



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSGRADO EN FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**“TOXICIDAD DE INSECTICIDAS SOBRE TRES
ESPECIES DE DEPREDADORES DE *DIAPHORINA CITRI*
(HEMIPTERA: LIVIIDAE)”**

JESÚS ASCENCIÓN GONZÁLEZ CARRILLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2014

La presente tesis titulada: “**TOXICIDAD DE INSECTICIDAS SOBRE TRES ESPECIES DE DEPREDADORES DE *DIAPHORINA CITRI* (HEMIPTERA: LIIVIIDAE)**” realizada por el alumno **Jesús Ascención González Carrillo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

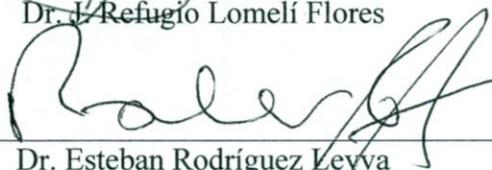
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



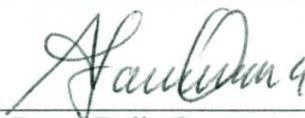
Dr. J. Refugio Lomelí Flores

ASESOR



Dr. Esteban Rodríguez Leyva

ASESOR



Dra. Laura Delia Ortega Arenas

ASESOR



Dr. Mario Alfonso Urias López

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Abril de 2014

TOXICIDAD DE INSECTICIDAS SOBRE TRES ESPECIES DE DEPREDADORES DE *DIAPHORINA CITRI* (HEMIPTERA: LIVIIDAE)

Jesús Ascención González Carrillo, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

RESUMEN

El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), es el principal vector del agente causal del Huanglongbing (HLB) en cítricos en el mundo. El control de esta plaga se realiza principalmente con insecticidas a pesar de la presencia de sus enemigos naturales. La integración de los enemigos naturales debe ser considerada dentro de un programa de manejo integrado de esta plaga en cultivos de cítricos, por lo que en este trabajo se evaluó la toxicidad de tres insecticidas sobre tres de los depredadores más comunes en cítricos, los crisópidos *Ceraeochrysa valida* y *Chrysoperla rufilabris*, y el coccinéido *Olla v-nigrum*. Se utilizaron dos insecticidas de contacto (bifentrina y spirotetramat) y un sistémico (thiamethoxam) bajo dos métodos de exposición: a) exposición directa a los insecticidas y b) exposición a superficies y ninfas contaminadas. Discos de hoja de limón mexicano se utilizaron para insecticidas de contacto y brotes de *Murraya paniculata* para el sistémico. Los crisópidos fueron más tolerantes a todos los insecticidas; la mortalidad a las 48h no excedió el 36% con bifentrina y fue menor a 18% con spirotetramat. Para *O. v-nigrum* la mortalidad con ambos productos fue más del doble de lo observada para crisópidos. El thiamethoxam fue el producto más tóxico para todos los depredadores en exposición directa, pues causó 100% de mortalidad en *O. v-nigrum* y 66% en los crisópidos comparado con 60% al aplicarlo vía sistémica en *O. v-nigrum* y 4% en

crisópidos. En el documento se discuten posibles causas de la diferencia en tolerancia a los insecticidas entre estos depredadores.

Palabras clave: Psílido asiático de los cítricos, enemigos naturales, insecticidas, métodos de exposición.

**TOXICITY OF INSECTICIDES TO THREE PREDATOR SPECIES OF
DIAPHORINA CITRI (HEMIPTERA: LIVIIDAE)**

Jesús Ascención González Carrillo, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

ABSTRACT

Diaphorina citri (Hemiptera: Liviidae), the Asian Citrus Psyllid, is the most important vector of the Huanglongbing disease agent (HLB) worldwide. The control of this insect pest relies mainly on the use of chemical insecticides despite the natural enemies' occurrence. The integration of those natural enemies under an IPM program must be considered a goal on citrus orchards, thus the aim of this paper was to assess the toxicity of three insecticides on three common insect predators of *D. citri*. The predators were the green lacewings *Ceraeochrysa valida* and *Chrysoperla rufilabris*, and the ladybug *Olla v-nigrum*. Two contact (bifenthrin and spirotetramat) and one systemic (thiamethoxam) insecticides were evaluated using two exposition methods: a) direct exposition, and b) surface and nymphs contaminated by the insecticide. Lime leave disks for the contact products and *Murraya paniculata* flushes for the systemic product were used as experimental units. Green lacewings were more tolerant to all products compared to *O. v-nigrum*. Bifenthrin provided less than 36% mortality and spirotetramat less than 18% mortality on green lacewings, whereas both pesticides produced twice this mortality on *O. v-nigrum*. Thiamethoxam was more toxic to all predators in direct exposition than in systemic exposition, causing 100% in *O. v-nigrum* and 66% in green lacewings, compared

to 60% in *O. v-nigrum* and 4% in green lacewings in systemic exposition. Possible reasons causing these differences in insecticide tolerance among the predators tested are discussed.

Key words: Asian Citrus Psyllid, natural enemies, insecticides, methods of exposure.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: Adalberto González Parra y Rita Carrillo Michel, por ayudarme a realizar uno de mis más grandes anhelos, por todos sus consejos, por creer en mí y por todo el apoyo brindado incondicionalmente. En especial a ti **Mamá**, aunque querías que me quedara en casa, me apoyaste para que viniera a estudiar, se que fue muy duro para ti y por eso te doy las gracias, por esperarme siempre. Mil Gracias!

A MIS HERMANOS: Adalberto, Alfredo y Margarita por el apoyo brindado en todos los sentidos, por creer en mí y por acompañarme en esta aventura que duró dos años, muchas gracias a los tres porque sé que siempre estarán ahí para cualquier cosa que necesite. En especial Joilo que muchas veces me apoyo económicamente aún cuando no tenía. Los Quiero Mucho!

NADIA CAROLINA GARCÍA ÁLVAREZ gracias por todo el apoyo que me has dado, por el tiempo compartido, por tantas experiencias juntos y por todo lo que falta por vivir. Te Quiero!

DR. MARIO ALFONSO URÍAS LÓPEZ por brindarme su amistad y confianza desde los primeros días en que lo conocí, también de alguna manera fue el que me empujó hacia el Colegio de Postgraduados, siempre buscando el crecimiento profesional de mi persona.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron en este importante proyecto, y a muchas más que en lo personal depositaron en mí su amistad y confianza.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca para la realización de mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados que proporcionó las oportunidades para forjarme como Maestro en Ciencias, así como por facilitar el medio para relacionarse con personal docente y estudiantil de calidad.

Al personal del Centro Nacional de Referencia en Control Biológico (CNRCB), por proporcionar las facilidades de infraestructura y material biológico para la realización de este estudio.

A los Doctores J. Refugio Lomelí Flores y Esteban Rodríguez Leyva por la confianza depositada en mí, y por el apoyo profesional y moral que me brindaron durante mi estancia en el Colegio, en especial al Dr. **Refugio** que tuvo la paciencia de esperar la culminación de mis estudios de maestría. Al Dr. **Esteban** por todos sus acertados consejos y contribuciones a este trabajo de investigación.

A la Dra. Laura Delia Ortega Arenas por las contribuciones y observaciones hechas en pro de mejorar la calidad de este trabajo de investigación.

Al Dr. Mario Alfonso Urías López por darse el tiempo para revisar este trabajo y por la buena disposición que siempre mostro hacia mí.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
DEDICATORIAS.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
INDICE DE CUADROS	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	5
3. REVISIÓN DE LITERATURA	6
3.1 Importancia de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama en la citricultura	6
3.2.1 Daños.....	7
3.3 Métodos de control de la plaga.....	7
3.3.1 Control químico.....	8
3.3.2 Control biológico.....	9
3.3.3 Insecticidas y enemigos naturales	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1 Material biológico.....	13
4.2 Insecticidas y aplicación	14
4.3 Bioensayo para evaluación de insecticidas de contacto.....	15
4.4 Bioensayo para evaluación del insecticida sistémico thiamethoxam	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5.1 Toxicidad de insecticidas de contacto.....	19

5.2 Exposición a ninfas de <i>D. citri</i> contaminadas con bifentrina y spirotetramat	21
5.3 Exposición directa de depredadores a thiamethoxam.....	22
5.4 Exposición a presa y plantas contaminadas con thiamethoxam	24
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
7. LITERATURA CITADA.....	30

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Insecticidas que se evaluaron sobre los depredadores de <i>Diaphorina citri</i>	14
Cuadro 2. Porcentaje de la mortalidad de larvas de depredadores después de exposición directa con insecticidas de contacto.....	20
Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de depredadores después de exponerlas a ninfas de <i>Diaphorina citri</i> contaminadas con insecticidas de contacto.....	22
Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de depredadores después de exposición directa al insecticida sistémico thiamethoxam.	23
Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de depredadores por exposición a ninfas de <i>Diaphorina citri</i> contaminadas con thiamethoxam vía sistémica..	25

1. INTRODUCCIÓN

La citricultura es una actividad de gran importancia en México, cuenta con una superficie establecida mayor a 540 000 ha, y genera alrededor de siete millones de toneladas de fruta (SIAP, 2010). Esta actividad se encuentra amenazada por el complejo psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), y la enfermedad Huanlongbing (HLB) (López Arroyo *et al.*, 2003). Aunque en el mundo se han identificado al menos tres agentes causales de HLB, en Norteamérica el HLB tiene como agente causal a *Candidatus Liberibacter asiaticus* y es transmitido por *D. citri* (French *et al.*, 2001; Halbert y Manjunath 2004; Bové, 2006). El control químico del vector, la producción de plantas certificadas bajo invernadero, y la eliminación de árboles infectados son las herramientas que están siendo empleadas para reducir la dispersión del HLB en los huertos de cítricos de todo el mundo (Childers *et al.*, 2002; Qureshi y Stansly, 2007; SENASICA, 2012). No obstante, el control biológico es una alternativa imprescindible que se debería considerar en el contexto del manejo integrado de esta plaga.

La lista de enemigos naturales incluye a las crisopas (Neuroptera: Chrysopidae). Estos depredadores de *D. citri* son abundantes en plantaciones de cítricos, y algunas especies han demostrado su potencial en el control de plagas en este y otros cultivos (Cortez *et al.*, 2011). Los géneros que se consideran con mayor potencial para el control de plagas en cítricos son *Ceraeochrysa* y *Chrysoperla* (Godoy *et al.*, 2004). *Ceraeochrysa valida* (Banks) es un depredador cuyo estado larval dura más que el de otros crisópidos, lo que sugiere mayor tiempo activo de depredación sobre la presa (Hurej y Dutcher, 1994), pero también más expuesta a la acción de los plaguicidas. *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), por su parte, es

un depredador que tiene cierta tolerancia a algunos insecticidas, tiene hábitos arbóreos y ha demostrado potencial regulador en otros agroecosistemas (Hurej y Dutcher, 1994). Otro depredador que se ha reportado sobre *D. citri* es *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), este depredador fue el segundo en importancia sobre colonias de áfidos en cítricos en Florida (Bado y Rodríguez, 1997), y se encuentra frecuentemente en cítricos depredando sobre *D. citri* en México (Michaud, 2004).

Aunque existe el potencial de varios agentes de control biológico para manejar las poblaciones de *D. citri*, su presencia en los cultivos está en riesgo debido al uso frecuente de insecticidas, y aceites derivados del petróleo, que reducen sus poblaciones y/o evitan su establecimiento (Dahiya *et al.*, 1994), por lo que el éxito de los agentes de control biológico depende, en parte, del uso selectivo de plaguicidas.

Diversos estudios han evaluado la susceptibilidad de enemigos naturales a insecticidas. En estudios de laboratorio Bartlett (1963) demostró que *Hippodamia quinquesignata* Kirby fue afectada negativamente con las aplicaciones de malatión y carbaril; la misma situación encontraron Moffitt *et al.* (1972) con las aplicaciones de carbaril en *H. convergens* Guérin-Méneville. Croft y Brown (1975) clasificaron estos dos productos entre los cinco más tóxicos a varios coccinélidos. En estudios de laboratorio, Yun Mok y Ruppel (1964) observaron una alta toxicidad de carbaril y malatión a *Coleomegilla maculata*. El carbaril mató a todas las catarinas tratadas a las 48 h postaplicación, mientras que el 97% de los individuos murieron 72 h después de la exposición a malatión.

Al respecto James (2003), y Michaud y Grant (2003) encontraron alta susceptibilidad de los coccinélidos *Harmonia axyridis* Pallas, *Stethorus punctum* Picipes y *O. v-nigrum* a bifentrina cuando se aplicó al sustrato o se asperjó. Este mismo efecto se reportó por Smith y Cave (2006), quienes indicaron que los coccinélidos *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga y *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell mostraron alta susceptibilidad cuando fueron expuestos a aplicaciones de imidacloprid a tres dosis, la recomendada para campo, la mitad y doblemente la de campo. Coats y O'Donnell (1979), al evaluar la toxicidad de tres piretroides en ocho especies de coccinélidos depredadores y dos crisomélidos plaga, señalaron que la permetrina y el fenvalerato demostraron selectividad en la mayoría de las especies de coccinélidos. Schnorbach *et al.* (2008) indicaron que el spirotetramat resultó moderadamente tóxico a depredadores como *Chilocorus nigritus* (F.) y *Ch. carnea*, debido a que la mortalidad máxima registrada fue menor al 20%. Este tipo de resultados conducen a sugerir que algunos enemigos naturales presentan cierto grado de tolerancia a ciertos insecticidas (Grafton y Hoy, 1985; Carvalho *et al.*, 2003; Cerna *et al.*, 2012).

Aunque se ha estudiado el efecto por contacto residual o directo de algunos insecticidas sobre depredadores de *D. citri* en laboratorio y campo, se debe considerar que en condiciones naturales un depredador está expuesto a un insecticida no sólo por contacto residual o directo, sino también por contacto indirecto o por medio de la ingestión de presas contaminadas (Medina *et al.*, 2002). Debido al riesgo que representa para México la presencia del complejo *D. citri*-HLB, es necesario desarrollar estrategias químicas efectivas que regulen las poblaciones, y que a la vez interfieran lo menos posible con los agentes de control biológico (Stevenson y Walters, 1983; Dagli y Bahsi, 2009).

Dentro de las moléculas disponibles en México se ha señalado a thiamethoxam, spirotetramat y bifentrina como los productos con mayor potencial en el control de *D. citri*; en varios ensayos en campo causaron mortalidad mayor al 85% (Cortez *et al.*, 2010). Thiamethoxam es un insecticida sistémico y tiene un modo de acción diferente de los insecticidas tradicionales, este consiste en el bloqueo de la sinapsis nerviosa al unirse con el receptor colinérgico de acetilcolina (IRAC, 2009), debido a estas características es utilizado para el control de insectos chupadores ya que tiene la capacidad de actuar por contacto e ingestión (Huang *et al.*, 1999). Spirotetramat se caracteriza por presentar movimiento acro y basipétalo dentro de la planta, es un derivado del ácido espirocíclico tetrámico (Nauen *et al.*, 2008), y su modo de acción consiste en bloquear la enzima acetil CoA carboxilasa (IRAC, 2009). Por último, bifentrina tiene un modo de acción que interfiere con los canales de sodio, interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas (IRAC, 2009).

En el mundo las estrategias de manejo de *D. citri* no descartan el uso de insecticidas, particularmente por su papel como vector de HLB, más bien se busca complementar el éxito de las estrategias de control químico y biológico (Croft y Brown 1975, Messing y Croft 1990, Bernal y Blanco, 2003); no obstante, el número de estudios que han evaluado el impacto de insecticidas para el combate de esta plaga en México es reducido, o se evaluaron con metodologías diferentes a las que se proponen en este trabajo. Debido a que no se cuenta con suficiente información de los efectos de insecticidas sobre los depredadores más importantes de *D. citri* (*C. valida*, *C. rufilabris* y *O. v-nigrum*), se plantearon los objetivos siguientes.

2. OBJETIVOS

- Evaluar la toxicidad de dos insecticidas de contacto (bifentrina y spirotetramat) sobre *Ceraeochrysa valida*, *Chrysoperla rufilabris* y *Olla v-nigrum* depredadores de *D. citri*.
- Evaluar la toxicidad del insecticida sistémico thiamethoxam sobre *Ceraeochrysa valida*, *Chrysoperla rufilabris* y *Olla v-nigrum*.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia de *Diaphorina citri* en la citricultura

El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), es originario del sureste de Asia y tiene como principales hospederos plantas rutáceas. Fue descrito por primera vez en Taiwán en 1907, en colectas realizadas en cítricos (Halbert y Manjunath, 2004). Se caracteriza por tener un ciclo de vida corto (de huevo-adulto de 15 a 47 días dependiendo de la temperatura) y fecundidad alta, las hembras pueden depositar hasta 800 huevos durante su ciclo de vida y estos pueden eclosionar a los tres días en verano mientras que en invierno duran hasta 23 días (Mead, 1977).

México ocupa a nivel mundial el cuarto lugar como productor de cítricos, tiene una superficie de 544,517 ha distribuidas en 23 entidades federativas con una producción de 6.74 millones de toneladas de fruta, lo que coloca a México como productor importante de cítricos en el mundo. A nivel nacional las especies de cítricos más importantes son: naranja (63.6%), limón mexicano y limón persa (26.5%), mandarina (5.5%) y toronja (5.5%) (SIAP, 2011). Los estados con mayor producción de cítricos son: Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León, Colima, Oaxaca, Tabasco, Yucatán y Sonora. México tiene el primer lugar en producción de limón mexicano y el segundo en limón persa. No obstante, la citricultura tanto nacional como mundial está amenazada por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) considerada por algunos autores como la más grave de las enfermedades de la citricultura, se considera así porque una planta enferma irremediablemente disminuirá su

producción y morirá. El agente causal del HLB es la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, y no existe cura para esta enfermedad; *D. citri* es el vector responsable de la diseminación de esta enfermedad y es considerada una plaga cuarentenaria que afecta a todas las especies de cítricos en el mundo (Halbert y Manjunat, 2004).

3.2.1 Daños

El daño más importante es indirecto, ya que este insecto transmite a la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, organismo causal de la enfermedad Huanglongbing (Halbert, 1998) la cual se manifiesta en moteado difuso en hojas, brotes amarillentos, pérdida de follaje, frutos mal formados y con tendencia a caerse y con el tiempo el árbol muere (Polek *et al.*, 2007). El daño directo es causado por las ninfas y adultos debido a que extraen savia de las hojas y peciolas e inyectan toxinas ocasionando deformación de brotes, caída del follaje y flores. Además durante su alimentación produce abundantes sustancias azucaradas que cubren la superficie de la hoja, la cual favorece el crecimiento de fumagina (Rogers y Stansly, 2006).

3.3 Métodos de control de la plaga

En México, las estrategias de control de *D. citri* giran alrededor al control químico, como se sabe ésta no es la mejor opción ya que se puede acarrear muchos problemas, entre estos la selección de insectos resistentes, por lo que se debe hacer un manejo integrado de la plaga en donde se implementen métodos como el control biológico para reducir la incidencia

de las poblaciones de esta plaga, así como afectar menos el ambiente (Michaud, 2004; Qureshi y Stansly, 2008; Rogers, 2008).

3.3.1 Control químico

El control químico de las plagas es la represión del desarrollo de poblaciones, mediante el uso de sustancias químicas o insecticidas. Estas sustancias son de uso común en los agroecosistemas; sin embargo, el uso inadecuado ha provocado una serie de problemas como contaminación ambiental, desequilibrio ecológico y surgimiento de insectos resistentes a los insecticidas (Vendramin y Rodriguez, 2003).

En el control químico de *D. citri* se utilizan insecticidas con acción de contacto así como de acción sistémica, además de aceites derivados del petróleo. Los insecticidas de contacto actúan de manera inmediata a la aplicación, siempre y cuando el insecto tenga contacto con el producto, por lo anterior, es necesario lograr una buena cobertura del árbol con el insecticida. Algunos insecticidas probados en México sobre *D. citri* cuentan con una eficiencia de control superior al 80% y una residualidad variable de 7 a 35 días en campo. Sin embargo, la residualidad del producto depende de las condiciones del ambiente, así como de la fenología de la planta. Los insecticidas con mayor potencial son endosulfán, clorpirifos, malatión, bifentrina y fenpropatrin (Sohail *et al.*, 2004; Cortez *et al.*, 2010).

Los insecticidas sistémicos recomendados para reducir las poblaciones de *D. citri* son aldicarb, dimetoato, metamidofos, monocrotofos, ometoato, acefato, imidacloprid,

thiamethoxam, dinotefuran, thiacloprid, spirotetramat y espinoteram (Cortez *et al.*, 2010). Rogers y Stansly (2006) sugieren aplicarlos a principios de año cuando existen condiciones favorables para el desarrollo de *D. citri*. Los insecticidas aldicarb, imidacloprid y thiamethoxam se utilizan cuando hay lluvia, humedad en el suelo y plantas en crecimiento, registrando una eficiencia de control superior al 90% y una residualidad mayor a los 70 días (Jawwad *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2008; Qureshi y Stansly, 2008). En Brasil, el control químico con imidacloprid, con dosis bajas y altas, ha reducido las poblaciones en un 56% y 82% respectivamente, por otro lado thiamethoxam ha logrado eficiencias de control de 92% y cuando éste se mezcló con lambda cyalotrina la eficiencia fue del 60% (Yamamoto, 2008).

3.3.2 Control biológico

El control biológico es una alternativa viable dentro del contexto del manejo integrado de plagas, la acción de enemigos naturales permite disminuir tanto poblaciones de plagas como la aplicación de insecticidas en los cultivos (Araya *et al.*, 2004). *Dhiaporina citri* tiene una gran diversidad de enemigos naturales, entre los que destacan los parasitoides por su especificidad. Entre las especies registradas está el encírtido *Diaphorencyrtus aligarhensis* y el eulófido *Tamarixia radiata*; este último considerado como uno de los parasitoides más eficientes para el control de esta plaga. En Norteamérica se registran cuatro especies de *Tamarixia*; *T. triozae*, *T. leucaenae*, *T. dyra* y *T. radiata*; en México se presentan al menos las tres primeras (Baeza-Nahed, 2008; González-Hernández *et al.*, 2008). Por otra parte, existen numerosos depredadores que atacan poblaciones de *D. citri*; por lo general los más abundantes

son algunas especies de crisopas de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa*; además de coccinélidos (Cortez-Mondaca *et al.*, 2010).

Las especies de la familia Chrysopidae representan el grupo de entomófagos más importantes del orden Neuroptera, y dentro de éste existen 15 géneros con potencial para ser agentes de control biológico (New, 2001, López-Arroyo *et al.*, 2003), debido a la voracidad de las larvas (Oswald *et al.*, 2002). Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos (Arredondo, 2000). Los géneros más abundantes en los cultivos citrícolas son *Ceraeochrysa* y *Chrysoperla*, y Cortez *et al.* (2010) señalan que estos tienen un gran potencial como agentes de control del psílido asiático de los cítricos. La distribución y asociación de *Ceraeochrysa* spp. con diversos artrópodos plaga, en diferentes sistemas agrícolas, hace de esta especie un agente de control biológico con potencial para regular poblaciones plaga (Adams, 1987; Brooks y Barnard, 1990).

Los coccinélidos se encuentran de forma nativa en diversas áreas agrícolas, tanto adultos como larvas se alimentan de diferentes especies de pulgones, pero depredan también huevos o estados inmaduros de otros insectos, ácaros, esporas y material vegetativo cuando el alimento escasea (Nordlund y Legaspi, 1994). En México se han identificado 17 géneros y 15 especies de coccinélidos presentes en todas las zonas citrícolas, no obstante, Veracruz y Tamaulipas son los estados con mayor número de registros, siete y cinco respectivamente. Las especies que se encuentran con mayor frecuencia son: *Olla v-nigrum*, *Cycloneda sanguínea*, *Harmonia axiridis*, *Chilocorus cacti* e *Hippodamia convergens* (Lomelí-Flores *et al.*, 2010). De este

complejo de coccinélidos *Olla v-nigrum* con frecuencia se presenta en altas densidades en cultivos citrícolas, lo que sugiere una participación importante de este depredador en el control de *D. citri* (Michaud, 2004; Michaud y Olson 2004).

3.3.3 Insecticidas y enemigos naturales

Por lo general los insecticidas sintéticos son sustancias que se perciben como poco compatibles con los insectos benéficos, especialmente con los parasitoides ya que los depredadores han resultado el grupo más tolerante a productos químicos (Croft, 1990). De acuerdo a lo anterior se deben considerar e implementar las tácticas necesarias para minimizar los efectos adversos de los insecticidas sobre los insectos benéficos (Dagli y Bashsi, 2009). Es esencial conocer los riesgos, selectividad y condiciones de uso, con la finalidad de encontrar la menor interferencia entre ambos métodos de manejo y lograr la mayor eficiencia en el control del PAC (Stevenson y Walters, 1983; Barret *et al.*, 1994).

Los enemigos naturales son reguladores, ya que actúan en forma denso-dependiente haciendo que la supresión de la población plaga sea estable y permanente (Rodríguez *et al.*, 2000), mientras que los productos químicos reducen la población de la plaga temporalmente y su aplicación ocasiona una disminución importante de depredadores y parasitoides (Trichilo y Wilson, 1993; Llorens, 2007).

La compatibilidad de un insecticida con los agentes de control biológico se determina mediante pruebas de mortalidad y selectividad (Elzen, 1989, Purcell *et al.*, 1994). Normalmente esto se logra haciendo estudios de toxicidad residual en el laboratorio, donde se

evalúan los efectos de una ruta de exposición al plaguicida. No obstante, en campo los organismos benéficos pueden recibir exposición de tres fuentes: exposición directa a gotas del producto, absorción de residuos por contacto con superficies contaminadas, y consumo de alimentos contaminados (Croft, 1990). De acuerdo con lo anterior, se deben tomar en cuenta las posibles vías de entrada del insecticida en el insecto, por lo que es necesario ensayar métodos complementarios que ayuden a reproducir en parte lo que sucede en el campo (Viñuela, 1993).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio e invernadero del Centro Nacional de Referencia en Control Biológico (CNRCB) ubicado en Tecomán, Colima, México, de abril a septiembre de 2012.

4.1 Material biológico

La colonia de *Diaphorina citri* se obtuvo del CNRCB y se mantuvo en condiciones de invernadero. Para su cría se utilizaron plantas de *Murraya paniculata* (L.) Jack, confinadas en jaulas entomológicas (90x90x95 cm), siguiendo la metodología descrita por Sánchez *et al.* (2010). *Ceraeochrysa valida* y *Olla v-nigrum* se obtuvieron también del CNRCB, y *Chrysoperla rufilabris* se obtuvo de una cría del campo experimental General Terán, Nuevo León, México, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Ceraeochrysa valida y *Ch. rufilabris* se mantuvieron con la metodología descrita por Iannacone y Lamas (2002). Los adultos se alimentaron con una dieta artificial elaborada con 24.4% de miel de abeja, 48.8% de levadura de cerveza, 2.4% germen de trigo y 24.4% de agua destilada, y las larvas se alimentaron con huevos de *Sitotroga cerealella* Olivier (Bado y Rodríguez, 1997). La cría de *O. v-nigrum* se desarrolló siguiendo la metodología descrita por Tarango y Quiñones (2001). Los adultos se colocaron en parejas dentro de cajas Petri (8 cm de diámetro), a las que previamente se les introdujeron tiras de papel como sustratos de

oviposición. Las larvas se individualizaron en rejillas de 0.7 cm² donde se alimentaron con huevos de *S. cerealella* y se mantuvieron hasta alcanzar el estado adulto.

4.2 Insecticidas y aplicación

Para este trabajo se seleccionaron dos insecticidas de contacto (bifentrina y spirotetramat) y uno sistémico (thiamethoxam) que se emplean para el control del psílido en el cultivo de cítricos en México (Cuadro 1). Las diluciones se realizaron en agua destilada y se utilizó la dosis media recomendada por el fabricante más adherente INEX-A[®]; Cosmocel, S.A., División agrícola (1mL/L). En los controles se utilizó solo agua destilada más adherente.

Cuadro 1. Insecticidas que se evaluaron sobre los depredadores de *Diaphorina citri*

Ingrediente activo	Nombre comercial	²Grupo químico	¹Dosis	Compañía
Bifentrina	TALSTAR 100 CE [®]	3	0.5L/ha	FMC agroquímica de México
Spirotetramat	MOVENTO [®] 150 OD	23	0.5L/ha	Bayer de México, S.A. de C.V.
Thiamethoxam	ACTARA 25 WG	4	350 g/ha	Syngenta Agro, S.A. de C.V.

¹Dosis medias recomendadas por el fabricante. ²Grupo químico 3=Piretroide, 23= Ácidos tetrónicos o Ketoenoles, 4= Neonicotinoides (IRAC, 2009).

Los insecticidas se aplicaron mediante una torre de Potter para pulverizaciones de precisión (Potter 1952). La torre consistió de una boquilla neumática de aspersión de cono sólido conformada de dos cuerpos, uno de aire (Spraying Systems co[®] serie: 1650) y un líquido (Spraying Systems Co[®] Serie: 64), ambos de 6.5 mm de diámetro. La presión se

proporcionó con un compresor (Goni®) de ¼ de caballo de fuerza. La plataforma de aplicación fue de 25 cm de diámetro. Cada unidad experimental se trató con 2 mL de la concentración correspondiente a una presión de aire de 1.054 kg cm² (15 lb pulgada²). Bajo estas condiciones se aplicó el equivalente a 400 L/ha, que es lo que normalmente se recomienda en campo (Medina *et al.*, 2004).

La unidad experimental consistió de una caja Petri (2.5 cm de diámetro), la tapa de cada caja tenía un orificio de 1 cm de diámetro cubierto con organdí para permitir ventilación. Las cajas contenían en la base, papel filtro húmedo y sobre éste un disco de hoja joven de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle); sobre el disco de hoja se colocaba una larva del depredador. Teniendo en cuenta el potencial de consumo y facilidad de manipuleo, en los experimentos con crisópidos se emplearon larvas de 3^{er} ínstar y para *O. v-nigrum* se utilizaron de 4^{to} ínstar. Cada unidad experimental, caja Petri con los depredadores, permaneció abierta dentro de la torre de Potter durante la aplicación de los insecticidas, después las cajas se cerraron y se mantuvieron en una cámara bioclimática (25±2°C, 70±5% H.R., fotoperiodo 12:12 L: O). Para evitar muerte por inanición, se colocaron líneas de miel en la parte interna de las tapas de cada caja Petri.

4.3 Bioensayo para evaluación de insecticidas de contacto

Los productos de contacto (bifentrina y spirotetramat) se evaluaron bajo dos modalidades de exposición 1) Exposición directa de los depredadores; 2) Exposición de los depredadores a ninfas de *D. citri* contaminadas con insecticida sobre discos de limón mexicano. Los

bioensayos se llevaron a cabo siguiendo las metodologías propuestas por Medina *et al.* (2002, 2004), James (2003) y Vogt *et al.* (1998) con ligeras modificaciones.

El experimento 1, consistió en aplicar insecticida directamente sobre larvas de cada especie de depredador. Para esto se utilizaron 10 larvas de cada especie de depredador, éstas se confinaron en una caja Petri (6 cm de diámetro) y se mantuvieron en ayuno por 24 h antes de la aplicación. Para evitar desplazamiento de las larvas durante la aplicación de tratamientos se colocó una pequeña cantidad de huevos de *S. cerealella* en el centro de la caja Petri; transcurridos 10 min (tiempo suficiente para que consumieran los huevos) se colocaron las cajas con los insectos bajo la torre de Potter y se realizó la aplicación del tratamiento correspondiente. Después de 30 min de la aspersión, y con la finalidad de evitar canibalismo, las larvas se colocaron de forma individual dentro de las unidades experimentales descritas anteriormente (cajas Petri de 2.5 cm de diámetro). Todas las unidades experimentales se dispusieron aleatoriamente en la cámara bioclimática y se mantuvieron en las condiciones ambientales descritas anteriormente.

El experimento 2, consistió en exponer los depredadores a ninfas contaminadas con insecticida. Para ello primero se colocaron 30 ninfas de *D. citri* (3^{er} y/o 4^{to} ínstar) sobre el envés del disco foliar de limón mexicano de las unidades descritas previamente (caja Petri de 2.5 cm diámetro) y se les dejó por un lapso de 20 min, para que se establecieran en el disco foliar. Enseguida las unidades se colocaron bajo la torre de Potter para la aspersión del tratamiento correspondiente. Los discos foliares con ninfas se dejaron secar a temperatura ambiente por 30 min, para después introducir un depredador por unidad experimental. Las

unidades se distribuyeron al azar y se mantuvieron en la cámara bioclimática a las condiciones ambientales ya descritas.

4.4 Bioensayo para evaluación del insecticida sistémico thiamethoxam

En este apartado se determinó el efecto de thiamethoxam en las modalidades, 1) Exposición directa de depredadores, 2) Exposición de depredadores a plantas y ninfas de *D. citri* contaminadas vía sistémica. El experimento 1, consistió en aplicar directamente el producto sobre las larvas de los depredadores, para ello se utilizaron 10 larvas de cada especie de depredador y se siguió la metodología descrita en la sección de insecticidas de contacto.

En el experimento 2, exposición de depredadores a plantas y ninfas contaminadas, se siguió la metodología propuesta por Salas *et al.* (2006) con algunas modificaciones. Se evaluaron los tratamientos: a) planta asperjada con insecticida y con ninfas del psílido; b) planta asperjada con insecticida y sin psílido; c) planta con psílido sin insecticida; y d) planta sin psílido y sin insecticida. Se aplicó 1 L de la solución thiamethoxam para cada maceta con una planta de *Murraya paniculata* de 10 meses de edad, se utilizaron 120 plantas por cada tratamiento. Las plantas que no tuvieron insecticida (testigo) se les aplicó agua con adherente (1mL Inex®/L de agua). Después de 48 h de aplicar los tratamientos se cortaron tres brotes de cada planta de *M. paniculata* y se depositaron en cajas Petri de 4.5 cm de diámetro. En el caso de los tratamientos con ninfas del psílido se colocaron brotes que tuvieron 35 ninfas de *D. citri* (estas ninfas estuvieron expuestas a la planta contaminada 48 h antes de iniciar el experimento). Una vez que se establecieron los brotes de cada tratamiento en las cajas Petri se

introdujo una larva del depredador en cada unidad (3er ínstar de crisópidos y 4° de coccinélido), se establecieron cinco repeticiones para cada especie de depredador.

En todos los ensayos la mortalidad se evaluó 24 y 48 h después de la exposición a los insecticidas y se consideró individuo muerto aquel que presentaba síntomas de deshidratación, movimiento escaso al ser estimulado con una aguja de disección, o presentaba movimientos descoordinados. A excepción de thiamethoxam, donde se establecieron cinco repeticiones por tratamiento, en el resto de ensayos se establecieron 10 repeticiones por tratamiento.

4.5 Análisis estadístico

En todos los experimentos se incluyó un testigo, al cual sólo se le aplicó agua destilada con surfactante (Inex); en todos los ensayos se utilizó un diseño completamente aleatorio y los datos de mortalidad se sometieron a un análisis de varianza y a una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, $P \leq 0,05$), los análisis se realizaron con el programa SAS versión 9.0 (SAS, 2010).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Toxicidad de insecticidas de contacto

Toxicidad de insecticidas de contacto. Los depredadores tuvieron susceptibilidad diferencial a los insecticidas de contacto a 24 ($F_{8, 81} = 35.67$; $P < 0.0001$) y 48 h ($F_{8, 81} = 50.48$; $P < 0.0001$) (Cuadro 2). *Olla v-nigrum* fue la especie más susceptible y bifentrina el producto más tóxico ya que con este producto este depredador registró 100% de mortalidad a las 48 h. Tanto la bifentrina como el spirotetramat resultaron moderadamente tóxicos a los crisópidos, y en ambas especies la mortalidad no excedió el 36 o 19% respectivamente (Cuadro 2).

La mortalidad menor del 19% de crisópidos con spirotetramat pudiera explicarse por el modo de acción de este insecticida. Este producto inhibe la síntesis de lípidos, por lo que el efecto es lento, comparado con el piretroide (bifentrina) que actúa en el sistema nervioso (Devine *et al.*, 2008), y quizá el tiempo de evaluación no permitió determinar el efecto total. De acuerdo a la toxicidad de insecticidas sobre enemigos naturales para ensayos de laboratorio, según la clasificación de la Organización Internacional de Control Biológico (IOBC) (Hassan 1992), spirotetramat resultó con categoría 1 (inofensivo, mortalidad <30%) para los crisópidos, y bifentrina con categoría 2 (ligeramente tóxico, mortalidad 30-79%). No obstante, la bifentrina fue categoría 4 (altamente tóxico, mortalidad >99%) para *O. v-nigrum*.

Cuadro 2. Porcentaje de la mortalidad de larvas de depredadores después de exposición directa con insecticidas de contacto.

Mortalidad de depredadores a las 24 horas (% \pmEE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Bifentrina	88.00 \pm 6.9 A	25.00 \pm 7.6 BC	24.00 \pm 7.7 CD
Spirotetramat	47.00 \pm 7.3 B	3.00 \pm 2.1 CDE	2.00 \pm 1.3 DE
Testigo	0.00 \pm 0.0 E	0.00 \pm 0.0 E	0.00 \pm 0.0 E
Mortalidad de depredadores a las 48 horas (% \pmEE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Bifentrina	100.00 \pm 0.0 A	36.00 \pm 7.4 C	33.00 \pm 6.8 C
Spirotetramat	63.00 \pm 7.0 B	18.00 \pm 6.7 D	7.00 \pm 3.3 D
Testigo	0.00 \pm 0.0 E	0.00 \pm 0.0 E	0.00 \pm 0.0 E

Medias con diferente letra por tiempo de evaluación (24 o 48 h) difieren significativamente según Tukey ($\alpha=0.05$). E.E. = Error estándar.

De lo anterior se desprende que la bifentrina aplicada directamente sobre *O. v-nigrum* no posee selectividad fisiológica, lo que inhabilita su utilización, aspecto que coincide con lo reportado por James (2003), y Michaud y Grant (2003) quienes señalan alta toxicidad de los piretroides aplicados por aspersión, o vía contaminación del sustrato, a los coccinélidos *Harmonia axyridis* Pallas, *Stethorus punctum* Picipes y *O. v-nigrum*. Por otro lado, la bifentrina aplicada vía directa sobre las larvas de *C. valida* y *Ch. rufilabris* fue un producto ligeramente tóxico (según la categorización de la IOBC), lo que conduce a sugerir que estas especies de Chrysopidae presentan cierto grado de tolerancia a los insecticidas piretroides

como lo indicaron Grafton y Hoy (1985), Carvalho *et al.* (2003) y Cerna *et al.* (2012). De igual modo el spirotetramat resultó ser inofensivo, según la misma clasificación, para los crisópidos con mortalidades por debajo de 20% a 48 h de la aplicación. Este efecto del spirotetramat ya se había reportado por Schnorbach *et al.* (2008) con *Ch. carnea*, y también con el coccinélido *Chilocorus nigritus* (F.).

5.2 Exposición a ninfas de *D. citri* contaminadas con bifentrina y spirotetramat

En todos los casos la mortalidad a las 48 h fue superior a la observada a las 24 h. En general *O. v-nigrum* fue la especie más susceptible a ninfas contaminadas con ambos insecticidas a las 24 h ($F_{8, 81} = 96.61$; $P < 0.0001$) y a las 48 h ($F_{8, 81} = 53.05$; $P < 0.0001$), la mortalidad alcanzó el 98% en esta especie. La mortalidad de *C. valida* y *Ch. rufilabris*, en ambos casos, no superó el 20% después de las 48 h (Cuadro 3).

Varias referencias documentan alta susceptibilidad de depredadores al consumir presas contaminadas con mortalidades mayores del 80% (Medina *et al.*, 2002, Huerta *et al.*, 2003); no obstante, con bifentrina o spirotetramat esto sólo ocurrió en *O. v-nigrum*, pero no en *C. valida* y *Ch. rufilabris*. Lo anterior pudiera explicarse por el peculiar sistema de alimentación que tienen las larvas de crisópidos. Estos siempre realizan digestión extraoral, es decir no mastican ni engullen a su presa. En el caso de los coccinélidos también realizan digestión extraoral pero algunas veces, cuando las presas son pequeñas, las larvas desarrolladas o adultos pueden engullir presas enteras (Cohen 1998). Como *C. valida* y *Ch. rufilabris* succionaban sólo los jugos de su presa, insertando sus mandíbulas y maxilas modificadas,

probablemente estuvieron en menor contacto con el insecticida. En cambio el coccinélido quizá manipuló más tiempo o engulló ninfas de *D. citri*, lo que probablemente incrementó el contacto con la superficie contaminada de la presa como lo sugirieron Medina *et al.* (2002).

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de depredadores después de exponerlas a ninfas de *Diaphorina citri* contaminadas con insecticidas de contacto.

Mortalidad de depredadores a las 24 horas (% ±EE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Bifentrina	91.00±4.5 A	4.00±2.2 C	10.00±3.3 C
Spirotetramat	35.00±6.5 B	3.00±2.1 C	1.00±1.0 C
Testigo	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C
Mortalidad de depredadores a las 48 horas (% ±EE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Bifentrina	98.00±2.0 A	20.0±8.6 C	11.00±3.1 C
Spirotetramat	48.00±8.0 B	10.00±3.3 C	8.00±3.5 C
Testigo	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C

Medias con diferente letra por tiempo de evaluación (24 o 48 h) difieren significativamente según Tukey ($\alpha=0.05$). E.E. = Error estándar.

5.3 Exposición directa de depredadores a thiamethoxam

La mortalidad de larvas expuestas a thiamethoxam fue diferente a las 24 ($F_{5, 24} = 478.98$; $P < 0.0001$) y 48 h ($F_{5, 24} = 748.00$; $P < 0.0001$). El insecto más susceptible nuevamente fue *O. v-nigrum* con 100% de mortalidad a 24 h (Cuadro 4).

En este sentido Smith y Cave (2006) indicaron que los coccinélidos *Cybocephalus nipponicus* Endrödy-Younga y *Rhyzobius lophanthae* Blaisdell mostraron mortalidades elevadas cuando se le aplicó un neonicotinoide (imidacloprid), grupo al que pertenece también el thiamethoxam.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de larvas de depredadores después de exposición directa al insecticida sistémico thiamethoxam.

Mortalidad de depredadores a las 24 h (% ±EE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Thiamethoxam	100.00±0.0 A	56.00±2.4 B	56.00±4.0 B
Testigo	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C
Mortalidad de depredadores a las 48 h (% ±EE)			
Tratamiento	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Thiamethoxam	100.00±0.0 A	66.00±2.4 B	70.00±3.1 B
Testigo	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C

Medias con diferente letra por tiempo de evaluación (24 o 48 h), difieren significativamente según Tukey ($\alpha=0.05$). E.E. Error estándar.

Estos porcentajes de mortalidad no son inesperados, en estudios de campo se encontró que 18 especies de coccinélidos fueron afectadas por las aplicaciones de diversos insecticidas, entre ellos neonicotinoides (Smith y Cave 2006, Nakao *et al.*, 1985). A pesar de estas generalizaciones, Shima *et al.* (2013) mencionaron que *Hippodamia variegata* Goeze fue tolerante a thiamethoxam en estado de huevo y adulto.

La mortalidad de *O. v-nigrum* registrada en este caso pudiera deberse a las condiciones óptimas en que se llevó a cabo el ensayo, y a que los insectos estuvieron en contacto constante con el insecticida durante 48 h. En condiciones de campo, en cambio, existen factores como humedad, rayos UV, evaporación y precipitación, entre otros, que pueden alterar la respuesta de los depredadores a la aplicación (Smith y Cave 2006). Los crisópidos también fueron afectados con las aplicaciones de thiamethoxam pues la mortalidad varió del 56% a las 24 hasta el 70% a las 48 h. Estas tasas de mortalidad coinciden con Cerna *et al.* (2012), y Medina *et al.* (2002), quienes encontraron que los neonicotinoides imidacloprid, acetamiprid y thiamethoxam resultaron altamente tóxicos a larvas y adultos de *Ch. carnea* por cualquier vía de exposición.

5.4 Exposición a presa y plantas contaminadas con thiamethoxam

Se encontró que existe susceptibilidad diferencial en la mortalidad de los depredadores al ser expuestos a planta con y sin presa a las 24 ($F_{11, 48} = 58.76$; $P < 0.0001$), y 48 h ($F_{11, 48} = 143.83$; $P < 0.0001$) (Cuadro 5). Las larvas de *O. v-nigrum* expuestas a brotes de *M. paniculata* contaminados con thiamethoxam, y sin presencia de ninfas, tuvieron una mortalidad diferente al testigo, 60% a las 48 h. La exposición de larvas de *O. v-nigrum* a brotes de *M. paniculata* con ninfas del psílido y aspersión de insecticida presentó mortalidades de 20% y fue diferente al testigo. El coccinéido presentó mayor mortalidad sobre brotes de *M. paniculata* contaminados por thiamethoxam sin ninfas, esto se atribuyó a que se observó en más de una ocasión que el insecto, al no tener presa para consumir, mordía los brotes de *M. paniculata*. Al

parecer la ausencia de alimento obligó al coccinélido a morder brotes de *Murraya*, quizá al menos para obtener agua, lo que le provocó un contacto directo con el insecticida.

Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad de depredadores por exposición a ninfas de *Diaphorina citri* contaminadas con thiamethoxam vía sistémica.

Tratamiento	Mortalidad de depredadores a las 24 h (% ±EE)		
	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Thiamethoxam sin psílido	36.00±2.4 A	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B
Thiamethoxam con psílido	6.00±4.0 B	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B
Testigo con psílido	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B
Testigo sin psílido	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B	0.00±0.0 B
Tratamiento	Mortalidad de depredadores a las 48 h (% ±EE)		
	<i>Olla v-nigrum</i>	<i>Ceraeochrysa valida</i>	<i>Chrysoperla rufilabris</i>
Thiamethoxam sin psílido	60.00±3.1 A	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C
Thiamethoxam con psílido	20.00±3.1 B	0.00±0.0 C	4.00±2.4 C
Testigo con psílido	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C
Testigo sin psílido	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C	0.00±0.0 C

Medias con diferente letra por tiempo de evaluación (24 o 48 h) difieren significativamente según Tukey ($\alpha=0.05$). E.E. Error estándar.

Aunque el comportamiento de masticar o alimentarse de material vegetal no está establecido en los depredadores de la familia Coccinellidae, es un comportamiento conocido en otros grupos de insectos particularmente Hemiptera, como en algunas especies de Miridae y

Pentatomidae, especies que se clasifican más como de hábitos zoofitófagos (Goula y Alomar 1994). Entre algunas especies de míridos disponibles comercialmente es común que se reporten mortalidades altas en plantas tratadas con productos sistémicos (Desneux *et al.*, 2007). Esta información apoyaría la hipótesis de que la mortalidad de *O. v-nigrum* pudo deberse a ese comportamiento de morder el follaje que no se había descrito en la especie.

Ceraeochrysa valida no presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos a 24 y 48h, mientras que *Ch. rufilabris* presentó una mortalidad del 4% a las 48h al consumir ninfas contaminadas con thiamethoxam. De acuerdo con lo anterior, Cohen (1995) señala que las larvas de los crisópidos tienen menos contacto con su presa debido a su peculiar sistema de alimentación, en el cual se usan las mandíbulas y maxilas modificadas, y una serie de otras estructuras modificadas para realizar digestión extraoral y así aprovechar el contenido total de las presas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los insecticidas de contacto bifentrina y spirotetramat resultaron nocivos en los tres depredadores estudiados, aunque *O. v-nigrum* resultó ser la especie más susceptible ya que obtuvo una mortalidad mayor al 90% independientemente de los modos de exposición.

De acuerdo a la IOBC el insecticida bifentrina y thiamethoxam aplicados de forma directa sobre *Olla v-nigrum* los sitúa en la categoría 4 (> 99 % mortalidad), mientras que el spirotetramat está en la categoría 1 cuando se aplica a los crisópidos.

O. v-nigrum fue la especie más susceptible a thiamethoxam bajo cualquier método de aplicación. No obstante, a este insecto se le observó mordiendo el follaje de brotes tiernos de *Murraya paniculata*.

Los resultados en su conjunto sugieren que los crisópidos tienen más oportunidad de ser utilizados en combinación con insecticidas para el control de *D. citri*, ya que presentaron promedios de mortalidad menores a 36% en todos los casos. Además, presentaron mortalidad menor al 4% en el caso de alimentación de ninfas contaminadas por thiamethoxam.

Aunque los resultados del presente estudio permiten hacer algunas inferencias, es importante remarcar que se requiere de más estudios donde no sólo se involucre el efecto de los productos en los depredadores, sino también sobre *D. citri*. Los resultados sugieren no usar bifentrina debido a que fue el producto más nocivo para los depredadores evaluados, además

este producto comparte algunos mecanismos de resistencia con los organofosforados y derivado de esto se recomienda hacer solo una aplicación por ciclo (IRAC, 2009; Cortez *et al.*, 2010). En este mismo sentido, debe considerarse no usar *O. v-nigrum* en huertos donde la aplicación de alguno de los productos estudiados sea la base del control del psílido. Se sugiere dedicar mayor atención al estudio del comportamiento de *O. v-nigrum* y la compatibilidad con thiamethoxam u algún otro producto sistémico. Aparentemente este depredador, en ausencia de presa, puede morder brotes y esto puede provocar mayor mortalidad de esta especie. Por último se sugiere el uso de crisópidos como candidatos para el manejo integrado de *D. citri* debido a la tolerancia que presentaron a los insecticidas evaluados, en especial spirotetramat y thiamethoxam. Existen referencias que documentan que estos productos son compatibles con algunos depredadores (Schnorbach *et al.*, 2008). En el caso de thiamethoxam es un producto sistémico lo cual confiere la reducción de efectos adversos a la mayoría de los depredadores.

Cabe aclarar que los resultados de este trabajo no son extrapolables a condiciones de campo porque, de las muchas vías de exposición de los depredadores al insecticida (Croft, 1990), aquí se simularon sólo tres maneras de exponer los depredadores, y las condiciones para los insectos no eran las adecuadas, por ejemplo: cuando se proporcionó presa contaminada a los depredadores estos no tuvieron la oportunidad de elegir presa sin contaminar y en el caso de la aplicación directa todos los insectos recibieron una cantidad de producto, mientras que en campo esto no es uniforme. Por tanto, se sugiere evaluar estos productos en campo, ya que el efecto de los insecticidas está influenciado por factores bióticos y abióticos que repercuten en la efectividad de los insecticidas, además en condiciones de campo, la respuesta de insectos a los insecticidas puede variar en función de factores

operacionales (dosis, cobertura, frecuencia, persistencia), vía y tiempo de exposición, historia de aplicación, así como de las condiciones prevalecientes (Croft, 1990).

7. LITERATURA CITADA

- Adams, P. A., P. A. Penny. (1987). Europtera of the Amazon Basin, Part 11a. Introduction and Chrysopini. Acta Amazónica, 15: 413-479.
- Araya, M. N., J. E. Araya, y M. A. Guerrero. (2004). Efectos de algunos insecticidas en dosis subletales sobre adultos de *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphididae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 30: 247-254.
- Arredondo B. H. (2000). Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) y reconocimiento de especies de *Chrysoperla*. Entrenamiento de cría de entomófagos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Tecomán, Colima, México. Pp. 24-33.
- Bado, S, G., and M. Rodríguez S. 1997. Aspectos morfológicos, biológicos y de ingesta de *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) en Buenos Aires (Argentina). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 23: 201-207.
- Baeza-Nahed, U. 2008. Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y del psílido asiático en la costa de Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. IPN. CIIDIR-Oaxaca. Oaxaca. <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/4357/1/PARASITOIDES.pdf>
- Barret, K., N. Grnady, E. G. Harrison, S. Hassan, & P. E. Oomon. 1994: Guidance document on regulatory testing procedures for pesticides with nontarget arthropods. Setac. 51 p.
- Bartlett, B. R. 1963. The contact toxicity of some pesticide residues to hymenopterous parasites and coccinellid predators. Journal of Economic Entomology, 56: 694-698.

- Blanco C. A., y J. S. Bernal. 2003. Insecticidas y control biológico. *In: Bases para el manejo racional de insecticidas*. Silva, G y R. Hepp (Eds). Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía y Fundación para la Innovación Agraria. Chillan, Chile. pp. 69-87.
- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal Plant Pathology*, 88: 7-37.
- Brooks, S. J., P. C. Barnard. (1990). The green lacewings of the world: A generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 59: 117-286.
- Carvalho, G. A., D. Bezerra, B. Souza, e C. F. Carvalho. 2003. Efeitos de insecticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*, 32: 699-706.
- Cerna E, C. Ail, J. Landeros, S. Sánchez, M. Badii, L. Aguirre, y Y. Ochoa. 2012. Comparación de la toxicidad y selectividad de insecticidas para la plaga *Bacteriella cockerelli* y su depredador *Chrysoperla carnea*. *Agrociencia*, 46: 783-793.
- Childers, C. C, M. K. Simms, and D. K. Threlkeld. 2002. Evaluation of insecticides for control of Asian citrus psylla (ACP) on Florida citrus, 2001. *Arthropod Management Tests*. 27:d2.
- Coats, J. R., and N. L. O'Donnell-Jeffrey. 1979. Toxicity of four synthetic pyrethroid insecticides to rainbow trout. *Bull. Environment Contamination and Toxicology*, 23: 250-255.
- Cohen, A. C. 1995. Extra-oral digestion in predacious terrestrial arthropoda. *Annual Review of Entomology*, 40: 85-103.

- Cohen, A. C. 1998. Solid-to-liquid feeding: the inside(s) story of extra-oral digestion in predaceous Arthropoda. *Annual Review of Entomology*, 44: 103-117.
- Cortez M, E., J. I. López A, L. M. Hernández F, F. A. Castillo, y G. J. Loera. 2010. Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces, en México: Selección de insecticidas y épocas de aplicación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. Folleto técnico No 35.
- Cortez M, E., J. I. López A., L. R. Rodríguez., P. V. Partida M., M. Pérez J., y M. C. González V. 2011. Capacidad de depredación de especies de Chrysopidae asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México. Pp. 323-333. In Segundo Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. López-Arroyo, J. I. y González-Lauck, V. W. (Comps). Texcoco, Edo. de México. Diciembre.
- Croft, B. A. 1990. *Arthropod biological control agents and Pesticides*. J. Wiley and Sons, New York. 723 pp.
- Croft, B. A., and A. W. A. Brown. 1975. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annual Review of Entomology*, 20: 285-335.
- Croft, B. A., and A. W. Brown. 1975. Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annual Review of Entomology*, 20:285-336.
- Dagli, F., and U. S. Bahsi. 2009. Topical and residual toxicity of six pesticides to *Orius majusculus*. *Phytoparasitica*, 37: 399-405.

- Dahiya, K. K., R. K. Lakra, A. S. Dahiya, and S. P. Singh. 1994. Bioefficacy of some insecticides against citrus psylla. *Diaphorina citri*. Crop Research, 8: 137-140.
- Desneux, N., A. Decourtye, and J. M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology, 52: 81–106.
- Devine, G. J., D. Eza, E. Ogusuku, y M. J. Furlong. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina de Experimental y Salud Pública, 25: 74-100.
- Elzen, G. W. 1989. Sub-lethal effect of pesticides on beneficial. In: Jepson, P. C. (ed). Pesticides and Non-target invertebrates. Intercept limited, Dorset, England. pp: 129-150.
- French, J. V., C. J. Kahlke, and J. V. da Graça, J. 2001. First record of the Asian Citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Liviidae), in Texas. Subtropical Plant Science, 53: 14-15.
- Godoy, M. S., G. A. Carvalho, J. C. Moraes, M. G. Junior, A. A. Morais, and L. V. Cosme. 2004. Selectivity of insecticides used in citrus crops to eggs and larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical Entomology, 33: 639-646.
- González-Hernández, A., J. Lomelí-Flores, y B. García-Negroe. 2008. Determinación de parasitoides de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en México. Pp. 101-103. In: XXXI Congreso Nacional de Control Biológico. 16 a 21 noviembre, 2008.
- Goula, M., y O. Alomar. 1994. Míridos (Heteroptera: Miridae) de interés en control integrado de plagas en tomate. Guía para su identificación. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 20: 131-143.

- Grafton-Cardwell, E. E., and M. A. Hoy. 1985. Intraspecific variability in response to pesticides in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Hilgardia*, 53: 1-31.
- Halbert, S. E. 1998. Asian citrus psyllid a serious potential exotic pest of Florida citrus FLDACS, Division of Plant Industry. www.ifas.ufl.edu/-entweb/DCITRI.htm
- Halbert, S. E. and K. L. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorhyncha: Psillidae) and greening disease of citrus a literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87: 330-353.
- Hassan, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. IOBC/WPRS Working Group: Pesticides and Beneficial Organisms Bulletin, 3: 18-39.
- Huang, Y., M. S. Williamson, A. L. Devonshire, J. D. Windass, S. J. Lansdell, and N. S. Millar. 1999. Molecular characterization and imidacloprid selectivity of nicotinic acetylcholine receptor subunits from the peach-potato aphid *Myzus persicae*. *Journal of Neurochemistry*, 73: 380-389.
- Huerta, A., P. Medina, P. Castañera, and E. Viñuela. 2003. Residual effects of some modern pesticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) adults under laboratory conditions. *IOBC/WPRS Bull*, 26: 165-170.
- Hurej, M., and D. Dutcher. 1994. Indirect effect of insecticides used in pecan orchards to larvae of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Entomology Science*, 29: 450-456.

- Iannacone, J., y G. Lamas. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y de un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 65: 92-101.
- IRAC. 2009. Mode of action and classification. International Resistance Action Committee. Version 6.3. 14 p.
- James, D. G. 2003. Pesticide susceptibility of two coccinellids (*Stethorus punctum picipes* and *Harmonia axyridis*) important in biological control of mites and Aphids in Washington hops. Biocontrol Science and Technology, 13: 253-259.
- Jawwad, A. H., H. Qureshi, A. Arevalo, and P. A. Stansly. 2008. Impact of Insecticidal Control on Asian Citrus Psyllid and its Natural Enemies. In: 2008 Joint Annual Meeting Florida State Horticulture Society Abstracts University of Florida, IFAS, Southwest Florida Research and Education Center, Immokalee, FL. (C16).
- Llorens, J. M. 2007. Biología de los enemigos naturales de las plagas de cítricos y efectos de los productos fitosanitarios. Dossiers agraris ICEA enemics naturals de plagues en diferents cultius a Catalunya. <http://icea.iec.cat/pdf/Dossier6.pdf> Consulta: noviembre 2013.
- Lomelí-Flores, J. R., E. Rodríguez-Leyva, J. Valdez, y L. D. Ortega-Arenas. 2010. Géneros de Coccinellidae Asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en México. In memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 64-77 pp.
- López-Arroyo, J. I., J. Loera-Gallardo, M. A. Reyes-Rosas, y M. A. Rocha-Peña. 2003. Estado actual de las plagas potenciales de los cítricos en México ¿Es la oportunidad para el uso de depredadores?, pp. 249-263. In: R. Alatorre y V. Sandoval (Ed.) Memorias del

- XIV Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre 3-5 2003. Guadalajara, Jalisco, México.
- López-Arroyo, J. I., M. A. Peña del Río, M. A. Rocha-Peña, y J. Loera. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp: C68. *In* Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México.
- Mead, F. 1977. The Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Fla. Dept. Agric & Consumer Serv. Division of Plant Industry. Entomology Circular No 180. 4p.
- Medina, P., F. Budia, H. Vogt, P. Del Estatal, y E. Viñuela. 2002. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 28: 375-384.
- Medina, P., F. Budia., P. Del Estatal., and E. Viñuela. 2004. Influence of azadirachtin, a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultra-structural approach. Journal Economic Entomology, 97: 43-50.
- Messing, R. H., and B. A. Croft. 1990. Nerisk: an expert system to enhance the integration of pesticides with arthropod biological control. Acta Horticulturae, 276: 15-19.
- Michaud, J. P. 2001. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. Florida Entomologist, 84: 608-612.
- Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Liviidae) in central Florida. Biological Control, 29: 260-269.

- Michaud, J. P., and A. K. Grant. 2003. IPM-compatibility of foliar insecticides for citrus: indices derived from toxicity to beneficial insects from four orders. *Journal Insect Science*, 3: 1-10.
- Michaud, J. P., and L. E. Olsen. 2004. Suitability of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, as prey for ladybeetles. *Biological Control*, 49: 417-431.
- Moffitt, H. R., E. W. Anthon, and L. O. Smith. 1972. Toxicity of several commonly used orchard pesticides to adult *Hippodamia convergens*. *Environment Entomology*, 1: 20-23.
- Nakao, S-I., K. Nohara, and A. Nagatomi. 1985. Effect of insecticide treatments on the fauna of a natural growth of citrus of Japan. *Mushi*, 50: 91-114.
- Nauen, N. U., U. Reckmann, J. Thomzik, and W. Thielert. 2008. Biological profile of spirotetramat (Movento®) a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species. *Bayer CropScience Journal*, 60: 245-278.
- New, T. R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, and Chrysopidae used in pest management. *Lacewings in the Crop Environment*, pp. 6-28.
- Nordlund, D. A., and J. C. Legaspi. (1994). Whitefly predators and their possible use biological control. *International Bemisia Workshop*. Shores, Israel. p. 25.
- Oswald, D. J. 2002. Bibliography of the Neuropterida. A Working Bibliography of the Literature on Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World. . Consulta: noviembre, 2013.
<http://insects.tamu.edu/research/neuropterida/bibhome.html>

- Pathan, A. K., A. H. Sayyed, M. Aslam, M. Razaq, and M. A. Saleem. 2008. Evidence of field-evolved resistance to organophosphates and pyrethroids in *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal Economic of Entomology*, 101: 1676-1684.
- Polek, M., G. Vidalakis, and K. Godfrey. 2007. Citrus bacterial canker disease and Huanglongbing (Citrus greening). ANR. Publ. 8218. University of California. Davis.
- Potter, C. 1952. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on electrostatic charge on atomized spray fluids. *Annals of Applied Biology*, 39: 1-29.
- Purcell, M. F., J. D. Stark, and R. H. Messing. 1994. Effects of insecticides on three tephritid fruit flies and associated braconid parasitoids in Hawaii. *Journal Economic Entomology*, 87: 1455-1462.
- Qureshi, J. A., and P. A. Stansly. 2008. Role of chemical control in the integrated management of *Diaphorina citri* and Huanglongbing disease in Florida Citrus. In: 11th International Citrus Congress, October 2008, Wuhan, China. (Abstracts). P. 49 (R: 81).
- Rodríguez, A. L., M. H. Badii, y E. A. Flores. 2000. Bases ecológicas del control biológico. In: Badi, M. H.; Flores, A. E. y Galán, W. L. J. (Eds.). *Fundamentos y perspectivas de control biológico*. UANL, México, D. F. 19-31 p.
- Rogers, M. E. 2008. General pest management considerations. Responses to greening and its vectors have modified pest management programs. *Citrus Industry*, 89: 1-12.
- Rogers, M. E., and P. A. Stansly. 2006. Biology and management of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida citrus. Bulletin 739. Institute of Food and Agricultural Sciences of the University of Florida. IFAS Extension. ENY-739 7 pp.

- Sabry, H. K., and A. A. El-Sayed. 2011. Biosafety of a biopesticide and some pesticides used on cotton crop against green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stehens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal Biopesticides*, 4: 214-218.
- Salas, H. A., L. Casmuz, S. Zapatiel y J. Lazcano. 2008. Evaluación de diferentes dosis y métodos de aplicación de insecticidas sistémicos para el control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 85: 1-8.
- Salas, H., L. Goane, A. Casmuz, y S. Zapatiel. 2006. Control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero en vivero con insecticidas sistémicos. *Revista Industrial Agrícola de Tucumán*, 83: 49-52.
- Sánchez G, J. A., C. A. Zamora, y H. C. Arredondo B. 2010. Producción masiva de *Tamarixia radiata* Waterston (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE), parasitoide del psílido asiático de los cítricos: una propuesta en desarrollo. Pp. 244-250. *In: Primer Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México*. López-Arroyo, J. I. y González-Lauck, V. W. (comps). Monterrey, Nuevo León, México. Diciembre.
- SAS (SAS Institute.), SAS[®] 2010. Language guide for personal computers release 9.0 edition. SAS Institute Cary N C. USA, 1028 p.
- Schnorbach, J., A. Elbert, B. Laborie, J. Navacerrada, E. Bangels, and B. Gobin. 2008. Movento[®] an ideal tool for integrated pest management in pome fruit, citrus and vegetables. *Bayer Crop Sciences Journal*, 61: 377-402.

- SENASICA (Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria). 2012. Situación actual y perspectivas del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México. <http://www.senaica.gob.mx> (Consulta: noviembre 2012).
- Shima, R., R. B. Ali, and S. Qodratollah. 2013. Effects of thiamethoxam in sublethal concentrations, on life expectancy (ex) and some other biological characteristics of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae). International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4: 556-560.
- SIAP (Sistema de Información Agrícola pesquera). 2010. Avances de la producción por sistema producto. <http://reportes.siap.gob.mx> (Consulta noviembre, 2011).
- Smith, T. R., and R. D. Cave. 2006. Pesticide susceptibility of *Cybocephalus nipponicus* and *Rhyzobius lophanthae* (Coleoptera: Cybocephalidae, Coccinellidae). Florida Entomologist, 89: 502-507.
- Sohail, A., A. Nisar, and R. K. Rasah. 2004. Studies on population dynamics and chemical control of citrus psylla, *Diaphorina citri*. International Journal Agriculture y Biology, 6: 970-973.
- Stevenson, J. H., and H. H. Walters, J. 1983. Evaluation of pesticides for use with biological control. Agriculture Ecosystems Environment, 10: 201-215.
- Tarango R, S. H., y F. J. Quiñones P. 2001. Biología y cría de las catarinitas *Harmonia axyridis* y *Olla v-nigrum*. Centro de investigación regional Norte-Centro, campo experimental Delicias. Instituto nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Folleto No 5. Pp. 42.

- Trichilo, P. J and L. T. Wilson. 1993. An ecosystem analysis of spider mite outbreaks: physiological stimulation or natural enemy suppression. *Experimental & Applied Acarology*, 17: 291-314.
- Vendramin, J. D. y C. H. Rodríguez. 2003. Insecticidas y resistencia vegetal. Pp. 53. *In*: Silva, G y R. Hepp (Eds.). Bases para el Manejo racional de insecticidas. Concepción, Chile.
- Viñuela, E. y J. Jacas. 1993. Los enemigos naturales de las plagas y los plaguicidas. Hojas divulgadoras. No 2/93 HD. Unidad de Protección de Cultivos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. Pp. 17-19.
- Vogt H., M. González, A. Adan, G. Smagghe, y E. Viñuela. 1998. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 24: 67-78.
- Yamamoto, P. T. 2008. Controle de insetos vetores de bacterias causadoras de doencas em citros. In Pages 237-260. In Pedro Takao Yamamoto. (Org.). Manejo integrado de pragas dos citros. 1a ed. Piracicaba, SP, Brazil.
- Yun Mok, Y., and R. F. Ruppel. 1964. Toxicity of insecticides to Coccinellidae predators of the cereal leaf beetle. *Journal of Economic Entomology*, 57: 835-837.