a las 72 h. Se considera más eficiente en la repelencia de la mosca blanca la concentración de 0,000001 %, ya que logran repeler de 21,2 a 97,5 %, y solamente a menor presión de selección a la mosca blanca, además su efecto se mantiene a través de los tiempos de muestreo hasta las 72 h. De acuerdo al tipo de extracción se recomienda utilizar los extractos crudos que alcanzan repelencias de 38,7 a 96,2 % de las 3 a las 72 h, especialmente de extracto crudo de ambas plantas extraídos con etanol con repelencia de 38,7 a 87,5 %, ya que dicho solvente es más fácil de conseguir y está considerado como solvente en las normas de la agricultura orgánica.

Literatura citada

- ABO-EL-SAAD, M. M.; AL AJLAN, A. M.; AL-EID, M. A.; BOU-KHOWH, I. A. 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. DOI: 10.17265/2161-6256/2011.08A.019 <http://www.davidpublisher.org/Public/uploads/Contribute/55c9adc900ec5.pdf>
- BAGAVAN, A.; RAHUMAN A. A. 2011. Evaluation of larvicidal activity of medicinal plant extracts against three mosquito vectors. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 4 (1): 29-34. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60027-8](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60027-8)

- BALDIN, E. L. L.; AGUIAR, G. P.; FANELA, T. L. M.; SOARES, M. C. E.; GROppo, M.; CROTTI, A. E. M. 2015. Bioactivity of *Pelargonium graveolens* essential oil and related monoterpenoids against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Journal of Pesticide Pest Science* 88 (1): 191-199. <https://doi.org/10.1007/s10340-014-0580-8>
- BALDIN, E. L. L.; CROTTI, A. E. M.; WAKABAYASHI, K. A. L.; SILVA, J. P. G. F.; AGUIAR, G. P.; SOUZA, E. S.; VENEZIANI, R. C. S.; GROppo, M. 2013. Plant-derived essential oils affecting settlement and oviposition of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B on tomato. *Journal of Pesticide Pest Science* 86 (2): 301-308. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0462-x>
- BAO-LIANG, T.; QI-ZHI, L.; ZHI-LONG, L.; PENG, L.; JIE-WEN, W. 2015. Insecticidal potential of clove essential oil and its constituents on *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae) in laboratory and field. *Journal of Economic Entomology* 108 (3): 957-961. <https://doi.org/10.1093/jee/tov075>
- BIRGÜCÜ, A. K.; ÇELIKPENÇE, Y.; AKDAŞ, A.; GÖKKAYA, S.; KARACA, I. 2016. Effects of different essential oils on oviposition behavior of *Trialeurodes vaporariorum*. *Turkish Bulletin of Entomology* 6 (3): 213-220. <https://doi.org/10.16969/teb.31464>
- CAMARILLO, R. G.; ORTEGA, A. L. D.; SERRATO, C. M. A.; RODRÍGUEZ, H. C. 2009. Actividad biológica de *Tagetes filifolia* (Asteraceae) en *Trialeurodes vaporariorum*, (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista Colombiana de Entomología* 35 (2): 177-184. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n2/v35n2a12.pdf>
- CARAPIA, R. V. E.; CASTILLO-GUTIÉRREZ, A. 2013. Estudio comparativo sobre la morfología de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)* 29 (1): 178-193. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.291394>
- CARDONA, C.; RODRÍGUEZ, I. V.; BUENO, J. M.; TAPIA, X. 2005. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Departament for International Development (DFID). 50 p. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf [Fecha revisión: 18 junio 2017].
- CHAO, L. X.; FENG, H. J.; ZHOU, L.; LONG, L. Z. 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. <https://www.entomoljournal.com/archives/2014/vol2issue3/PartC/50-168.pdf>
- CRUZ-ESTRADA, A. E.; RUÍZ-SÁNCHEZ, E.; GAMBOA-ANGULO, M. 2015. Activity of *Eugenia winzerlingii* Standl extracts on *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). *Revista de Protección Vegetal* 30 (1): 38. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30s1/rpv015s15.pdf>
- DEGHANI, M.; AHMADI, K. 2013. Repellence and Anti-oviposition activities of essential oils and aqueous extracts from five aromatic plants against greenhouse whitefly. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19 (4): 691-696. <https://www.agrojournal.org/19/04-10.pdf>
- DI-RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. 2013. InfoStat, versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar> [Fecha revisión: 15 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: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997 [Fecha revisión: 20 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. <https://doi.org/10.1002/arch.20076>
- FOUAD, H. A. 2013. Bioactivity of five essential oils against *Bruchidius incarnatus* (Bohemann, 1833). *Notulae Scientia Biologicae* 5 (3): 354-359. <https://doi.org/10.15835/nsb539065>
- GARCÍA S., M. A. 2002. Manual de Prácticas de Química Orgánica II. Primera edición. Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa, México D.F., México. 120 p.
- GERLING, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas* 63: 13-21. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A2096E/A2096E.PDF>
- GONZÁLEZ-COLOMA, A.; MARTIN-BENITO, D.; MOHAMED, N.; GARCÍA-VALLEJO, M. C.; SORIA, A. C. 2006. Antifeedant effects and chemical composition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochemical Systematics and Ecology* 34 (8): 609-616. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2006.02.006>
- GRUNDY, D. L.; STILL, C. C. 1985. Inhibition of acetylcholinesterases by pulegone-1,2-epoxide. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 23 (3): 383-388. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(85\)90100-2](https://doi.org/10.1016/0048-3575(85)90100-2)
- GUAN, W.; LI, S.; YAN, R.; TANG, S.; QUAN, C. 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.009>
- HO, S. H.; CHENG, L. P. L.; SIM, K. Y.; TAN, H. T. W. 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. [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0925-5214(94)90019-1)
- HUANG, Y.; SHUIT-HUNG, H.; HSIEN-CHIEH, L.; YEN-LING, Y. 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 of Stored Products Research* 38 (5): 403-412. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(01\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(01)00042-X)
- HUSSEIN, H. S.; SALEM, M. Z. M.; SOLIMAN, A. M. 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. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.004>
- IL-KWON, P.; SANG-CHUL, S. 2005. Fumigant activity of plant essential oils and components from 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. <https://doi.org/10.1021/jf050393r>
- ISIKBER, A. A.; ALMA, M. H.; KANAT, M.; KARCI, A. 2006. Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. *Phytoparasitica* 34 (2): 167-177. <https://doi.org/10.1007/BF02981317>
- ISLAM, M. S.; MAHBUB, H., M.; XIONG, W.; ZHANG, S. C.; LEI, C. L. 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. <https://doi.org/10.1007/s10340-008-0236-7>
- JUN-RAN, K.; PERUMALSAMY, H.; BONG-KI, S.; YOUNG-JOON, A. 2012. Fumigant toxicity of plant essential oils against *Camptomyia corticalis* (Diptera Cecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology* 105 (4): 1329-1334. <https://doi.org/10.1603/EC12049>
- KAFLE, L.; JEN, S. C. 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. <https://doi.org/10.1603/EC12230>
- MENDOZA-GARCÍA, E. E.; ORTEGA-ARENAS, L. D.; PÉREZ-PACHECO, R.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, C. 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. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392014000100007>
- METHANOL INSTITUTE. 2013. Manual de manipulación segura del metanol. Disponible en: http://www.methanol.org/wp-content/uploads/2016/06/Methanol-Safe-Handling-Manual-Final_Spanish.pdf [Fecha revisión: Octubre 2017].
- MIYAZAWA, M.; WATANABE, H.; KAMEOKA, H. 1997. Inhibition of acetylcholinesterase activity by monoterpenoids with a p-menthane skeleton. Journal of Agriculture and Food Chemical Chemistry 45 (3): 677-679. <https://doi.org/10.1021/jf960398b>
- NATHAN, S. S.; HISHAM, A.; JAYAKUMAR, G. 2008. Larvicidal and growth inhibition of the malaria vector *Anopheles stephensi* by triterpenes from *Dysoxylum malabaricum* and *Dysoxylum beddomei*. Fitoterapia 79 (2): 106-111. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.07.013>
- ORTEGA, A. L. D.; SCHUSTER, D. J. 2000. Repellency to silverleaf whitefly adults. Gulf Coast Research & Education Center. University of Florida. Bradenton, Florida, EE. UU. 2 p.
- ORTIZ, C. M.; MEDINA, T. R.; VLADIVIA VALDIVIA, B. R.; ORTIZ, C. A.; ALVARADO, C. S.; RODRÍGUEZ, B. J. R. 2010. Mosquitos blancos plaga primaria de hortalizas en Nayarit. Revista Fuente 2 (5): 31-40. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/02-05/4.pdf>
- PAVELA, R. 2009. Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). Industrial Crops and Products 30 (2): 311-315. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.06.005>
- PHASOMKUSOLSIL, S.; SOONWERA, M. 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. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60136-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60136-6)
- PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. 1997. Developing sustainable pest control from chemical ecology. Agriculture, Ecosystems and Environment 64 (2): 149-156. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00033-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00033-9)
- PITASAWAT, B.; CHAMPAKAEW, D.; CHOCHOTE, W.; JITPAKDI, A.; CHAITHONG, U.; KANJANAPOTHI, D.; RATTANACHANPICHAI, E.; TIPPAWANGKOSOL, P.; RIYONG, D.; TUETUN, B.; CHAIYASIT, D. 2007. Aromatic plant-derived essential oil: An alternative larvicide for mosquito control. Fitoterapia 78 (3): 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.01.003>
- RIVERA, J. L.; LIMA, R. 2013. Efecto desorbedor del metanol en la membrana celular. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 16 (2): 93-97. [https://doi.org/10.1016/S1405-888X\(13\)72080-1](https://doi.org/10.1016/S1405-888X(13)72080-1)
- RODRÍGUEZ, H. C. 2004. Plantas atrayentes de insectos plaga. pp. 203-234. En: Tornero, C. M.; López-Olguín, J. F.; Aragón, A. G. (Eds.). Ciencias Ambientales y Agricultura. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Disponible en: <http://www.cm.colpos.mx/cesareo/Divulgaci%C3%B3n/Plantas%20atrayentes%20de%20insectos%20plaga.pdf>
- SALVUCCI, M. E. 2000. Sorbitol accumulation in whiteflies: Evidence for a role in protecting proteins during heat stress. Journal of Thermal Biology 25 (5): 353-361. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(99\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(99)00107-2)
- SCHALCHER, P. A. I.; SCHALCHER, P. A. G.; SOBRINHO O. P. L.; CANTANHEDE, E. K. P.; SALDANHA, S. L. F. 2014. Actividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. Educação Química 25 (4): 446-449. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70065-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70065-5)
- SEON-MI, S.; KIM, J.; SANG-GIL, L.; CHANG-HOON, S.; SANG-CHUL, S.; 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 (15): 6596-6602. <https://doi.org/10.1021/jf9015416>
- SHARAWI, S. E.; ABD-ALLA, S. M.; OMARA, S. M.; AL-GHANDIGHAMDI, K. M. 2013. Surface contact toxicity of clove and rosemary oils against American cockroach, *Periplaneta Americana* (L.). African Entomology 21 (2): 324-332. <https://doi.org/10.4001/003.021.0204>
- SIGHAMONY, S.; ANEES, I.; CHANDRAKALA, T.; OSMANI, Z. 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. [https://doi.org/10.1016/0022-474X\(86\)90042-1](https://doi.org/10.1016/0022-474X(86)90042-1)
- TAN, K. H.; NISHIDA, R. 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. <https://doi.org/10.1673/031.012.5601>
- WOLFE, G. R.; HENDRIX, D. L.; SALVUCCI, M. E. 1998. A thermoprotective role for sorbitol in the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Journal of Insect Physiology 44 (7-8): 597-603. [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(98\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(98)00035-3)
- WON-IL, C.; EUN-HEE, L.; BYEOUNG-RYEOL, C.; HYUNGMAN, P.; YOUNG-JOON, A. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Journal of Economic Entomology 96 (5): 1479-1484. <https://doi.org/10.1093/jee/96.5.1479>
- WON-SIK, C.; BYEOUNG-SOO, P.; YOUNG-HAENG, L.; DO-YOUN, J. D.; HEY-YOUNG Y. H.; SUNG-EUN, L. 2006. Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. Crop Protection 25 (4): 398-401. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.05.009>
- XIAO-WEI, W.; PING, L.; SHUESHU-SHENG, L. 2017. Whitefly interactions with plants. Current Opinion in Insect Science 19: 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.02.001>
- XIE, Y.; YANG, Z.; CAO, D.; RONG, F.; DING, H.; ZHANG, D. 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. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.044>
- ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. 2014. Potentiality of plants as source of insecticide principles. Journal of Saudi Chemical Society 18 (6): 925-938. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.11.015>

Origen y financiación

El presente trabajo se originó de las investigaciones realizadas para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Fitosanidad en el área de Entomología del Colegio de Postgraduados campus Montecillo por el C. Eduardo Aguilar-Astudillo durante el periodo de 2013 a 2017, con beca PRODEP dependiente de la SEP, y el 4º año con beca de manutención y estancia por CONACYT.

Contribución de los autores

El primer autor Eduardo Aguilar-Astudillo, realizó los bioensayos, toma de muestras, ordenamiento, análisis e interpretación de datos y escritura de los resultados.

Los autores Cesáreo Rodríguez-Hernández, Hiram Bravo-Mojica, Ramón Marcos Soto-Hernández, Néstor Bautista-Martínez y Francisco Guevara-Hernández, apoyaron en la interpretación de los resultados y en la revisión del escrito.