

Sección Control

Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)

Evaluation of different plant extracts against the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae)

NORMA PATRICIA CÁZARES ALONSO¹, MARÍA JULIA VERDE STAR¹, JOSÉ ISABEL LÓPEZ ARROYO²
e ISIDRO HUMBERTO ALMEYDA LEÓN³

Resumen: Se evaluaron extractos crudos etanólicos de neem (*Azadirachta indica*), orégano (*Lippia graveolens*), guayaba (*Psidium guajava*), mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) y ajo (*Allium sativum*), en dosificación de 50 y 500 ppm. También se evaluó aceite del orégano al 2 y 4% utilizando detergente (tween 20) como emulsificante. Para determinar la eficiencia de los extractos como repelentes o bioinsecticidas contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, se realizaron conteos de los insectos que se encontraban sobre la planta e insectos muertos a las 24h y 48h de exposición al extracto. Los datos obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS® System. Los valores promedio de los tratamientos evaluados, se compararon mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). El mejor tratamiento como repelente a las 24h y 48h después de la aplicación fue el extracto de ajo a 50 ppm, con 84,37% y 87,50% de insectos repelidos, respectivamente. El mejor tratamiento como bioinsecticida fue el aceite de orégano al 4% resultando en una mortalidad de 70,31% del psílido asiático de los cítricos. Los resultados obtenidos muestran una alternativa prometedora del aceite de orégano en el manejo integrado de *D. citri* bajo condiciones de campo.

Palabra clave: Ajo. Orégano. Neem. Mandarina. Guayaba.

Abstract: Ethanolic crude extracts of neem (*Azadirachta indica*), oregano (*Lippia graveolens*), guava (*Psidium guajava*), Cleopatra mandarin (*Citrus reshni*) and garlic (*Allium sativum*), were evaluated in doses of 50 and 500 ppm. Oregano oil, 2 and 4%, mixed with Tween detergent as emulsifier, was also evaluated. To determine the efficiency of these extracts either as repellents or bioinsecticides, against the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*; insects found on the plants were counted at 24 and 48h after the application; dead insects were registered only at 48h after application. The data obtained were analyzed using the statistical package SAS® System. The average values of the treatments were compared by the Tukey test ($P \leq 0.05$). The best treatment as repellent at 24h and 48h after the application was the garlic extract at a dose of 50 ppm, showing the 84.37% and 87.50%, of insects repelled, respectively. The best treatment as bioinsecticide was oregano oil 4%, showing a mortality of 70.31% of the Asian citrus psyllid. The results obtained show a promissory alternative to use the oregano oil in a program of integrated pest management.

Key words: Garlic. Oregano. Neem. Tangerine. Guava.

Introducción

El psílido asiático de los cítricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae), fue detectado en México desde 2002 en los estados de Campeche y Quintana Roo, y en la actualidad está distribuido en todo el país y se le considera como plaga cuarentenaria (CABI/EPPO 2001). Este psílido causa daño directo a la planta por alimentarse de los brotes tiernos, merma la calidad y producción de los cítricos; es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *Candidatus Liberibacter americanus*, causantes, en el continente americano, de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) considerada como la enfermedad más devastadora de los cítricos, ya que provoca daños severos en la citricultura de diversos países (Da Graca y Korsten 2004).

El PAC tiene un ciclo de vida de 20 a 40 días pasando por cinco instares ninfales, donde el cuarto y quinto, así como el adulto, tienen la capacidad de adquirir y transmitir la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp. (Halbert y Manjunath 2004).

En México, la presencia de la bacteria causante del HLB se detectó en 2009, tanto en psílidos como en plantas de limón (SENASICA 2013).

En el control y manejo de poblaciones de *D. citri* se han utilizado diversos métodos como el control químico, biológico y medidas preventivas (López *et al.* 2004). En el caso del control químico, se encuentran en el mercado algunos productos efectivos, pero altamente tóxicos contra organismos utilizados en el control biológico, muy contaminantes al ambiente, y causantes en el mediano y largo plazo, de la aparición de plagas secundarias y resistentes a los insecticidas utilizados (Llorens 2007).

Los bioplaguicidas de productos naturales o sus derivados, representan una alternativa en el control del PAC, son biodegradables y no provocan riesgos para el ambiente ni para la salud humana o animal. Actualmente, varios productos naturales constituyen un gran potencial como controladores del PAC (Fuentes *et al.* 2000). Existen reportes de diversos extractos de plantas como el neem con numerosos principios activos terpénicos y la azadirachtina que produ-

¹ M. C. y Dr. respectivamente. Laboratorio de Fitoquímica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. CP66450, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. ² Ph. D. Campo Experimental General Terán, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Km 31, Carretera Montemorelos-China, CP67400, Gral. Terán, N. L., México. ³ Dr. Dirección de Planeación y Desarrollo, Centro de Investigación Regional del Noreste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Km 61 Carretera Matamoros-Reynosa, C.P. 88900, Cd. Río Bravo, Tamps, México. *halmeyda30@hotmail.com*. Autor para correspondencia.

cen efectos anti alimentarios, retrasos en el crecimiento, reducción de fecundidad, trastornos en la muda, defectos morfológicos y cambios en el comportamiento (Banchio *et al.* 2003). La azadirachtina funciona como disuasivo o supresor de la ovoposición (Salas 2001), y es eficiente contra plagas como la chinche del cultivo de arroz *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851), (Sutherland *et al.* 2002). En extracto metanólico la azadirachtina evita la ovoposición y puesta de huevos de *Erias vitella* (Fab.), plaga del algodón (Gajmer *et al.* 2002). La azadirachtina se encuentra en formulaciones de bioplágatas específicas evaluadas contra *Saccharosydne saccharivora* (Westwood), vector del amarillamiento de la hoja de caña de azúcar (Giraldo *et al.* 2006) y el extracto etanólico de sus frutos es efectivo contra el mosquito del dengue (*Aedes aegypti* L.) (Wandscheer *et al.* 2004).

La efectividad del ajo se ha mostrado en la eliminación y control de plagas como escarabajos del frijol mexicano, langostas, chapulines, gusanos del tabaco, cucarachas, minadores de hoja, plagas de algodón, café y arroz, entre otros (Cortéz 2007). Se han reportado preparaciones etanólicas de ajo que repelen completamente a *Planococcus citri* (Risso, 1813) cochinilla harinosa de los cítricos (Aguirre y Delgado 2010). Los compuestos disulfúricos y trisulfúricos, así como el aceite esencial del ajo, producen un efecto inhibitorio contra el PAC sin afectar a los enemigos naturales (Mann *et al.* 2011).

El extracto crudo del orégano, ha causado mortalidad de todos los estadios larvales, huevo y adulto del ácaro *Eotetranychus lewisi* (Mc Gregor) plaga del durazno (Quintos *et al.* 2005). En diferentes especies de orégano se ha verificado su eficiencia considerando que poseen un amplio espectro insecticida. Los extractos de las especies *Origanum compactum* (Benth) y *O. majorana* (L.) son tóxicos para adultos de la mosca de Hesse (Cecidomyiidae) plaga de trigo en Marruecos (Lamiri *et al.* 2001).

El aceite de orégano (*Origanum syriacum* L.) en una concentración de 36 mg/L es efectivo contra el cuarto estadio

larval del mosquito *Culex pipiens* (L.) (Traboulsi *et al.* 2002). El aceite del orégano (*Lippia graveolens* Kunth), se ha probado con gran éxito en técnicas de repelencia y letalidad de *Varroa destructor* (Oudemans, 1904) Pérez *et al.* (2008), y es igualmente efectivo que insecticidas sintéticos para combatir plagas como el escarabajo común *Rhizopertha dominica* (Fabricius, 1792) en cereales almacenados (Khalfi *et al.* 2008).

La guayaba (*Psidium guajava* L.), intercalada entre la plantación de cítricos demostró ser una buena alternativa para el control del PAC (Ichinose *et al.* 2008) y su aceite esencial puede ser más eficiente para suprimirlo (ACIAR 2008), y además causar repelencia en orugas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lima *et al.* 2009). En estudios sobre compuestos volátiles en hoja de guayaba el dimetil disulfuro (DMDS) es el responsable del efecto protector contra el PAC; este compuesto volátil solamente se produce cuando la hoja sufre daños mecánicos, y tiene un efecto de 10 min (Rouseff *et al.* 2008). El DMDS ejerce neurotoxicidad insecticida a través de la disfunción mitocondrial y activación de los canales K-ATP y es tóxico en mamíferos (Dugravot *et al.* 2003).

La mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort ex Tan) utilizada como portainjerto de distintas especies cultivadas de cítricos como naranjo, pomelo y limonero se considera resistente a los suelos calizos, y tolerante a enfermedades como la tristeza de los cítricos, exocortis, psoriasis y cachexia (Amorós 2003). Es un portainjerto que induce crecimiento lento, buena productividad y calidad del fruto (Soler y Soler 2006). En bioensayos comparados con otros cítricos, al ataque del PAC en diferentes estadios, la mandarina cleopatra ocasiona una disminución significativa en la supervivencia, el desarrollo y la ovoposición del insecto (Tsagkarakis y Rogers 2010). Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de extractos de diferentes especies vegetales, como repelentes e insecticidas contra *Diaphorina citri* vector del HLB.

Tabla 1. Valores promedios de psílidos presentes a las 24 h y 48 h dda en plantas de cítricos tratadas con extractos de diferentes especies de plantas y dosis evaluadas.

Extracto	Concentración	Comparación de medias (valores con la misma letra son estadísticamente iguales)	
		24 horas después de la aplicación	48 horas después de la aplicación
Orégano	50 ppm	1.37 b	1.62 cd
Orégano	500 ppm	2.12 b	2.87 bcd
Ajo	50 ppm	1.25 b	1.00 d
Ajo	500 ppm	2.00 b	1.75 cd
Mandarina cleopatra	50 ppm	5.87 a	4.25 abc
Mandarina cleopatra	500 ppm	5.87 a	6.00 a
Guayaba	50 ppm	6.00 a	4.50 abc
Guayaba	500 ppm	6.50 a	4.12 abc
Neem	50 ppm	6.62 a	5.75 ab
Neem	500 ppm	5.62 a	6.00 a
Aceite de orégano	2%	2.50 b	2.00 cd
Aceite de orégano	4%	2.00 b	1.75 cd
Tween		5.50 a	4.50 abc
Agua		6.00 a	4.37 abc
Seco		6.12 a	5.87 ab

Tabla 2. Media aritmética de mortalidad de psílidos a las 48 h dda tratados con extractos de diferentes especies de plantas y dosis.

Extracto	Concentración	Comparación de medias (valores con la misma letra son estadísticamente iguales)
Orégano	50 ppm	4.50 abcd
Orégano	500 ppm	3.87 abcd
Ajo	50 ppm	4.87 abc
Ajo	500 ppm	2.75 abcd
Mandarina cleopatra	50 ppm	3.75 abcd
Mandarina cleopatra	500 ppm	2.00 cd
Guayaba	50 ppm	3.50 abcd
Guayaba	500 ppm	3.87 abcd
Neem	50 ppm	2.25 bcd
Neem	500 ppm	2.00 cd
Aceite de orégano	2%	5.37 a
Aceite de orégano	4%	5.62 a
Tween		2.12 bcd
Aqua		2.75 abcd
Seco		1.37 d

Materiales y métodos

El estudio se realizó en Nuevo León, México, en el laboratorio de Control Biológico del Campo Experimental General Terán del Centro de Investigación Regional del Noreste, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias y en el Laboratorio de Fotoquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Mediante el uso de una aspiradora bucal se colectaron adultos de *D. citri* y en grupos de ocho individuos, seleccionados al azar, fueron depositados en frascos de plástico con capacidad de 250 ml. Las poblaciones de insectos se mantuvieron en cámaras de reproducción bajo condiciones de 26 °C y 16:8h de L:O. Como hospedero del insecto se utilizó el naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) de dos meses, sembrado en vasos de unicel, con sustrato Sunshine Peat Moos, compuesto 100% de musgo *Sphagnum* sp., el ras del vaso se cubrió con papel de estraza para evitar que el insecto tuviera contacto con el sustrato.

Las especies vegetales evaluadas como repelentes o insecticidas fueron: neem (*Azadirachta indicak* A. Juss), orégano (*Lippia graveolens*) guayaba (*Psidium* sp.), mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) y ajo (*Allium sativum* L.). Los extractos etanólicos del neem, orégano, guayaba y mandarina cleopatra fueron obtenidos de las hojas, y del bulbo en el caso del ajo.

Los extractos etanólicos se obtuvieron a partir de 60 g de muestra seca y molida, a la cual se le agregó 300 ml de etanol absoluto; se utilizó la técnica de soxhlet por reflujo continuo durante 40 h. Transcurrido este tiempo, la muestra se dejó enfriar y se filtró y, posteriormente, se obtuvo el extracto crudo, concentrado y libre de etanol utilizando un rotavaporador a 45 °C hasta secar la muestra. Como disolvente de los extractos se utilizó agua destilada, y se evaluaron las concentraciones de 50 y 500 ppm.

En el caso del aceite de orégano se utilizó la técnica de arrastre de vapor, utilizando 10g de muestra y 75 ml de agua destilada en un matraz de fondo plano, se calentó a temperatura constante de 100 °C por 2h, posteriormente se separó de la fase acuosa y se recolectó en un tubo eppendorf, manteniéndola a temperatura ambiente. Las dosificaciones al 2 y 4% se determinaron basados en las condiciones reportadas por (Pérez *et al.* 2008). El aceite se disolvió en detergente (Tween 20) y agua en una proporción (1:1:1); posteriormente se realizaron las diluciones para obtener las dosis reportadas. Para la comparación de los tratamientos evaluados se tuvieron tres testigos; en el primer testigo los insectos fueron tratados solamente con agua, el segundo fue un testigo en seco (el insecto no estuvo en contacto con ningún líquido), y en el tercero los insectos fueron tratados con el detergente al 2%. Se tuvieron ocho repeticiones de cada tratamiento y para su análisis se utilizó el diseño experimental completamente al azar.

Antes de aplicar los extractos, los frascos que contenían a los insectos se mantuvieron durante cinco minutos a 4 °C para reducir al máximo su movilidad. Las plantas de naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) de dos meses de emergencia y sembradas en vasos de unicel con sustrato Sunshine Peat Moos, fueron asperjadas con ayuda de un rociador en botellas PET grado alimentario de 10ml, con aproximadamente 0,137 ml de cada uno de los tratamientos. Despues de la aplicación, las plantas asperjadas y los insectos fueron colocados en botones trampa (frascos de plástico con capacidad de 2,5 L), y se mantuvieron en una incubadora a una distancia de 20 cm entre frascos, a 26 °C ± 1 con humedad relativa de 52% y 16-8 h de luz-oscuridad.

Se evaluaron las variables: repelencia y mortalidad de los psílidos. Para tal efecto, se realizaron conteos de los insectos que se encontraban sobre las plantas a las 24 h y 48 h después de la aplicación (dda), el conteo de insectos muertos se realizó únicamente a las 48 h dda.

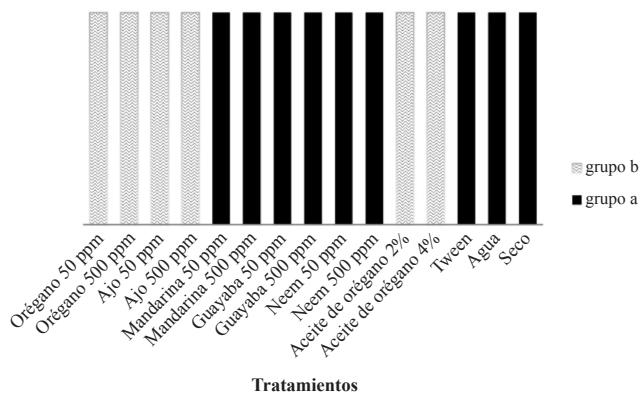


Figura 1. Grupos de significancia por medio de la prueba de Tukey a las 24 h después de la aplicación de los tratamientos evaluados como repelentes contra el psílido *D. citri*.

Los datos registrados para medir la repelencia y mortalidad del PAC causadas por los tratamientos, fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS® System (SAS Institute Inc. 2001), bajo el diseño correspondiente y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados

Para la variable de repelencia observada a las 24 h dda, el número menor de adultos de *D. citri* presentes en las plantas fue registrado en los tratamientos de extracto crudo de orégano en dosificación de 50 ppm, de ajo en dosificaciones de 50 y 500 ppm y en el aceite de orégano al 4%, correspondiendo a un promedio de 1,37, 1,25, 2,0, y 2,0 insectos presentes respectivamente (Tabla 1). Mediante la prueba de Tukey, los tratamientos se dividieron en dos grupos estadísticamente diferentes (Fig. 1). El grupo A incluye a los tratamientos de mandarina cleopatra en dosificaciones de 50 y 500 ppm; guayaba en dosificaciones de 50 y 500 ppm; neem en dosificaciones de 50 y 500 ppm, y los tratamientos testigo (Tween, agua y testigo seco). El grupo B quedó conformado con los tratamientos de orégano en dosificaciones de 50 y 500 ppm; ajo en dosificaciones de 50 y 500 ppm y el aceite de orégano al 2 y 4%. En los tratamientos que conformaron el grupo A, se registró el mayor número de insectos presentes en las plantas, mientras que los tratamientos que conformaron el grupo B, presentaron los mejores resultados de repelencia para el psílido *D. citri* a las 24 h dda, ya que en estos tratamientos fue donde se registró el menor número de adultos de *D. citri* presentes en las plantas (Tabla 1).

La misma tendencia en la variable de repelencia registrada a las 24h dda, fue la que se registró a las 48h dda, registrándose un promedio de 1,62, 1,0, 1,75, 2,0 y 1,75 insectos presentes en los tratamientos de extracto crudo de orégano en dosificación de 50 ppm, ajo en dosificaciones de 50 y 500 ppm y el aceite de orégano al 2% y 4% respectivamente (Tabla 1). Mediante la prueba de Tukey, se formaron cuatro grupos de significancia estadística (Fig. 2). El grupo A incluye a los tratamientos de mandarina cleopatra a 50 y 500 ppm; guayaba a 50 y 500 ppm; neem a 50 y 500 ppm y los testigos Tween, agua y tratamiento seco, los cuales presentan los promedios más altos de insectos presentes en las plantas (Tabla 1). El grupo B incluye al extracto crudo de orégano a 500 ppm; mandarina cleopatra a 50 ppm; guayaba a 50 y

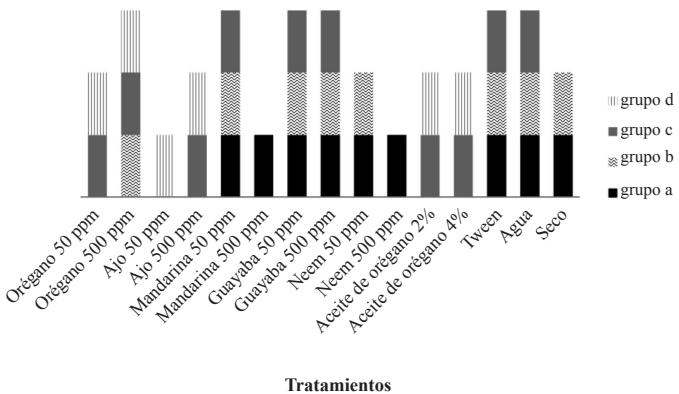


Figura 2. Grupos de significancia por medio de la prueba de Tukey a las 48 h después de la aplicación de los tratamientos evaluados como repelentes contra el psílido *D. citri*.

500 ppm; al neem a 50 ppm y a los testigos Tween, agua y tratamiento seco. El grupo C incluye a la mayoría de los tratamientos excepto al ajo a 50 ppm y a los tratamientos de mandarina cleopatra a 500 ppm; neem a 50 y 500 ppm y el tratamiento seco. El grupo D incluye a los tratamientos de extractos de orégano a 50 y 500 ppm; ajo a 50 y 500 ppm y el aceite de orégano al 2 y 4%, los cuales presentan los mejores valores de repelencia tanto a las 24 h como a las 48 h dda, ya que son los tratamientos donde se contabilizó el menor número de adultos de *D. citri* presente en las plantas (Tabla 1).

Los mejores resultados de mortalidad de psílidos a las 48 h dda se obtuvieron con el aceite de orégano al 2 y 4% y con los extractos crudos de orégano y de ajo, ambos a 50 ppm, con valores promedios de 5,30, 5,62, 4,50 y 4,87 insectos muertos respectivamente (Tabla 2). Mediante la prueba de Tukey, se formaron cuatro grupos de significancia estadística (Fig. 3). El grupo A incluye a la mayoría de los tratamientos, excluyendo a la mandarina cleopatra a 500 ppm; neem a 50 y 500 ppm; al Tween y al tratamiento seco. El grupo B no incluye al aceite de orégano al 2 y al 4 %, y tampoco se incluyen los tratamientos de mandarina cleopatra a 500 ppm; neem a 500 ppm, ni al testigo seco. El grupo C no incluye a los tratamientos de aceite de orégano al 2 y 4%, y tampoco incluye al testigo seco. El grupo D incluye a la mayoría de los tratamientos excepto al ajo a 50 ppm y al aceite de orégano utilizado al 2 y 4%. Los grupos más contrastantes y que di-

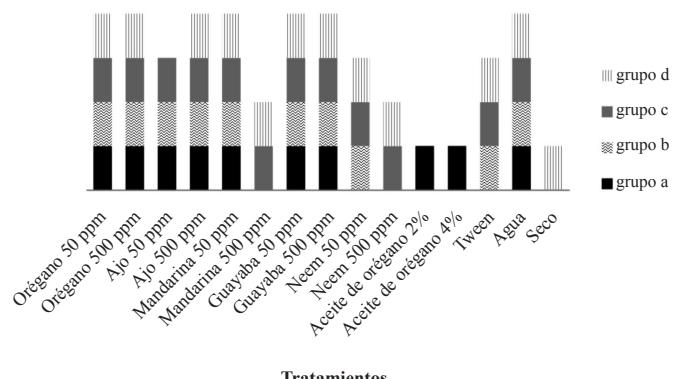


Figura 3. Grupos de significancia por medio de la prueba de Tukey a las 48 h después de la aplicación de los tratamientos evaluados sobre la mortalidad del psílido *D. citri*.

ferencian estadísticamente entre tratamientos son los grupos A y D, ya que en el grupo A no se incluyen a los tratamientos que presentaron los valores más bajos de mortalidad que fueron la mandarina cleopatra a 500 ppm, neem a 50 y 500 ppm, al tween y al tratamiento seco, mientras que en el grupo D, no se incluyen a los tratamientos donde se registraron los valores más altos de mortalidad que fueron el ajo a 50 ppm, y al aceite de orégano utilizado al 2 y 4% (Fig. 3).

Discusión

Los tratamientos a base de neem utilizados en este trabajo no resultaron eficientes significativamente, como causantes de repelencia y mortalidad contra *D. citri*, a pesar de que se ha demostrado su efectividad como anti alimentario e insecticida contra un gran número de especies de insectos (Silva *et al.* 2007). La baja eficiencia registrada del neem en este trabajo pudo deberse a que se utilizaron hojas y, posiblemente, la cantidad de azadiractina presente fue mínima, ya que son los frutos los que contienen la mayor cantidad de esta sustancia y se requiere utilizar en concentraciones mayores a 50 mg/L para provocar efectos en insectos adultos (Adan *et al.* 1998; Wandscheer *et al.* 2004). Por otra parte, una desventaja que tiene la azadiractina es que aproximadamente el 65% se descompone por efecto de los rayos ultravioleta en 14 h y su concentración depende de diversos factores como temperatura, humedad, luz etc. (Mordue y Blackwell 1993). También se menciona que los insectos pueden presentar cierta resistencia a los extractos cuando es la primera vez que se ponen en contacto con ellos (Ermel *et al.* 1987), como en el caso de los áfidos que son poco susceptibles al efecto anti alimentario y requieren de una reingesta para obtener algún efecto (Niesbet *et al.* 1994).

La guayaba y la mandarina cleopatra solamente han dado resultados promisorios en cuanto a la repelencia y efectos en el desarrollo y ovoposición del psílido cuando se han utilizados como cultivos intercalados dentro de plantaciones de cítricos (Ichinose *et al.* 2008). Sin embargo, se ha documentado que al menos el aceite esencial de la guayaba presenta repelencia en orugas de *Spodoptera frugiperda* (Lima *et al.* 2009), y se demostró que la sustancia responsable de la repelencia es el DMDS que se forma con los daños mecánicos que sufren las hojas y tiene una duración de 10 min (Rouseff *et al.* 2008), el cual se considera un tiempo muy corto para demostrar un efecto promisorio en la repelencia y mortalidad de insectos tal y como se registró en este trabajo. La mandarina cleopatra provoca poco o nulo efecto sobre el desarrollo de *D. citri*, además de que no se ha encontrado el metabolito responsable (Tsagkarakis y Rogers 2010). En este estudio, solamente se utilizaron extractos etanólicos crudos de la mandarina cleopatra, restringiendo la extracción de componentes químicos de las plantas por lo que algunos componentes o principios activos pudieron no encontrarse en el extracto evaluado.

El extracto crudo de ajo en dosis de 50 ppm, mostró ser eficiente en la repelencia y mortalidad de *D. citri*, y coinciden con los resultados de Han *et al.* (2006) y Mann *et al.* (2011), que han reportado al ajo como planta insecticida y con actividad de repelencia e inhibición de *D. citri* sin afectar a los enemigos naturales. También se ha demostrado el efecto del extracto crudo de orégano para el control del mosquito *C. pipiens* en el cuarto estadio larval pero en concentraciones de 36 mg/L (Traboulsi *et al.* 2002). En este trabajo, el extracto

crudo de orégano se evalúo en dosis de 0,5 mg y 5 mg/L, registrándose resultados significativos en la repelencia de *D. citri*, por lo tanto, es probable que concentraciones más elevadas de este extracto como las evaluadas por Traboulsi *et al.* (2002), pudieran tener un mayor efecto repelente en el psílido. En su modalidad de aceite esencial, el orégano, generalmente es utilizado en estudios antimicrobianos (García *et al.* 2008) y anti fúngicos (Hernández *et al.* 2008). Sin embargo, en este estudio se registró su eficacia como bioinsecticida, ya que presentó los mayores promedios de mortalidad de *D. citri* tanto al 2% como al 4% y también registró porcentajes significativos de repelencia. Estos resultados son particularmente importantes, en razón de que el uso del ajo y orégano como extractos crudos o de este último en su modalidad de aceite esencial, pueden ser incorporados en programas de manejo integrado del psílido o algunas otras plagas, ya que permiten reducir las aplicaciones de insecticidas y no se afecta la fauna benéfica; sobre todo en áreas productoras de algunas especies de cítricos como el limón italiano *Citrus limon* (L.) Burms, cuyo mercado es el de exportación y donde los niveles de residuos permitidos de plaguicidas son mínimos.

Si bien es cierto tal como lo señalan Martínez *et al.* (2000), que los plaguicidas vegetales actúan más discretamente que los químicos sintéticos por lo que muchas veces las plagas no se eliminan a la primera aplicación, y su efecto se pierde pronto, por lo que deben ser aplicados al momento de su preparación y más frecuentemente que los químicos sintéticos, además de que su efecto y contenido de ingredientes activos dependen entre otros factores de la especie, época de recolección, variedad de la planta, influencia ambiental, forma de preparación, extracción y aplicación del producto, también es cierto que en los programas de manejo integrado de plagas se puede hacer uso de extractos botánicos con propiedades repelentes, ya que presentan la ventaja de efectos residuales muy cortos y pueden ser compatibles con el control biológico (Chiasson *et al.* 2004). Bajo este contexto, los extractos vegetales, como el orégano en su modalidad de extracto crudo y/o aceite esencial se constituyen como una interesante alternativa para el control de *D. citri* bajo condiciones de campo.

Conclusiones

El mejor producto para la repelencia y mortalidad de *D. citri* fue el aceite esencial de orégano al 2 y 4%. El extracto crudo de ajo también se constituye como una alternativa viable como repelente de *D. citri*.

Agradecimientos

Al fondo CONACYT-SAGARPA que financió el proyecto: 2009-108591, que dio origen al presente trabajo.

Literatura citada

- ACIAR. 2008. The guava effect a new tool in the fight against citrus greening. In Vietnam Achievements. ACIAR/ 2007-2008 Report.
- ADAN, A.; SORIA, J.; DEL ESTAL, P.; SÁNCHEZ, C. B.; VIÑUELA, E. 1998. Acción diferencial de dos formulaciones de azadiractina sobre los estados de desarrollo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Biol. Sanidad Vegetal Plagas 24: 1009-1018.
- AGUIRRE, V. Y.; DELGADO, V. 2010. Pesticidas naturales y sintéticos. Ciencia 13 (1): 43-53.

- AMORÓS, C. M. 2003. Producción de Agrios. Madrid: Mundiprensa libros. 345 p.
- BANCHIO, E.; VALBDARES, G. D.; PALACIOS, S.; CARPINELLA, C. 2003. Effects of *Melia azadarach* (Meliaceae) fruit extract on the leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) assessment in laboratory and field experiments. *Annual Biology* 143: 187-193.
- CABI/EPPO. 2001. *Diaphorina citri*. Distribution maps of plant pests, Map. No. 334. Wallingford, UK: CAB International.
- CHIASSON, H.; BOSTANIAN, N. J.; VINCENT, C. 2004. Acaricidal properties of a *Chenopodium* based botanical. *Journal Economic Entomology* 97: 1373-1377.
- CORTÉZ, M. E. 2007. Elaboración de insecticidas naturales, para el control de la mosca blanca y otras plagas domésticas. Campo Experimental Valle del Fuerte INIFAP. <http://www.fps.org.mx>.
- DA GRACA, J. V.; KORSTEN, L. 2004. Citrus huanglongbing: Review, present status and future strategies. In: Naqvi, S. A. M. H. (Ed.). Diseases of fruits and vegetables 1: 229-245. Kluwer Academic Publisher Printer. Países Bajos.
- DUGRAVOIT, S.; GROLLEAU, F.; MACHEREL, D.; ROCHE-TAING, A.; HUE, B.; SANKIEWICZ, M.; HUIGNARD, J.; LAPIED, B. 2003. Dimethyl disulfide exerts insecticidal neurotoxicity through mitochondrial dysfunction and activation of insect K-ATP channels. *Journal of Neurophysiology* 90 (1): 259-270.
- ERMEL, K. E.; PAHLICH, H.; SCHUMUTTERER, H. 1987. Azadirachtin content of neem seed kernels from different geographical locations and its dependence on temperature, relative humidity and light. pp. 171-184. In: Proc 3rd. Int. Neem conference. Nairobi.
- FUENTES, F. F.; LEMES, H. C.; RODRÍGUEZ, F. C.; GERMOSEN, R. L. 2000. Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. Tomo II. Santo Domingo. Ed. Centenario S. A. 197 p.
- GAJMER, T.; SINGH, R.; SAINI, R. K.; KALIDHAR, S. B. 2002. Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and bakain (*Melia azadarach* L.) seeds on oviposition and egg hatching of *Earias vitella* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal Applied Entomology* 136: 238- 243.
- GARCÍA, C. L.; ALONSO, R. S. E.; RODRÍGUEZ, M. R.; MARTÍNEZ, R. E.; RAMIREZ, B. P.; TORRES, M. J. V.; CASTRO, B. 2008. Actividad antimicrobiana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple. pp. 34-35. 3era. Reunión nacional sobre orégano RESPYN edición especial #1, Coahuila, México.
- GIRALDO, H. V.; VARGAS, A.; SARMIENTO, A.; HERNÁNDEZ, E.; AMAYA, F.; RAMÍREZ, M.; RAMÍREZ, F.; CONTRERAS, E. 2006. Evaluación de bioplaguicidas para el manejo del saltahojas verde de la caña de azúcar (*Saccharosydne saccharivora* (Westwood) (Hemiptera: Delphacidae) en el Valle San Antonio Ureña, Táchira, Venezuela. *Agronomía Tropical* 56 (2): 253-276.
- HALBERT, S. E.; MANJUNATH, K. L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist* 87 (3): 330-353.
- HAN, M. K.; KIM, S. I.; AHN, Y. J. 2006. Insecticidal and anti-feedant activities of medicinal plant extract against *Attagenus unicolor japonicas* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal Stored Products Research* 42: 15-22.
- HERNÁNDEZ, T.; CANALES, M.; GARCÍA, A. M.; DURÁN, A.; MERAZ, S.; DÁVILA, P.; ÁVILA, J. G. 2008. Antifungal activity of the essential oils of two Verbenaceae *Lantana achyranthifolia* and *Lippia graveolens* of Zapotitlán de las Salinas Puebla (México). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas Sociedad Latinoamericana de Fitoquímica* 7 (4): 203-207.
- ICHINOSE, K.; BANG, D. V.; DIEN, L. Q. 2008. Better management for citrus greening: chemical- uses or guava interplanting? pp. 308-309. In: Proceeding of the International Research Conference on Huanglongbing, Orlando, Florida.
- KHALFI, O.; SAHRAOUI, N.; BENTAHAR, F.; BOUTEKEDJIR, CH. 2008. Chemical composition and insecticidal properties of *Origanum glandulosum* (Desf.) essential oil from Algeria. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88 (9): 1562-1566.
- LAMIRI, A.; LHALOUI, S.; BENJILALI, B.; BERRADA, M. 2001. Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly *Mayetiola destructor* (Say). *Field Crops Research* 71: 9-15.
- LIMA, R. K.; DAS GRACA, M. D.; DOS SANTOS, C. D.; CAMPOS, J. M.; PEREIRA, D. K.; DO NASCIMENTO, E. A. 2009. Essential oil chemical composition from leaves of guava (*Psidium guajava* L.) and its effects on the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). (Lepidoptera: Noctuidae) behavior. *Ciência Agropecuária [online]* 33: 1777-1781. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000700013>.
- LLORENS, J. M. 2007. Biología de los enemigos naturales de las plagas de cítricos y efectos de los productos fitosanitarios. *Dossiers Agraris ICEA Enemies naturals de plagues en diferentes cultius a Catalunya*. <http://icea.iec.cat/pdf/Dosier6.pdf>.
- LÓPEZ, A. J. I.; LOERA, G. J.; MIRANDA, S. M. A.; REYES, M. A.; ROCHA, P. M. A. 2004. Manejo integrado de plagas de cítricos. En: Memorias del simposio internacional manejo fitosanitario del cultivo de los cítricos. Sociedad Mexicana de Fitopatología, Veracruz, Ver.
- MANN, R. S.; ROUSEFF, R. L.; SMOOTH, J. M.; CASTLE, W. S.; STELINSKI, L. L. 2011. Sulfur volatiles from *Alliums* spp. affect Asian citrus psyllid *D. citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) response to citrus volatiles. *Bulletin of Entomology Research* 101 (1): 89-97.
- MARTÍNEZ, J. V.; BERNAL, H. Y.; CÁCERES, A. 2000. Fundamentos de la agrotecnología en cultivo de plantas medicinales iberoamericanas. Santa Fe de Bogotá, Colombia. CAB-CYTED 39-48.
- MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. 1993. Azadirachtin: an update. *Journal Insect Physiology* 39: 903-924.
- NIESBET, A. J.; WOODFORD, J. A. T.; STRANG, R. H. C. 1994. The effects of azadirachtin-treated diets on the feeding behaviour and fecundity of the peach-potato aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 71 (1): 65-72.
- PÉREZ, G. S.; GONZÁLEZ, M. G.; MERE, A. R. 2008. Repelencia y letalidad con aceite de orégano (*Lippia graveolens* HBK var. *berlandieri*) en *Varroa destructor*. pp. 16-17. 3ra. Reunión Nacional sobre Orégano RESPYN edición especial #1, Coahuila, México.
- QUINTOS, E. M.; GONZÁLEZ, C. M. P.; GONZÁLEZ, G. M. C.; HERNÁNDEZ, L. 2005. Efecto acaricida de cuatro extractos crudos de maleza contra *Eotetranychus lewisi* McGregor (Acar: Tetranychidae). Disponible en: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx>.
- ROUSEFF, R. L.; ONAGBOLA, E. O.; SMOOTH, J. M.; STELINSKI, L. L. 2008. Sulfur volatiles in guava (*Psidium guajava* L.) leaves. Possible defense mechanism. *Journal Agriculture Food Chemical* 56 (19): 5-10.
- SALAS, J. 2001. Eficiencia de un repelente basado en ajo para la reducción poblacional de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. *Agronomía Tropical* 51 (2): 163-174.
- SAS Institute Inc. 2001. SAS/IML User's Guide. Version 8. SAS Institute Inc. Cary NC. 856 p.
- SENASICA (SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA). 2013. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?search=deteccion+deHLB.5/10/2013>.
- SILVA, J. P.; CROTTI, A. E. M.; CUNHA, W. R. 2007. Antifeedant and allelopathic activities of the hydroalcoholic extract obtained from neem (*Azadirachta indica*) leaves. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 17: 529-532.

- SOLER, A. J.; SOLER, G. F. 2006. Cítricos variedades y técnicas de cultivo. Madrid: Mundi-Prensa libros. 52 p.
- SUTHERLAND, J. P.; BAHARALLY, V.; PERMAUL, D. 2002. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in Guyana. Revista Internacional para el Estudio de la Entomología Tropical 17 (1): 97-101.
- TRABOULSI, A. F.; TAOUBIK, H. S.; BESSIÈRE, J. M.; RAM-MAL, S. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). Pesticides Management Science 58: 491-495.
- TSAGKARAKIS, A. E.; ROGERS, M. E. 2010. Suitability of "Cleopatra" mandarin as a host plant for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist 93 (3): 451-453.
- WANDSCHEER, C. B.; DUQUE, J. E.; DASILVA, M.; FUKUYAMA, Y.; WOHLKW, J. L.; ADELMANN, J.; FONTANA, J. D. 2004. Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. Toxicon 44: 829-835.

Recibido: 7-oct-2013 • Aceptado: 14-may-2014

Citación sugerida:

- CAZARES ALONSO, N. P.; VERDE STAR, M. J.; LÓPEZ ARROYO, J. I.; ALMEYDA LEÓN, I. H. 2014. Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Revista Colombiana de Entomología 40 (1): 67-73. Enero-julio 2014. ISSN 0120-0488.