



INSECTICIDAS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CONTROL DE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA:PSYLLIDAE) EN LIMÓN PERSA EN “LA FORTUNA”, NAYARIT, MÉXICO

LOW ENVIRONMENTAL IMPACT INSECTICIDES TO CONTROL of *Diaphorina citri* (HEMIPTERA:PSYLLIDAE) ON PERSIAN LEMON IN “LA FORTUNA”, NAYARIT, MEXICO

Macías-Rodríguez LC, Santillán-Ortega C*, Robles-Bermúdez A, Isiordia-Aquino N, Ortiz-Catón M.

Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, Carretera Tepic-Compostela Km. 9, Apdo. Postal 49, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

RESUMEN

El psílido asiático *Diaphorina citri* es transmisor de la principal enfermedad de los cítricos (huanglongbing), causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, en este contexto se realizó el presente estudio con la finalidad de evaluar la eficacia de thiacloprid (0.2 y 0.3 L·ha⁻¹), abamectin (0.6 y 1 L·ha⁻¹), aceite mineral (1 y 2 %) y sales de ácidos grasos (0.75 y 1 %) en ninfas del psílido, en una huerta de limón persa en “La Fortuna” Tepic, Nayarit, México. Se encontró que solamente el tratamiento de abamectin a dosis de 1 L·ha⁻¹ mostró diferencias a las dos semanas después de la primera aplicación y una semana después de la segunda aplicación, con una media de tres ninfas por brote y 93.1 % de mortalidad en comparación al muestreo inicial. Sin embargo, los tratamientos: aceite mineral (1 y 2 %), sales de ácidos grasos (0.75 y 1 %) y abamectin (0.6 L·ha⁻¹) mostraron porcentajes de control de 75 a 90 %, además de que se observó la presencia de enemigos naturales del psílido en los tratamientos de aceite mineral (1 y 2 %), sales de ácidos grasos (0.75 y 1 %) y el testigo, lo que pudo haber contribuido a la disminución del 44.4 % en este último tratamiento. Con base en estos resulta-

dos, impacto ambiental y el costo de los tratamientos para implementarlos, se concluye que los tratamientos de aceite mineral (1 y 2 %) y sales de ácidos grasos (0.75 y 1 %) son los que presentaron mayor control de ninfas de *D. citri* y menor costo de aplicación.

ABSTRACT

Asiatic psillyd *Diaphorina citri* is the vector of the main disease of citrus (huanglongbing), caused by the bacterium *Candidatus liberibacter spp.*, Therefore, the present study was carried out with the purpose to evaluate the efficacy of thiacloprid (0.2 and 0.3 L·ha⁻¹), abamectin (0.6 and 1 L·ha⁻¹), mineral oil (1 and 2 %) and grease acid salts (0.75 and 1 %) on psillyd nymphs, in a Persian lime orchard in “La Fortuna” Tepic, Nayarit, México. It was determined that only abamectin treatment to 1 L·ha⁻¹ showed differences at two weeks after the first application and one week after the second application, with an average of tree nymphs per bud and 93.1 % mortality compared to first test. However, mineral oils (1 and 2 %), grease acid salts (0.75 and 1 %) and abamectin (0.6 L·ha⁻¹) treatments showed 75 to 90 % control; on the other hand, there was the presence of natural enemies of the psillyd on mineral oil (1 and 2 %), grease acid

PALABRAS CLAVE

Dragón amarillo, HLB, control de hemípteros, insecticidas biorracionales.

Información del artículo

Recibido: 24 de octubre de 2013.

Aceptado: 12 de marzo de 2013.

***Autor Corresponsal:**

Santillán-Ortega C, Profesor-Investigador, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela Km.9, Apdo. Postal 49, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México. Tel. +52(311) 211 0128. Correo Electrónico: scandelario@colpos.mx

salts (0.75 and 1 %) and untreated control, which it could contribute at 44.4 % diminution on these last treatment. Based on these results, and considering the impact and implementation cost, as conclusion, it was demonstrated that mineral oil (1 and 2 %) y grease acid salts (0.75 and 1 %) treatments are those that presented higher control on *D. citri* nymphs and less application cost.

KEY WORDS

Greening, HLB hemipterus control, biorational insecticides.

Introducción

La producción de limones y limas en el mundo se estima en 13,211,406 toneladas; destacan en orden descendente siete países que se posicionan como los mayores productores: India, México, Argentina, China, Brasil, Estados Unidos de América y Turquía. México es el segundo mayor productor de limón y lima del mundo después de India, con una producción de 1,891,400 toneladas que representan el 14.3 % de la producción mundial, y son el décimo segundo producto de mayor producción en el país (FAO-FAOSTAT, 2010).

Limones y limas se consideran como el noveno producto de mayor exportación en el país, por lo que se posiciona a México como el segundo mayor exportador de este producto en el mundo después de España, con 464,514 toneladas (FAO-FAOSTAT, 2009). Los principales estados productores en México son Michoacán, Veracruz, Oaxaca y Colima. En Nayarit, se reporta una superficie de 2,175 ha, de las cuales representa el 1.3 % de la superficie nacional (SAGARPA-SIAP, 2011). Por la magnitud de la superficie cultivada con limas y limones en México, cualquier problema fitosanitario que represente una afectación de la producción representa una grave amenaza a la estabilidad económica de las personas que dependen de ese sector productivo. El caso del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), insecto que provoca problemas directos al alimentarse de la savia de la planta y causa debilitamiento del árbol, pero su mayor daño radica en transmitir la enfermedad llamada Huanglongbing (HLB) o dragón amarillo. Tal problema ataca a todos los cítricos y lo causa la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, Gram negativa, vascular, limitada al floema. Este daño fitosanitario

se considera el más importante de los cítricos, porque afecta plantas jóvenes y adultas; así como en los brotes jóvenes, provoca que las hojas se enrollen y retuerzan, induce el amarillamiento de las hojas, síntomas que en conjunto provocan una disminución progresiva de la producción para que finalmente cause la muerte total del árbol (Varela-Fuentes *et al.*, 2010).

La enfermedad del HLB, se detectó por primera vez en junio de 2009 en el estado de Yucatán, pero en la actualidad, el HLB se presenta en la Península de Yucatán, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Chiapas, Baja California Sur, Hidalgo, Veracruz, y San Luis Potosí. En contraste, el psílido asiático de los cítricos *D. citri* está presente en todo el país (SAGARPA-SENASICA, 2011).

La bacteria del HLB no tiene control efectivo por lo que, para convivir con la enfermedad se siguen tres estrategias, 1) la eliminación de plantas infectadas con la bacteria, 2) la utilización de plantas sanas procedentes de viveros protegidos certificados, y 3) el control del insecto vector de la enfermedad. De tal forma que una herramienta factible para la disminución de la densidad poblacional de esta plaga es el empleo de insecticidas de uso convencional, pero considerar que tales moléculas químicas sean de bajo impacto ambiental y tengan mínimo riesgo para el aplicador.

En México, diversos estudios concluyen en la recomendación del uso de insecticidas pertenecientes a diferentes grupos químicos: neonicotinoides, organofosforados, piretroides, avermectinas, spinocinas, triazapentadieno, sales de ácidos grasos, aceites minerales, detergentes, ácidos tetrónicos, hormonales, entomopatógenos, insecticidas botánicos, etc. (Cortez-Mondaca *et al.*, 2010; Robles-González *et al.*, 2011). El objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad biológica y fitotoxicidad de los insecticidas thiacloprid, abamectin, aceite mineral y sales de ácidos grasos, para el control del psílido *D. citri* en limón persa.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en el ejido "La Fortuna", en Tepic, Nayarit México. Se empleó una huerta de limón persa de 12 años de edad, con un diseño de plantación en tres bolillo a 5.5 x 5.5 metros

Tabla 1.
Tratamientos empleados para el control de *Diaphorina citri* en limón persa.
“La Fortuna”, Tepic, Nayarit México.

No.	Tratamiento	Dosis de producto formulado
1	Thiacloprid (Calypso® 40.4 % en suspensión)	0.2 L·ha ⁻¹
2	Thiacloprid (Calypso® 40.4 % en suspensión)	0.3 L·ha ⁻¹
3	Abamectin (Agrimec® 1.8 % para emulsión)	0.6 L·ha ⁻¹
4	Abamectin (Agrimec® 1.8 % para emulsión)	1.0 L·ha ⁻¹
5	Aceite mineral (Apoyador® 99.0 % para emulsión)	1.0 % (volumen/volumen)
6	Aceite mineral (Apoyador® 99.0 % para emulsión)	2.0 % (volumen/volumen)
7	Sales de ácidos grasos*	0.75 % (peso/volumen)
8	Sales de ácidos grasos*	1.0 % (peso/volumen)
9	Testigo (Sin aplicación)	-----

*No se conoce la concentración.

y densidad poblacional de 381 árboles cada hectárea. Las coordenadas geográficas de su ubicación son 21° 33' 33.7" latitud norte y 104° 56' 48" longitud oeste y la altitud es 791 metros. El clima en el mes de abril de 2012 durante el desarrollo del experimento fue: temperatura máxima 33.9°C, temperatura mínima 6.5°C, precipitación mensual 0 mm, vientos dominantes dirigidos al sur y suroeste (SAGARPA-INIFAP, 2012).

Se emplearon nueve tratamientos: ocho derivados de dos insecticidas convencionales: thiacloprid y abamectin, dos biorracionales: aceite mineral y sales de ácidos grasos así como un testigo absoluto sin aplicación (Tabla 1). Los tratamientos fueron aplicados por la mañana, durante tres semanas; una vez por semana para los productos con persistencia (thiacloprid y abamectin) y dos veces por semana para los productos no persistentes (aceite mineral y sales de ácidos grasos). Para la aplicación de los tratamientos se emplearon aspersores manuales tipo mochila con capacidad de 20 litros.

El estado fenológico de los árboles empleados se encontraba en floración y con presencia de brotes vegetativos debido a la poda de formación con un mes previa al trabajo experimental. El terreno presentaba un gradiente diferencial de altitud por lo que se empleó un diseño experimental en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se utilizó como unidad experimental un árbol. Cada una de estas unidades experimentales mostraba condiciones

de vigor similares. Para la evaluación de los tratamientos de cada árbol, se recolectaron cuatro brotes vegetativos tiernos de aproximadamente 4 cm de longitud de los cuatro puntos cardinales, con la finalidad de detectar la posible variación de poblaciones de insectos por invasión al árbol. Durante los muestreos, los brotes fueron recolectados en bolsas de plástico previamente marcado con el número de bloque y número de árbol, posteriormente y con el apoyo de un microscopio estereoscópico, se contabilizó el número de ninfas vivas lo cual se consideró como variable respuesta. El criterio para determinar individuos (ninfas) vivos fue aquellos que presentaron movilidad y con la presencia de excreciones cerosas. Se realizaron cuatro muestreos: 1°) un día antes (Inicial), 2°) una semana después, 3°) dos semanas después y 4°) tres semanas después de la primera aplicación. Para determinar la mortalidad, se consideró la diferencia entre el muestreo inicial, y el tercero y cuarto muestreo, respectivamente.

Para la evaluación cualitativa del daño al cultivo que pudo ser provocado por los tratamientos, se empleó la escala de sintomatología con base en la referencia de la EWRS (European Weed Research Society), descrita en el Tabla 2.

Se realizó un análisis de varianza al promedio de los cuatro brotes de aproximadamente 4 cm de longitud para cada tratamiento; cuando se encontraron diferencias significativas entre ellos, los datos se sometieron

Tabla 2.
Escala de sintomatología de daño con base en la referencia de la EWRS
(European Weed Research Society).

Valor	Daño (%)	Interpretación
1	0.0 – 1.0	Sin efecto
2	1.0 – 3.5	Síntomas muy ligeros
3	3.5 – 7.0	Síntomas ligeros
4	7.0 – 12.5	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento
5	12.5 – 20.0	Daño medio
6	20.0 – 30.0	Daño elevado
7	30.0 – 50.0	Daño muy elevado
8	50.0 – 99.0	Daño severo
9	99.0 – 100.0	Muerte

a una prueba de medias por el método de Tukey con un valor de $\alpha=0.05$ (SAS Institute, 2004).

Resultados y Discusión

El análisis de varianza demuestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el primer muestreo (antes de las aplicaciones); esto significa que se inició con un número similar de ninfas en todos los bloques y tratamientos; de igual forma en el segundo muestreo (una semana después de la primera aplicación) no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; en el tercer muestreo (dos semanas después de la primera aplicación y una semana después de la segunda aplicación de los productos con mayor persistencia), se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en donde el tratamiento de abamectin a dosis de $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ registró mayor control de ninfas de *D. citri*, con una media de tres ninfas por brote y 93.1 % de mortalidad en comparación al muestreo inicial (Tabla 3). Estos resultados son similares a los obtenidos por Sánchez-Borja (2010), que reportó al insecticida abamectin a dosificación de $0.25 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ de agua, asperjado al follaje en limón persa, tuvieron un porcentaje de eficacia biológica mayor que 80 % en ninfas de *D. citri*. En el último muestreo (tres semanas después de la primera aplicación) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 3). Los tratamientos de abamectin a 0.6 y $1.0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ mostraron una disminución del 84.1 y 78.3 % en ninfas de *D. citri*, respectivamente (Tabla 3); resultados similares a los obtenidos por Sánchez-Borja (2010), ya que reportaron que el insecticida abamectin

(Protectin) a dosis de $0.25 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y $0.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ en agua asperjado al follaje en limón persa tuvo un porcentaje de eficacia biológica superior al 80 % en la plaga señalada.

Sin embargo, aunque el análisis de varianza y la comparación de medias mostró solo diferencias significativas en el tercer muestreo con el tratamiento de abamectin a dosis de $1 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, se observa que la aplicación de otros tratamientos expresan una tendencia marcada en la disminución del número de ninfas promedio por brote (Figura 1).

Los tratamientos de aceite mineral a concentración de 1 y 2 % mostraron una disminución de 91.6 y 92.8 % en ninfas de *D. citri*, respectivamente (Tabla 3); esto demuestra las afirmaciones de investigaciones anteriores que aseguran que los aceites de petróleo asperjados al follaje son efectivos contra ninfas de esta plaga, además de demostrar la mortalidad significativa en huevecillos del psílido, aunado a los anterior, en árboles no infestados, se observaron bajos niveles poblacionales, esto por la inhabilitación de los sitios de ovoposición (Alemán *et al.*, 2007). Cocco y Hoy (2008) demostraron que las aspersiones con aceite de petróleo al 0.5, 1, y 2 %, variaron de 61.5 a 66.7 % en la mortalidad de los huevecillos del psílido, pero sin diferencias significativas; mencionan además que el tratamiento de aceite de petróleo al 2 % fue el más efectivo contra ninfas del primero y segundo instar con 84.7 % de mortalidad, a diferencia de los tratamientos al 0.5 % con 34.5 % y al 1 % con 56.5 % de mortalidad y sólo el tratamiento de aceite de petróleo al 2 % mostró una mortalidad de 44.8 % en ninfas del tercero al quinto instar, pero con respecto a la mortalidad de adultos, los tratamientos al 0.5, 1, y 2 % tu-

Tabla 3.
Promedios del número de ninfas durante el periodo de muestreo de *Diaphorina citri* en limón persa con diversos tratamientos. “La Fortuna”, Tepic, Nayarit México.

Tratamiento/ Dosis	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Mortalidad	Mortalidad
	1°	2°	3°	4°	(%) Evaluación 1° vs 3°	(%) Evaluación 1° vs 4°
Thiacloprid 0.2 L·ha ⁻¹	38.4 ^a	20.1 ^a	24.5 ^a	54.8 ^a	36.2	00.0
Thiacloprid 0.3 L·ha ⁻¹	42.4 ^a	21.3 ^a	21.9 ^a	34.9 ^a	48.3	17.8
Abamectin 0.6 L·ha ⁻¹	56.8 ^a	28.8 ^a	17.1 ^a	9.1 ^a	69.9	84.1
Abamectin 1 L·ha ⁻¹	43.6 ^a	21.0 ^a	3.0 ^b	9.4 ^a	93.1	78.3
Aceite mineral 1%	49.7 ^a	11.1 ^a	10.9 ^a	4.2 ^a	78.1	91.6
Aceite mineral 2%	45.7 ^a	19.4 ^a	13.0 ^a	3.3 ^a	71.5	92.8
SAG** 0.75%	82.7 ^a	37.8 ^a	38.4 ^a	11.1 ^a	53.6	86.6
SAG** 1.00%	62.9 ^a	24.8 ^a	16.6 ^a	10.1 ^a	73.6	83.9
Testigo	51.1 ^a	33.9 ^a	77.9 ^a	28.4 ^a	00.0	44.4

*Medias con la misma letra en cada columna, no son significativamente diferentes ($\alpha=0.05$).

**SAG (sales de ácidos grasos).

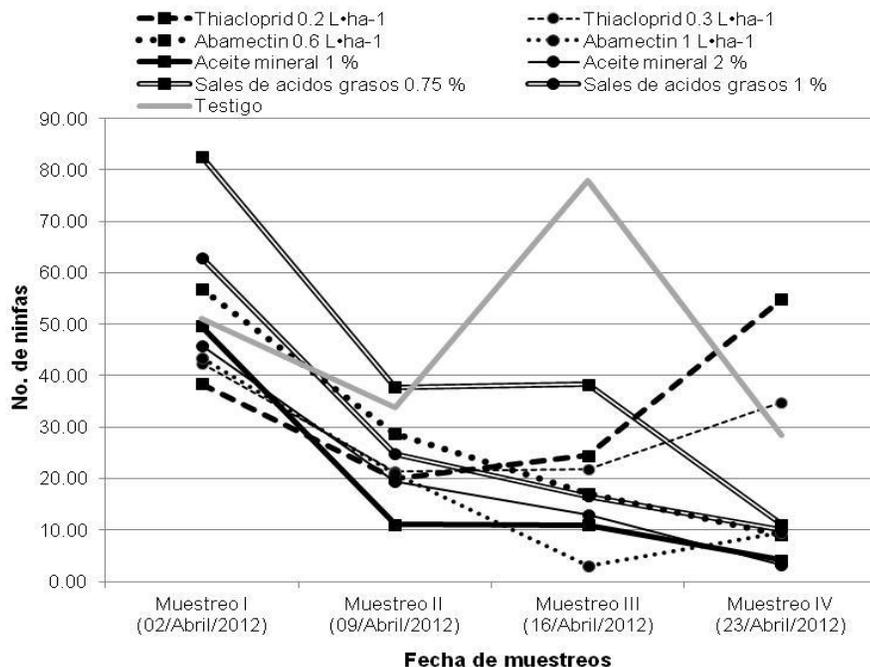


Figura 1. Evolución de poblaciones de ninfas de *Diaphorina citri* sometidas a la aplicación de diferentes tratamientos.

vieron una mortalidad de 2.7, 4.9, y 17.5 %, respectivamente, lo que indica que los aceites de petróleo no son la mejor herramienta para combatir adultos del psílido. Por otra parte, Miranda-Salcedo y López-Arroyo (2011) reportaron que el número de ninfas por brote fue inferior a 1, después de aplicar el aceite Pure Spray en limón mexicano y limón persa, en Michoacán, México. Teck-Leong *et al.*, (2012) demostraron que tanto las ninfas como los huevecillos del psílido son afectados por la aspersión del aceite mineral Ampol D-C Tron Plus a una concentración de 0.35 %, lo cual les provocó la muerte por hipoxia, además de que tuvo ligero efecto sobre los adultos.

Los tratamientos de sales de ácidos grasos a concentración de 0.75 y 1.0 % mostraron una disminución del 86.6 y 83.9 % en ninfas de *D. citri*, respectivamente (Tabla 3). De forma similar a estos resultados, Pérez-Márquez *et al.*, (2010) concluyeron que el jabón agrícola Agro Soap Plus a concentración de 10 L·ha⁻¹ de agua asperjado al follaje tuvo una efectividad superior al 80 % de mortalidad en ninfas.

En cuanto a la daño a la planta por efecto de la aplicación de los productos químicos, ninguno de los tratamientos mostró fitotoxicidad con base en la escala de la EWRS (Tabla 2).

El tratamiento testigo sin aplicación mostró una disminución del 44.4 % en ninfas de *D. citri*. Lo anterior posiblemente se debió a la actividad de insectos y organismos benéficos que se observaron durante la investigación como son: arácnidos, crisópidos, coccinélidos, sirfidos, himenópteros pequeños y hongos entomopatógenos, los cuales ya se han reportado como enemigos naturales de *D. citri*, sin embargo, destacan los coccinélidos como los depredadores más eficaces (Alemán *et al.*, 2007). La fauna benéfica es diversa en las huertas de cítricos y juega un papel importante en el control del psílido (Sandoval-Rincón *et al.*, 2010). Sánchez-Borja (2010) encontró diversas especies de enemigos naturales de *D. citri* en Cuicláhuac, Veracruz, depredadores como: *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae); dos géneros de arañas de la familia Salticidae: *Thiodia* sp. y *Nycerella* sp.; y el parasitoide *Tamarixia* sp. (Hymenoptera: Eulophidae). De igual forma Miranda-Salcedo y López-Arroyo (2011) indican que en Michoacán, México se detectaron diferentes enemigos naturales de *D. citri* como el parasitoide *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), los depredadores *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia conver-*

gens (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelusrenardii* (Hemiptera: Reduviidae) y diferentes especies de arañas.

Los organismos benéficos detectados durante la investigación tuvieron presencia en toda el área de experimentación, sin embargo, este estudio no tuvo la finalidad de evaluar el efecto de enemigos naturales, sino el efecto de los productos químicos en la mortalidad de los especie plaga *D. citri*. Alemán *et al.*, (2007) indican que los aceites son menos dañinos para los enemigos naturales que otros productos convencionales. Cocco y Hoy (2008) concluyeron que el tratamiento de aceite de petróleo al 2 % causó una mortalidad de 11.7 % en el parasitoide *T. radiata* que se expuso a las hojas tratadas, pero sólo manifestó una mortalidad inferior al 3.3 % cuando el producto cayó directamente sobre el parasitoide; sin embargo, el tratamiento de abamectin a la dosis más baja recomendado en la etiqueta causó 23.3 % de mortalidad de adultos de *T. radiata* que se expusieron a las hojas tratada, pero causó mortalidad superior a 91.7 % cuando el producto cayó directamente sobre el parasitoide; el tratamiento de imidacloprid a la dosis más baja recomendada en la etiqueta causó una mortalidad superior al 95 % de adultos de *T. radiata* que se expusieron a las hojas tratadas. Por otro lado Pérez-Márquez *et al.*, (2010) concluyeron que los insecticidas biorracionales: Agro Soap Plus, Biodie, Trisin (*Metarizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces fumosoroseus*) y el aceite esencial de orégano más aceite mineral, además de ser efectivos para controlar a *D. citri*, no causaron mortalidad sobre crisópidos, pero determinaron que el insecticida bifentrina causó 100 % de mortalidad de estos depredadores. Teck-Leong *et al.*, (2012) encontraron que las ninfas sobrevivientes a tratamientos de aceite mineral y el insecticida imidacloprid fueron parasitadas por *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) o *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) y completaron su ciclo biológico. Por otra parte Qureshi y Stansly (2007) señalan que las aplicaciones foliares del neonicotinoide imidacloprid tuvieron impacto negativo sobre la población de coccinélidos.

Los tratamientos de thiacloprid a dosis de 0.2 y 0.3 L·ha⁻¹ tuvieron una disminución de 0 y 17.8 %, respectivamente; lo que indica que este producto no fue efectivo para controlar ninfas de *D. citri*. Sin embargo, otros estudios demuestran que neonicotinoides como el thiamethoxan, controlan efectivamente al psílido (Farmanullah *et al.*, 2005). De forma similar, Ichinose *et al.*, (2010) mencionan que los neonicotinoides: thiametoxan, imidacloprid y clothianidin, tuvieron un porcentaje de mortalidad superior al 80 % de *D. citri* en los viveros de plantas de cítricos.

Tabla 4.
Costo de tratamiento (pesos mexicanos) por hectárea considerando precio del producto y jornales empleados.

Tratamientos	Producto	Dosis	Jornales	Costo (Jornal)	Costo total de la aplicación cada hectárea	
					L o kg	
1	Thiacloprid	0.2 L·ha ⁻¹	2	\$ 200.00	\$ 2,000.00	\$ 800.00
2	Thiacloprid	0.3 L·ha ⁻¹	2	\$ 200.00	\$ 2,000.00	\$ 1,000.00
3	Abamectin	0.6 L·ha ⁻¹	2	\$ 200.00	\$ 2,450.00	\$ 1,870.00
4	Abamectin	1 L·ha ⁻¹	2	\$ 200.00	\$ 2,450.00	\$ 2,850.00
5	Aceite mineral	1 %	2	\$ 200.00	\$ 70.00	\$ 577.80
6	Aceite mineral	2 %	2	\$ 200.00	\$ 70.00	\$ 755.60
7	SAG*	0.75 %	2	\$ 200.00	\$ 28.50	\$ 472.60
8	SAG*	1 %	2	\$ 200.00	\$ 28.50	\$ 454.40
9	Testigo	-----	-----	-----	-----	-----

*SAG= sales de ácido graso. Jabón común sin coadyuvantes deshidratado.

Gatineau *et al.*, (2010) y Khan *et al.*, (2012) obtuvieron en sus resultados que imidacloprid presentó una mortalidad de hasta 100 % en ninfas de *D. citri*. Además, diversos estudios en México indican que el neonicotinoide thiacloprid, además de otros insecticidas del mismo grupo químico son recomendables para el control de *D. citri* (Cortez-Mondaca *et al.*, 2010, Robles- González *et al.*, 2011). Teck-Leong *et al.*, (2012) indican que las aspersiones de imidacloprid tuvieron efecto significativo sobre adultos y huevecillos del psílido, debido a la acción de contacto y sistémica.

Conclusiones

El tratamiento de abamectin a 1 L·ha⁻¹ en la tercera evaluación mostró la menor cantidad promedio de insectos por brote (3.3 ninfas) y en comparación con el mues-

treo inicial se encontró 93.1 % de mortalidad o reducción de la población del muestreo inicial de *D. citri*, por lo que su uso es recomendable. Por otro lado también se recomiendan los tratamientos de aceite mineral a concentración de 1 y 2 % mostraron 91.6 y 92.8 %, respectivamente, así como los tratamientos de sales de ácidos grasos a concentración de 0.75 y 1.0 % que presentaron 86.6 y 83.9 % de mortalidad, respectivamente. Thiacloprid a 0.2 y 0.3 L·ha⁻¹ no se recomienda su uso para el control de esta plaga.

Con base en el impacto ambiental de los tratamientos y el costo que se genera por implementarlos, se concluye que los tratamientos de aceite mineral al 1 y al 2 %; así como las sales de ácido graso al 0.75 y al 1.0 % son los que presentaron mayor control de ninfas de *D. citri* y representan un costo bajo de aplicación en comparación con los tratamiento a base de abamectin y thiacloprid.

Literatura citada

- Alemán J, Heyker-Baños, Ravelo J. *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. Revista Protección Vegetal 2007; 22: 154-165.
- Cocco A, Hoy MA. Toxicity of Organosilicone Adjuvants and Selected Pesticides to the Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Psyllidae) and Its Parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). Florida Entomologist 2008; 91: 610-620.
- Cortez-Mondaca E, López-Arroyo J L, Hernández-Fuentes L M, Fú-Castillo A, Loera-Gallardo J. Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces, en México: selección de insecticidas y épocas de aplicación. Folleto técnico Núm. 35. Campo experimental Valle Del Fuerte. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 2010.

- FAO-FAOSTAT. Food and Agricultural commodities production, 2009 [Consultado 2012 agosto 16]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
- FAO-FAOSTAT. Food and Agricultural commodities production, 2010 [Consultado 2012 agosto 16]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Farmanullah H, Badshah, Gul R. Evaluation of six different groups of insecticides for the control of citrus psylla *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Songklanakarin Journal Science Technology 2005; 27: 17-23.
- Gatineau F, Bonnot F, Hong-Yen TT, Hong-Tuan D, Duong-Tuyen N, Ngoc-Truc NT. Effects of imidacloprid and fenobucarb on the dynamics of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and on the incidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Fruits 2010; 65: 209–220.
- Ichinose K, Bang DV, Tuan DH, Dien LQ. Effective use of neonicotinoids for protection of citrus seedlings from invasion by *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Journal of Economic Entomology 2010; 103:127-135.
- Khan I, Zahid M, Khan GZ. Toxicity of botanic and synthetic pesticide residues to citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama and *Chrysoperla carnea* (Stephens). Pakistan Journal Zool 2012; 44:197-201.
- Miranda-Salcedo MA, López-Arroyo JI. Avances de investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama en Michoacán, México. En: 2do. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el huanglongbing en México 2011: 149-155.
- Pérez-Márquez J, Cortez-Mondaca E, Medina-Montenegro H M, Velarde-Félix S. Efectividad biológica de productos biorracionales contra *Diaphorina citri* kuwayama en el centro de Sinaloa. Avances de investigación 2010 del CEVACU; Publicación especial 2010; 13: 7-11.
- Qureshi JA, Stansly PA. Integrated approaches for managing the asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Florida. Proc Fla State Hort Soc 2007; 120: 110-115.
- Robles-González MM, Velázquez-Monreal JJ, Manzanilla-Ramírez MA, Orozco-Santos M, Flores-Virgen R, López-Arroyo JI. Control químico de *Diaphorina citri* en limón mexicano. Insecticidas convencionales, productos alternativos y épocas de aplicación 2011. Folleto Técnico 1. Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 36.
- SAGARPA-INIFAP. Sistema Estatal Agroclimático de Nayarit. Estación Tepic-UAN, Tepic 2012. [Consultado 2013 febrero 15]. Disponible en: <http://www.climanayarit.gob.mx>.
- SAGARPA-SENASICA. Comunicaciones, notificaciones y noticias sobre el HLB y su vector, 2011 [Consultado 2012 agosto 16]. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=2505>
- SAGARPA-SIAP. Cierre de la producción agrícola por estado, 2011 [Consultado 2012 agosto 16]. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351
- Sánchez-Borja M. Biología, ecología y control de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (tesis de doctorado). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Estado de México. 2010.
- Sandoval-Rincón JA, Curti-Díaz SA, Díaz-Zorrilla UA, Medina-Urrutia VM, Robles-González MM. Alternativas para el manejo del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama). En: VI Simposio Internacional Citrícola y 1er. Simposio Internacional sobre Mejoramiento Genético de Cítricos. 2010; 54-173. Tecomán, Colima, México.
- SAS Institute. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1 Edition. Cary, North Carolina 2004; 5121.
- Teck-Leong S C, Abang F, Beattie A, Heng-Kueh R J, King-Wong S. Impacts of horticultural mineral oils and two insecticide practices on population fluctuation of *Diaphorina citri* and spread of huanglongbing in a Citrus Orchard in Sarawak. The Scientific World Journal [serie en internet] 2012 [consultado el 8 de noviembre de 2012] [aprox. 7 pp.] Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3354681/>.
- Varela Fuentes S, Ramos-Pérez MM, Silva-Aguirre G, Segura-Martínez MT, Ramírez-Valdez T, Jerónimo-Isauro D. Manejo de Poblaciones de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) con insecticidas convencionales en naranjo Valencia (*Citrus sinensis* L. Osbeck) de Hidalgo, Tamaulipas, México. En: Cruz-Miranda SG, Tello-Flores J, Mendoza-Estrada A. Morales- Moreno A. Entomología Mexicana. México 2010; 9: 630-634.



Como citar este artículo: Macías-Rodríguez L, Santillán-Ortega C, Robles-Bermúdez A, Isordia-Aquino N, Ortiz-Caton M. Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) en limon persa en "La Fortuna", Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* 2013; 2(3): 154-161.