



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL PSÍLIDO  
ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS (*Diaphorina citri*) Kuwayama  
(HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN SUS DIFERENTES ESTADOS  
BIOLÓGICOS, EN LIMÓN PERSA**

ISABEL RUIZ GALVÁN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

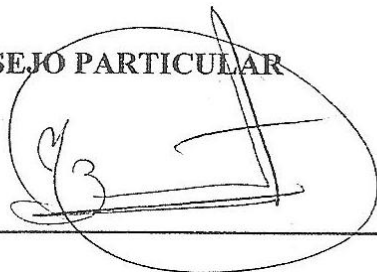
MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2013

La presente tesis titulada: **EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS (*Diaphorina citri*) KUWAYAMA (HEMIPTERA: Liviidae) EN SUS DIFERENTES ESTADOS BIOLÓGICOS, EN LIMON PERSA**, realizada por la alumna: **ISABEL RUIZ GALVÁN**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**




CONSEJERO:

Dr. Néstor Bautista Martínez

ASESOR:

  
Dr. Hussein Sánchez Arroyo

ASESOR:

  
M.C. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2013

# **EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS (*Diaphorina citri*) KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN SUS DIFERENTES ESTADOS BIOLÓGICOS, EN LIMÓN PERSA**

Isabel Ruiz Galván

Colegio de Postgraduados 2013

## **RESUMEN**

Se evaluaron seis formulaciones comerciales de insecticidas para el control de los diferentes estados biológicos de *Diaphorina citri* (Kuwayama) en limón persa en condiciones de invernadero y en laboratorio. Los insecticidas estudiados fueron Imidacloprid + Betacyflutrin, Spirotetramat, Imidacloprid, Thiametoxam + Lambda cyalotrina, Imidacloprid + Lambda cyalotrina, Aceite parafínico de petróleo y un testigo sin aplicación. Se utilizaron especímenes de una cría de *D. citri* establecida en enero de 2012 sobre plantas de limón persa con más de un año de no tener aplicaciones de insecticidas. Los parámetros evaluados fueron toxicidad de los insecticidas en huevecillos, ninfas y adultos. Los ensayos se dispusieron en un diseño completamente al azar, con 10 repeticiones cada tratamiento, los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de separación de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) con el programa estadístico SAS v.9.1.3. En la toxicidad de huevecillos se encontró que el Aceite parafínico de petróleo causa mortalidad de huevecillos, sin embargo, se observó que el imidacloprid retrasó la eclosión de huevecillos respecto a los tratamientos con insecticida. Las ninfas fueron susceptibles a todos los insecticidas evaluados, resultando con mayor mortalidad el activo imidacloprid e Imidacloprid + Betacyflutrin. Mientras que en adultos, las mortalidades fueron superiores que en ninfas. En diferentes fechas después de la aplicación se presentaron mortalidades del 100% para ambos estados biológicos.

Palabras clave: huevecillo, ninfa, adulto, aceite parafínico de petróleo, imidacloprid

**CHEMICAL CONTROL OF *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA: LIVIIDAE) IN DIFFERENT BIOLOGICAL STAGES IN PERSIAN LIME**

Isabel Ruiz Galván

Colegio de Postgraduados 2013

**ABSTRACT**

In the present research, six commercial formulations of pesticides were evaluated to control different biological stages of *Diaphorina citri* (Kuwayama) in Persian lime under greenhouse and laboratory conditions. The evaluated pesticides were Imidacloprid + Betacyflutrin, Spirotetramat, Imidacloprid, Thiametoxam + Lambda cyalotrina, Imidacloprid + Lambda cyalotrina, paraffinic oil and a control treatment. Some specimens of *D. citri* were reared in January 2012 in Persian lime trees without previous sprayings for over a year and then used for the research purposes. Three variables were evaluated: the pesticide toxicity in eggs, nymphs and adult insects. The experimental design was completely randomized with 10 repetitions for each treatment, the collected data were subjected to an analysis of variance (ANOVA) procedure and the means separation by the test of Tukey ( $\alpha=0.05$ ) in the Statistical Analysis System (SAS) software v. 9.1.3. It was observed that the paraffinic oil causes eggs mortality; however the Imidacloprid treatment delayed the eggs hatching compared with the rest of the treatments. The nymphs were susceptible to the six treatments, but mostly to imidacloprid and the combination of imidacloprid + Betacyflutrin. Regarding to the adult insects, the mortality rate was higher than the observed in nymphs. In different dates after the spraying, the mortality rate was 100% for both biological stages.

Key words: pesticides, nymphs, adult, paraffinic oil, imidacloprid

## DEDICATORIA

*A la persona que siempre está presente en mis pensamientos, a la persona que es el motor que me impulsa a seguir adelante, a ti lucecita de mi vida: **Te amo hija, Yari!***

*Por tu recuerdo y el amor que un día compartimos no nos separaremos jamás. Al final de mis días nos reuniremos nuevamente. Gracias por creer en mí, gracias por decir que soy tu mayor orgullo. **Hermano Juan t***

*Porque confiaron en mí, por su apoyo, su grande amor y consejos, nuevamente comparto con ustedes un éxito logrado, **mamá, papá** son los mejores padres, los amo y los llevo en mi corazón: **Eustorgia y Catalino.***

*A ustedes con los que he compartido mi vida, con los que he reído y llorado, porque han sido pieza clave de este logro, gracias por su apoyo y cariño. **Hermanos: Armando, Cristy, Mary y Ale.***

## *AGRADECIMIENTOS*

*A Dios: por la vida que me regalas, por la familia que me has dado, porque nunca me has abandonado. Gracias Señor, porque me has permitido concluir una etapa más de mi vida profesional.*

*Al Colegio de Postgraduados por haberme dado la oportunidad realizar mis estudios de Postgrado y continuar con mi formación profesional.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por ser la fuente financiadora para la realización de mis estudios de maestría.*

*Al Dr. Néstor Bautista Martínez por su disposición y apoyo invaluable, que contribuyeron en gran medida a la culminación de la presente Tesis y Postgrado.*

*Al Dr. Hussein Sánchez Arroyo por las valiosas sugerencias y observaciones realizadas a la presente investigación.*

*Al M.C. Fernando Valenzuela Escoboza por el interés, disposición y sugerencias realizadas en el escrito.*

*A todas las personas que de alguna manera me apoyaron para realizar y concluir con éxito esta investigación.*

*Gracias.....*

## CONTENIDO

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Objetivos Específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 La citricultura en México.....	3
2.2. Generalidades del psílido asiático de los cítricos <i>Diaphorina citri</i> Kuwuyama (Hemiptera: Liviidae) .....	3
2.2.1. Origen y distribución.....	3
2.2.2. Descripción del insecto: biología y ecología.....	4
2.2.3. Daños.....	6
2.3. Importancia del Huanglongbing en México y el mundo .....	7
2.4. El control químico una estrategia de control para <i>Diaphorinacitri</i> .....	8
2.5. Productos utilizados.....	11
2.5.1. Imidacloprid y Betacyflutrin (MURALLA MAX ®) .....	11
2.6.1 Spirotetramat (MOVENTO) .....	11
2.7.1 Imidacloprid (CONFIDOR ® 350 SC) .....	12
2.8.1 Thiametoxam + Lambda cyalotrina (ENGEO ®) .....	12
2.9.1. Imidacloprid + Lambda cyalotrina (CORAX ® SC) .....	13

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1 Ubicación del experimento .....	15
3.2. Cría de <i>Diaphorina citri</i> .....	15
3.3. Material vegetal utilizado .....	15
3.4. Insecticidas y dosis evaluadas.....	15
3.5.1. Evaluación en huevecillos .....	16
3.5.2. Evaluación en ninfas .....	17
3.5.3. Evaluación en adultos.....	18
<b>3.6. Análisis estadístico</b> .....	18
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	19
4.1. Evaluación en huevecillos .....	19
4.2. Evaluación en ninfas .....	21
4.3. Evaluación en adultos .....	22
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	25
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	26



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Toxicidad de insecticidas en huevecillos de <i>Diaphorina citri</i> dos, cuatro y seis días después de la aplicación .....	20
Cuadro 2. Mortalidad de ninfas de <i>Diaphorina citri</i> dos y siete días después de la aplicación de insecticidas.....	21
Cuadro 3. Mortalidad de adultos de <i>Diaphorina citri</i> dos días después de la aplicación de insecticidas. ....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Brotes con huevecillos contenidos con solución nutritiva.....	16
Figura 2. Inducción de oviposición en brotes tiernos.....	17
Figura 3. Ninfas muertas a las 48 horas después de la aplicación.....	17

## I. INTRODUCCIÓN

La citricultura en México representa una actividad de importancia económica y social para las regiones en donde se establecen estos cultivos. A nivel mundial, nuestro país se sitúa en el primer lugar como productor de limas y limones y en cuarto lugar en la producción de pomelos (FAOSTAT, 2013). Sin embargo, la riqueza citrícola de nuestro país desde el año 2002 se ve amenazada por la presencia de *Diaphorina citri* Kuwuyama (Hemíptera: Liviidae) Burckhardt & Ouvrard (2012) Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) vector del agente causante de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) (Halbert *et al.* 2004; Bové 2006). Esta bacteria habita en el floema (Bové 2006, Garnier *et al.* 2006, Li *et al.* 2006), en la actualidad es considerada como la enfermedad más devastadora para los cítricos en todo el planeta (Halbert *et al.* 2004, Bove 2006, Manjunath *et al.* 2008). Se han reportado cifras superiores a los 63 millones de árboles muertos a causa del HLB principalmente en Asia, Sudáfrica y Brasil; lugares donde se presentaron epidemias (Bové 2006, Manjunath *et al.* 2008). Las pérdidas económicas que ocasiona la enfermedad van desde reducciones en los rendimientos hasta la pérdida total de la plantación, debido a que los árboles infectados por HLB tienen que eliminarse a fin de evitar la diseminación de la bacteria (Halbert & Manjunath 2004, Salcedo *et al.* 2010). En el continente americano el HLB se reportó por primera vez en 2004 en São Paulo, Brasil (Coletta *et al.* 2004). En Estados Unidos en 2005 en plantaciones de cítricos en el sur de Florida (Halbert 2005) y, en tres años se expandió a todo el estado (FDACS-DPI 2008). En la República Mexicana la enfermedad se detectó en julio de 2009 en Yucatán en huertos de traspatio y comerciales. A cuatro años de haberse detectado la enfermedad, se encuentra distribuida en más de la mitad del área citrícola de México. Actualmente, el HLB se encuentra en 203 municipios de 13 de los 23 estados citrícolas del país, siendo plantas de huertas comerciales de Colima, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Sinaloa, las que presentan mayores daños al presentarse síntomas de moteado asimétrico, caída de hojas, muerte de ramas y deformación de frutos principalmente (SENASICA 2013). De acuerdo con las proyecciones estimadas por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en coordinación con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) el impacto del HLB en México en un lapso de 5 y

8 años de estar presente se tendrá una pérdida de 3 millones de toneladas equivalente al 41% de la producción del país (IICA-SENASICA 2010). *D. citri* es el vector primario del HLB, de este modo es vital dirigir el control hacia el vector como estrategia de control de la enfermedad. El control químico, en México, es el más utilizado entre los productores (Tiwariet al. 2011), usando productos de contacto y sistémicos, con acción inmediata y hasta por 30 días (Robles et al. 2011). Según lo citado por los autores, las aplicaciones deben iniciarse en plantas de vivero, previo a los máximos poblacionales del vector, a principios de año, cuando las condiciones son favorables para el aumento de la población (Alemán & Ravelo 2007, Cortez et al. 2010, Rogers & Stansly 2006). Los insecticidas más usados en el planeta para el control del vector han sido temik, imidacloprid, dimetoato, clorpirifos, malation, cipermetrina, deltametrina, betaciflutrina, spinotetramat, spinetoram, oxamyl, tricarbocilos, ometoato, sulfoxaflor, aceite mineral, entre otros (Cobelo 2005, Catling 1970, Bové 1986, Dahiya et al. 1994, Sohail et al 2004, Cortez et al. 2010, Villanueva et al. 2011; Orozco et al. 2012, Quiñones 2012). En los últimos años se han creado estrategias para controlar al insecto; sin embargo en la actualidad el control químico ha sido el método que ha mantenido las poblaciones más bajas y seguirá usándose a través de los años.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la toxicidad de seis insecticidas en los diferentes estados biológicos del Psílido Asiático de los Cítricos.
2. Obtener recomendaciones de control químico para *Diaphorina citri* en cítricos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 La citricultura en México

En México, la superficie sembrada de cítricos supera el medio millón de hectáreas, distribuidas en plantaciones de naranja, mandarina, limón, lima, tangelo, tangerina y toronja según el orden de hectáreas establecidas (SIAP 2011). A nivel mundial nuestro país se sitúa en el primer lugar como productor de limas y limones y en cuarto lugar en la producción de pomelos (FAOSTAT 2013). La producción y consumo de naranjas, tangerinas, limones y limas ha ido en constante crecimiento en todo el mundo (Spreen 2010).

La citricultura en México representa una actividad de importancia económica y social para las regiones en donde se establecen estos cultivos. La producción de limón en México es todo el año, cultivándose 166 580.41 hectáreas en 27 Entidades Federativas, las cuales producen 2, 132,921.78 toneladas por año, con un rendimiento promedio de 14.26 t/ha, generando ganancias por 6, 305,658.73 millones de pesos (SIAP 2011).

La mencionada riqueza de cítricos desde el año 2002 se ve amenazada por la presencia del Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) (*Diaphorina citri*) Kuwuyama (Hemiptera: Liviidae) Burckhardt & Ouvrard (2012) vector de bacteria causante de la enfermedad devastadora conocida como Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) (Halbert *et al.* 2004, Bové 2006).

### 2.2. Generalidades del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwuyama (Hemiptera: Liviidae)

#### 2.2.1. Origen y distribución

El Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) Burckhardt & Ouvrard (2012) es la plaga que se encuentra atacando a todas las especies del género *Citrus* (Grafton *et al.* 2010) y algunas otras especies de la familia Rutaceae (Shivankaret *al.* 2000) cultivadas y silvestres (Aubert 1987), tiene su origen en el lejano oriente, fue descrita por vez primera en Taiwán en 1907 (Pluke *et al.* 2005). Se cree

que *D. citri* tuvo su origen en el sur de Asia y en la India, comenzando a distribuirse en el mundo (Hall 2008).

En el continente americano fue reportado por primera vez en Brasil en 1942, en Florida se reportó en 1998 (Tsai *et al.* 2000). Posteriormente, fue encontrado en República Dominicana y Cuba en el 2001 (Halbert & Nuñez 2004).

En México, es posible que desde el año 1996 estuviera presente el PAC (Halbert & Nuñez 2004); sin embargo, el primer reporte oficial afectando la citricultura mexicana fue en el 2002 en los estados de Campeche y Quintana Roo (Thomas 2002, citado por López Arroyo *et al.* 2005). En el 2003 se reportó en Tamaulipas y Nuevo León (Ruiz, *et al.* 2004, López-Arroyo *et al.* 2005). Un año más tarde la presencia de la plaga alcanzó los estados de Colima, Queretaro, San Luis Potosí, Tabasco y Yucatán. Desde 2008 el insecto se estableció en todos los estados productores de cítricos en la República Mexicana.

### **2.2.2. Descripción del insecto: biología y ecología**

El PAC es el vector del enverdecimiento de los cítricos (Huanglongbing). Su ciclo de vida abarca la etapa de huevecillo, cinco instares ninfales y el estado adulto. Los huevecillos son de 0.3 mm de longitud y 0.14 mm de ancho, de forma almendrada, de color amarillo recién ovipositados y anaranjado en su edad madura. La hembra deposita sus huevecillos en hileras, en una o dos hojas del brote para iniciar el ciclo de vida (Fernández *et al.* 2005), así también, el mismo autor menciona que los huevecillos pueden ser depositados en brotes de 2 mm. En Veracruz, durante los meses de marzo a junio pueden encontrarse de 29 a 41 huevecillos por brote (Sánchez 2010). Tsai & Liu (2000) mencionan que una hembra puede ovipositar hasta 858 huevos, dependiendo al hospedero y la temperatura, los cuales eclosionan a los tres días en verano y 23 días en invierno (Sánchez 2010).

Las ninfas son aplanadas dorsoventralmente, de color verde o anaranjado opaco, un par de ojos compuestos y antenas de color negro, con filamentos a lo largo del abdomen (Coronado 1991). Se presentan cinco instares ninfales, con longitud de 0.25 hasta 1.7 mm. En 15 días aproximadamente transcurre el estado ninfal (Etienne *et al.* 2001). Chiou-Nan Chen

(1998) menciona que las ninfas de cuarto y quinto ínstar, así como los adultos pueden transmitir la bacteria después de haberse alimentado de una planta enferma. Las ninfas se encuentran en hojas tiernas, peciolos y tallos, formando colonias numerosas (Husain & Nath 1927), secretando gran cantidad de mielecilla por el ano, así como una sustancia cerosa en forma de hilos blancos (Tsai & Liu 2000).

Los adultos son insectos chupadores, miden entre 3 a 4 mm de longitud, cuerpo de color pardo (Halbert *et al.* 2004), alas cerosas con manchas pardas dejando un área central clara, ojos rojos. Los machos son más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen roma (Fernández *et al.* 2005), mientras que la hembra posee un abdomen con una punta bien marcada. Se les encuentra posados en hojas tiernas y maduras, con la parte superior del cuerpo hacia arriba y con el estilete insertado en el tejido. Tienen preferencia por el envés de las hojas (Grafton *et al.* 2010) pero cuando las infestaciones son altas pueden encontrarse tanto en el haz como en el envés. Cuando son molestados saltan y se desplazan a distancias cortas (Etienne *et al.* 2001, Hall & Albrigo 2007).

El PAC puede completar su ciclo de vida de 15 a 47 días, pudiendo existir 11 generaciones por año (Yang *et al.* 2006), en 14 días se puede completar una generación (Fernández 2005). Sin embargo, Tsai & Liu (2000) y Fonseca *et al.* (2007) aseveran que pueden vivir hasta 60 días dependiendo al hospedante y la temperatura. En la India los adultos pueden vivir 190 días en invierno, pero sólo 20 días en verano. Sánchez (2010) reporta que en México *D. citri* se encuentra todo el año en sus diferentes etapas de desarrollo, observándose mayor incidencia en los meses de marzo-junio, con la característica particular de que pueden vivir por varios meses esperando hasta que llegue el periodo de brotación de las plantas hospederas (Cáceres 2005, Alemán *et al.* 2007).

Los apareamientos se realizan después de uno a tres días de la emergencia, un día después del apareamiento comienza la oviposición (Etienne *et al.* 2001). El abdomen de la hembra grávida toma una coloración amarillo naranja brillante.

El Psílido Asiático de los Cítricos no presenta diapausa, sin embargo, su población disminuye en los periodos en que las plantas no están en brotación. Diversos autores mencionan que las temperaturas extremas resultan poco benéficas para el incremento poblacional. En China Sohail *et al.* (2004) determinaron que la población de *D. citri* fluctúa en relación a la humedad relativa y temperatura, los inviernos con bajas temperaturas e intensas fluctuaciones de temperatura ocasionan alta mortalidad de poblaciones (Xie *et al.* 1989, Hunge *et al.* 1992). Al respecto, una temperatura mínima mensual de 6.4 °C es un factor limitante a la reproducción del psílido. En Brasil, Nava *et al.* (2007) estudiaron la biología de *D. citri* en tres especies de cítricos a siete diferentes temperaturas, determinando una temperatura base de desarrollo para el estado de huevo y ninfa de 12 °C y 13.9 °C, respectivamente. Por su parte Aurambout *et al.* (2009) mencionan que el aumento de la temperatura debido al cambio climático influye en el comportamiento potencial, la distribución y reproducción de la plaga; tanto así que se espera su llegada a Australia.

### **2.2.3. Daños**

El daño directo de *Diaphorina citri* causado por ninfas y adultos al extraer savia, generalmente de los brotes tiernos y peciolos, al mismo tiempo introducen toxinas en los tejidos lo que induce a hojas cloróticas y enrollamiento de las mismas, esto impide el desarrollo y crecimiento normal de las plantas (Ramos 2008, García 2009, Gandarilla *et al.* 2010) caída del follaje y flores (Rogers & Stansly 2006). Las ninfas excretan una sustancia blanca cerosa a manera de hilos que se deposita sobre las hojas, en altas infestaciones se produce mielecilla misma que favorece el desarrollo de fumagina en la superficie de las hojas y tiene efectos sobre la fotosíntesis (Halbert *et al.* 2004), demeritando la calidad de los frutos.

El daño de mayor importancia es causado por la transmisión de la bacteria gram negativa, restringida al floema y no cultivable en medios artificiales *Candidatus Liberibacter* spp; patógeno causante del Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos (Halbert *et al.* 2004, Bové 2006) que habita en el floema (Bové 2006, Garnier *et al.* 2006, Li *et al.* 2006). Cuando el insecto infectado se alimenta, es capaz de provocar defoliación y muerte de las ramas, reducción en el tamaño de fruta, coloración invertida, desarrollo asimétrico,

aborto de semilla y falta de jugo (Lozano *et al.* 2009, Gómez 2010). Una vez adquirida la bacteria, el insecto es capaz de transmitir la enfermedad durante toda su vida (15 a 47 días), bastan 15 a 30 minutos de alimentarse de una planta enferma para adquirir la bacteria durante toda su vida y las plantas infectadas pueden morir en un periodo de 2 a 8 años (FAO 2003).

### **2.3. Importancia del Huanglongbing en México y el mundo**

La enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), enverdecimiento de los cítricos o dragón amarillo, ocasionada por la bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* que habita en el floema (Bové 2006, Garnier *et al.* 2006, Li *et al.* 2006), es considerada actualmente como la más devastadora para los cítricos en todo el planeta (Halbert *et al.* 2004, Bové 2006, Manjunath *et al.* 2008).

Se han reportado cifras superiores a los 63 millones de árboles muertos a causa del HLB principalmente en Asia, Sudáfrica y Brasil; lugares donde se presentaron epidemias (Halbert & Manjunath 2004, Bové 2006). Entre los desastres económicos se reporta que en la Isla Reunión y Tailandia existen plantaciones enteras abandonadas. En China, durante los años de 1977-1981 la producción de mandarina y limones disminuyó en un 99%. En Arabia Saudita la producción de cítricos desapareció totalmente (EPPO 1988, Chung & Fan 1990, Da Graca 1991). Las pérdidas económicas que ocasiona la enfermedad van desde reducciones crecientes de los rendimientos hasta la pérdida total de la plantación, debido a que los árboles infectados por HLB tienen que eliminarse a fin de evitar la diseminación de la bacteria (Halbert & Manjunath 2004, Salcedo *et al.* 2010).

En el continente americano, el enverdecimiento de los cítricos se reportó por primera vez en 2004 en São Paulo, Brasil (Coletta-Filho *et al.* 2004). En Estados Unidos en 2005 en plantaciones de cítricos en el sur de Florida (Halbert 2005) y en tres años se expandió a todo el estado (FDACS-DPI 2008).

En México La enfermedad del enverdecimiento de los cítricos se detectó por primera vez en árboles de traspatio, en el municipio de Tizimin, Yucatán el 6 de julio de 2009 y en



Quintana Roo, Nayarit y Jalisco en el mismo año, para el año 2010 se extendió a Campeche, Colima, Sinaloa y Michoacán, en el 2011 en Chiapas, Baja California e Hidalgo; en 2012 se sumó Tabasco y en lo que va de este año se reportó en Guerrero. Sin embargo, en los estados de Morelos, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz se han encontrado psílicos portadores de la bacteria pero a la fecha no se han detectado síntomas en material vegetal. A cuatro años de haberse detectado la enfermedad, se encuentra distribuida en más de la mitad del área citrícola del país. Actualmente, el HLB se encuentra en 203 municipios de 13 de los 23 estados citrícolas del país, siendo plantas de huertas comerciales de Colima, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Sinaloa, las que presentaron mayores daños con síntomas de moteado asimétrico, caída de hojas, muerte de ramas y deformación de frutos principalmente (SENASICA 2013). Robles *et al*; 2011 mencionaron que en el estado de Colima la producción en arboles infectados ha disminuido en un 50%, aunado a esto, la fruta cosechada tuvo una reducción de tamaño. A dos años de presentarse el patógeno en esta entidad, se encontró un 60% de incidencia en los predios (CESAVECOL 2012 Citado en Manzanilla *et al.* 2012).

De acuerdo con las proyecciones realizadas por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en coordinación con el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) el impacto del HLB en México a 5-8 años de estar presente en todas las regiones citrícolas, la pérdida nacional para el conjunto de cítricos ante un bajo impacto será de 1.84 millones de toneladas equivalente al 25% de la producción, ante un moderado impacto la pérdida asciende a 2.35 millones de toneladas y por último frente a un alto impacto, la pérdida se incrementaría a 3 millones de toneladas equivalente al 41% de la producción del país, respecto a la pérdida de jornales será de 19.3 millones ante un alto impacto (IICA-SENASICA 2010).

#### **2.4. El control químico una estrategia de control para *Diaphorinacitri***

El control químico de las plagas ha traído grandes beneficios a la agricultura evitando pérdidas enormes al agricultor. Sin embargo, la facilidad y efecto rápido de estos sobre los organismos plaga hace que su uso sea constante y de manera inadecuada, lo que genera

contaminación ambiental, desequilibrio ecológico, intoxicación de humanos y resistencia de los insectos a los plaguicidas (Vendramin & Rodríguez 2003)

En México, las estrategias de control contra el PAC involucran al control químico, siendo esta la más utilizada entre los productores (Tiwari *et al.* 2011). En el control se pueden utilizar insecticidas con acción de contacto así como los de acción sistémica. Los insecticidas de contacto actúan de manera inmediata a la aplicación, siempre y cuando el producto haga contacto con el insecto, por tal motivo, es necesario lograr una buena cobertura del árbol para lograr el mayor cubrimiento en los insectos. Por el contrario, los insecticidas sistémicos pueden afectar el desarrollo de la plaga desde el primer día de la aplicación, hasta 30 días después, dado a que se transloca al interior de la planta, lo que elimina a las próximas generaciones, incluyendo ninfas recién emergidas (Robles *et al.* 2011).

Alemán *et al.* (2007) reportan que el control químico debe dirigirse principalmente en plantas de vivero y plantaciones jóvenes, dado que los árboles maduros presentan mayor tolerancia a los daños del vector. Así mismo, Cortez *et al.* (2010) reportan que las aplicaciones iniciales durante el año, deben iniciar previo a los máximos poblacionales de la plaga. Por su parte Rogers & Stansly (2006) mencionan que con el propósito de mantener bajas las poblaciones y evitar daños directos, los insecticidas deben aplicarse a principios de año, cuando las condiciones son favorables para el aumento de la población. En Florida, EUA se recomendó hacer aplicaciones durante el periodo en que se presentan las ninfas y más cuando se detectaron en una planta enferma, ya que al pasar al estado adulto pueden alimentarse de plantas sanas y transmitir la enfermedad (Halbert & Manjunath 2004).

En Brasil, los insecticidas que se han usado y ejercido un buen control del vector son: temik e imidacloprid como productos sistémicos aplicados en periodos de lluvia y el dimetoato, ethion, malation, abamectina, piretroides y carbamatos como productos de contacto, usados en periodos de sequía (Cobelo 2005). Se han obtenido resultados de hasta el 90% de control de la plaga por siete días después de aplicar dimetoato, aldicarb, monocrofos, deltametrin, cipermetrina, clorpirifos, diclorvos, endosulfan, malation e imidacloprid (Catling 1970;

Bové, 1986; Dahiyat *et al.* 1994, Sohailet *et al.* 2004). La aplicación del imidacloprid ha logrado controles de 100% en adultos y 98% en ninfas (Cáceres 2002). Así mismo, su uso puede ser a través del sistema de riego, aspersión al follaje, aplicación con regadera al tronco y al suelo (Bullock & Pelosi 1996). El uso de malation asperjado a intervalo de 10 días durante el pico poblacional de *D. citri*, permitió que no encontraran plantas infectadas de HLB (Huang *et al.* 1984). Además, en el método de control se ha incluido el uso del Neem (*Azadirachta indica*) y aceites minerales en diferentes cítricos, obteniendo buenos resultados (Weathersbee & Mc Kenzie 2005).

El uso de aceites derivados de petróleo han resultado efectivos en el control de las ninfas de *D. citri* en condiciones de campo, en cuanto el producto cae sobre el cuerpo de los insectos, estos forman una fina película de aceite y mueren. Se ha observado que los huevos y las ninfas del psílido presentes en los brotes sufren significativa mortalidad cuando se aplica este tipo de producto, aunque la susceptibilidad a los aceites difiere entre los estados de la plaga, con los instares jóvenes más susceptibles, mientras que los huevos son más tolerantes. Cuando se asperjan árboles no infestados por el psílido, se observan bajos niveles poblacionales posteriormente, lo cual puede deberse a la inhabilitación de los sitios de oviposición. Para obtener una mejor protección del cultivo se recomienda su aplicación en intervalos menores de 9 días (Rae *et al.* 1997).

En México, los insecticidas seleccionados por causar alta mortalidad del vector son: abamectina, endosulfan, clorpirifos, dimetoato, metamidafos, monocrotofos, ometoato, malathion, acefate, fosmet, bifentrina, fenpropatrin, imidacloprid, thiametoxam, dinotefuran, thiacloprid, imidacloprid + betaciflutrina, imidacloprid + ciflutrina, thiametoxam + lambda cialotrina, spinotetramat, spinetoram, oxamyl, tricarbocilos, ometoato, sulfoxaflor, aceite mineral, entre otros (Cortez *et al.* 2010, Villanueva *et al.* 2011, Orozco *et al.* 2012; Quiñones 2012).

## **2.5. Productos utilizados**

### **2.5.1. Imidacloprid y Betacyflutrin (MURALLA MAX ®)**

#### **2.5.1.1. Composición química**

##### **Ingredientes activos:**

Beta-Cyfluthrin: (RS)alfaciano-4-fluoro-3-fenoxifenil(1RS,3RS,1RS,3RS)-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato

No menos de.....8.4 %

Equivalente a 90 g de i.a/L

Imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidenamina.

No menos de.....19.6%

Equivalente a 210 g i.a./L

#### **2.5.1.2 Modo de acción**

Pertenece a la clase química piretroide-cloronicotinilo, su modo de acción es sistémico y de contacto. Es un producto de alta calidad, con notable efecto de derribe y prolongado poder residual. Tiene una excelente acción para el control de insectos chupadores y larvas de lepidópteros.

### **2.6.1 Spirotetramat (MOVENTO)**

#### **2.6.1.1. Composición química**

##### **Ingrediente activo:**

Spirotetramat: cis-3-(2,5-dimetilfenil)-8-methoxy-2-oxo-1-azaspiro (4.5) dec -3-en-4-yl ethyl carbonate.

No menos de.....15%

Equivalente a 150 g de i.a/L

#### **2.6.1.2. Modo de acción**

Derivado de ácidos tetrónicos, tetrámicosoketoenoles. Es un insecticida de acción sistémica se traslada a través del xilema y floema a todas las partes del vegetal, incluidas las raíces.

Inhibe la biosíntesis de lípidos, lo que interrumpe la fisiología y metabolismo de la plaga, como consecuencia pierde la movilidad y la capacidad de alimentarse, por lo que el insecto finalmente muere. Tiene actividad sobre insectos chupadores.

### **2.7.1 Imidacloprid (CONFIDOR® 350 SC)**

#### **2.7.1.1 Composición química**

##### **Ingrediente activo:**

Imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidenamina.

No menos de.....30.20%

Equivalente a 350 g i.a./L

#### **2.7.1.2 Modo de acción**

Insecticida Neonicotinoide. Posee propiedades sistémicas, efecto anti-alimentario y de contacto, muy largo efecto residual y de protección, baja toxicidad y mínimo impacto al medio ambiente. Interfiere agonísticamente con los receptores nicotínicos de la acetilcolina en el sistema nervioso del insecto.

### **2.8.1 Thiametoxam + Lambda cyalotrina (ENGEO®)**

#### **2.8.1.1 Composición química**

##### **Ingredientes activos**

Thiametoxam: 3-(2-Cloro-1,3- tiazol-5-ilmetil)-1,3,5- oxadiazinan-4-iledino (nitro)amino

No menos de.....12.62%

Equivalente a 141 g de I.A./L

Lambda cyalotrina: Alfa-ciano-3- fenoxibencil 3-(2-cloro-3,3,3- trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetil ciclopropanocarboxilato, a 1:1 de los isómeros (Z)-(1R,3R), S-éster y (Z) (1S,3S), R-éster

No menos de..... 9.49%

Equivalente a 106 g de I.A./L

### **2.8.1.2 Modo de acción**

Tiene acción sistémica y de contacto, es absorbido y distribuido por el follaje y traslocado en toda la planta. Actúa en el sistema nervioso de los insectos debido al thiametoxam y por contacto e ingestión por la lambda cyalotrina, su control es sobre insectos chupadores.

## **2.9.1. Imidacloprid + Lambda cyalotrina (CORAX® SC)**

### **2.9.1.1 Composición química**

#### **Ingredientes activos**

Imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridinilmetil) -N-nitroimidazolidin-2-ilideneamina

No menos de.....18.80%

Equivalente a 201.53 g de i.a. /L

Lambda cyalotrina:Alfa-ciano-3-fenoxibencil 3-(2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetil Ciclopropanocarboxilato, a 1:1 de los isómeros (Z)-(1R,3R), S-ester y (Z)-(1S,3S), R-ester.

No menos de.....13.60%

Equivalente a 145.79 g de i.a/L

### **2.9.1.2. Modo de acción**

Los cristales de Lambda cyalotrina son altamente insolubles, por lo que después de la aplicación quedan retenidos en la superficie de las hojas, donde permanecen, resistiendo el lavado de las lluvias y ejerciendo su acción. Actúa por contacto e ingestión, ofrece un rápido efecto de volteo. El imidacloprid se mueve rápidamente por toda la planta, protegiéndola, actúa por vía sistémica, interfiriendo la acción de los estímulos nerviosos.

## **2.10.1 Aceite parafínico de petróleo (SAF-T-SIDE®)**

### **2.10.1.1 Composición química**

#### **Ingrediente activo**

Aceite parafínico de petróleo

No menos de.....80%

Equivalente a 800 g de i.a. /L

### **2.10.1.2 Modo de acción**

Actúa impidiendo el proceso respiratorio de huevos, larvas y de otras formas de vida de los insectos causando hipoxia (sofocación) y teniendo como ventaja ligero impacto sobre los enemigos naturales ofreciendo importantes ventajas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó en condiciones de invernadero y laboratorio en el Área de Fitosanidad, del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, ubicado en las coordenadas geográficas 19°27'33.44'' N y 98°54'23.42'' O a 2244 msnm.

#### 3.2. Cría de *Diaphorina citri*

La cría del Psílido Asiático de los Cítricos se estableció a partir de colectas realizadas en Cuitláhuac, Veracruz durante los meses de enero, febrero y marzo de 2012. Fueron colectados brotes infestados con huevos, ninfas y adultos del psílido y se trasladaron al centro de investigación en una hielera con papel periódico húmedo. Posteriormente, los brotes fueron colocados en plantas sanas de limón persa, contenidas en jaulas entomológicas de 120 x 60 x 60 cm, cubiertas con tela de organza. Las plantas infestadas se mantuvieron durante varios meses a fin de tener material biológico para el desarrollo de los ensayos.

#### 3.3. Material vegetal utilizado

El estudio se llevó a cabo en árboles y brotes de limón persa (*Citrus latifolia*) con portainjerto de la variedad Carrizo, menores a dos años de edad, plantados en bolsa de polietileno negro, con tierra de monte y con más de un año libres de plaguicidas. Fueron podados constantemente para la generación de brotes, regados cada tercer día con agua corriente y fertilizados con urea a dosis 1:1 una vez al mes.

#### 3.4. Insecticidas y dosis evaluadas

Se evaluaron seis formulaciones comerciales de insecticidas y que en el territorio nacional representan una alternativa de control para el Psílido Asiático de los Cítricos. El nombre común se indica en minúsculas y el comercial con mayúsculas; entre paréntesis el grupo toxicológico al que pertenece (Lagunes & Rodríguez 1992) Imidacloprid + Betacyflutrin MURALLA MAX 300 OD 0.4 y 0.5 L/1000 L de agua (Neonicotinoide + piretroide); Spirotetramat MOVENTO 150 OD 0.5 L/1000 L de agua (Ácido tetrónico); Imidacloprid CONFIDOR 350 SC 40 mL/100 L agua (Neonicotinoide); Thiametoxam + Lambda



cyalotrinaENGEO250 mL ha<sup>-1</sup>(Neonicotinoide + piretroide); Imidacloprid + Lambda cyalotrinaCORAX SC 300 mL ha<sup>-1</sup>(Neonicotinoide + piretroide); Aceite parafínico de petróleo (SAF-T-SIDE) 1.0 L/100 de agua (Insecticida mineral). Se incluyó un testigo absoluto al que solo se le aplicó agua.

### 3.5.1. Evaluación en huevecillos

Se utilizó el método propuesto por Ortega *et al.*(1998), con algunas modificaciones. Se evaluaron seis tratamientos (Muralla Max, Movento, Confidor, Engeo, Sat-t-side y testigo absoluto). De las plantas infestadas se extrajeron brotes con huevecillos (ovipositados de forma natural) de no más de 10 cm de longitud y de entre uno y dos días de edad, cada brote se observó con un microscopio estereoscópico de 20X y se contó el número de huevecillos presentes en cada uno. Se preparó la mezcla insecticida-agua y los brotes fueron sumergidos durante cinco segundos, dejándolo secar a temperatura ambiente. Posteriormente, cada brote fue colocado en un vaso de plásticodesechable de 3.5 cm de alto y 4.5 cm de circunferencia con solución nutritiva inmerso en un vaso de plástico de 12.5 cm de alto por 9.5 cm de circunferencia (jaula), con la parte superior forrada de tela organza (Figura 1). Se dejaron en laboratorio a temperatura ambiente, a los 2, 4 y 6 días post- tratamiento, se evaluó el efecto de los insecticidas para cada caso. Se contaron: huevecillos vivos, huevecillos muertos, ninfas vivas, ninfas muertas y adultos (para adultos únicamente a los 4 y 6 días).



**Figura 1.** Brotes con huevecillos contenidos con solución nutritiva.

Cabe mencionar que se indujo la oviposición mediante las siguientes técnicas: en jaulas de madera se colocaron tres plantas con brotes y se liberaron 50 adultos, manteniéndolos

durante 48 horas, sin obtener resultados satisfactorios. Por otra parte, se seleccionaron plantas con brotes y se confinaron en bolsas de organza, con un aspirador bucal se colectaron al azar adultos, colocando 10 en cada brote (Figura 2). 48 horas después se revisaron las oviposturas sin obtener resultados favorables. Los brotes con huevecillos utilizados para la evaluación de toxicidad fueron ovipositados de forma natural.



**Figura 2.** Inducción de oviposición en brotes tiernos

### **3.5.2. Evaluación en ninfas**

En el invernadero se seleccionaron plantas con brotes infestados (no mayores a 10 cm de longitud) y se etiquetaron 10 brotes con ninfas de diferentes instares registrando el número de especímenes vivos en cada brote (Figura 3). Los tratamientos fueron asperjados con un atomizador manual hasta punto de escurrimiento. A cada brote marcado se le dio seguimiento durante una semana. Las evaluaciones para registrar el número de ninfas vivas se realizaron a los 2 y 7 días después de la aplicación, para conocer si estaban vivas se removieron con un alfiler entomológico.



**Figura 3.** Ninfas muertas a las 48 horas después de la aplicación

### **3.5.3. Evaluación en adultos**

Se siguió la metodología señalada por Ortega *et al.* (1998), 10 brotes de cada tratamiento fueron colocados de manera similar a la evaluación en huevecillos. Para el confinamiento de adultos se siguió la técnica usada por Pacheco *et al.* (2009) con algunas modificaciones. Se usaron jaulas similares a las usadas en la toxicidad de huevecillos, con dos orificios laterales de 3 cm de diámetro y forrados con tela organza. Con un aspirador bucal se introdujeron 10 adultos vivos, evaluando el efecto a las 48 horas post-tratamiento.

### **3.6. Análisis estadístico**

Todos los ensayos se dispusieron en un diseño completamente al azar, con 10 repeticiones, cada brote fue considerado una repetición. Los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), las comparaciones de medias se hicieron por el método de Tukey con un nivel de significancia propuesto de  $\alpha=0.05$ . El análisis se realizó con el paquete estadístico SAS v.9.1.3 (*StatisticalAnalysisSystem*). Previo a las aplicaciones de tratamientos, se llevó a cabo un muestreo de las variables estudiadas para conocer su distribución homogénea y corroborar que fueran estadísticamente igual.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación en huevecillos

Al iniciar el ensayo cero días (0d) todos los tratamientos con huevecillos fueron estadísticamente iguales ( $\alpha=0.05$ , P-Value 0.698), en la primera evaluación, dos días después de la aplicación (2dda) en los tratamientos con Imidacloprid + Betacyflutrin y Aceite parafínico de petróleo, no se observó eclosión de huevecillos, en el resto de tratamientos se registró la presencia de ninfas. A los cuatro días después de la aplicación (4dda), los tratamientos con mayor eclosión de huevecillos fueron: Thiametoxam + Lambda cyalotrina, Spirotetramat, Aceite parafínico de petróleo y el testigo, a diferencia del resto, este último presentó los tres estados biológicos vivos; en el tratamiento a base de Thiametoxam + Lambda cyalotrina las ninfas recién emergidas se registraron muertas. Transcurridos seis días después de la aplicación (6dda) se mostraron diferencias significativas en lo que respecta al número de huevecillos viables, conjuntándose en tres grupos estadísticamente diferentes ( $\alpha=0.05$ , P-Value 0.011). El tratamiento con Imidacloprid retardó de manera significativa la eclosión de huevecillos, en un 62.8%, mientras que los huevecillos tratados con Aceite parafínico de petróleo y que no eclosionaron se observaron de color oscuro, deshidratados y rotos, considerándolos como huevos muertos. En todos los tratamientos, excepto en el testigo, las ninfas emergidas murieron; llegando a la etapa adulta solo en el caso del testigo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Toxicidad de insecticidas en huevecillos de *Diaphorina citri* dos, cuatro y seis días después de la aplicación.

Tratamiento	Dosis ha V/V	Promedio de estados biológicos de desarrollo											
		0 d	2 dda	4 dda				6 dda					
		H	H	N	H	N	NM	A	H	HM	N	NM	A
Testigo	400	18 a	17a	1a	12.4a	5a	0b	0.6a	1.6ab	0b	13.8a	0a	2.6a
Imidacloprid + Betacyflutrin	0.4	22.8 a	22.8a	0a	20.6a	2.2a	0b	0a	7ab	0b	0b	15.6a	0b
Spirotetramat	0.5	26.4a	24a	2.4a	11.6a	14.8a	0b	0a	2.2ab	0b	0b	24.2a	0b
Imidacloprid	40	14 a	13.8a	0.2a	13a	1a	0b	0a	8.8a	0b	0b	5.2a	0b
Thiametoxam + Lambda cyalotrina	250	21.6a	21.4a	0.2a	8.2a	0a	13.4a	0a	2.6ab	0b	0b	19a	0b
Aceite parafínico de petróleo	1.0	30.6a	30.6a	0a	16a	14.6a	0b	0a	0b	7.4a	0b	23.2a	0b
P-value		0.698	0.664	0.069	0.608	0.362	<0.0001	0.082	0.011	0.0001	<0.0001	0.107	<0.0001

dda: días después de la aplicación. Medias con distinta letra, difieren significativamente, Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). H: huevos. HM: huevos muertos. N: ninfas. NM: ninfas muertas. A: adultos.

## 4.2. Evaluación en ninfas

Previo a la aplicación de tratamientos el valor de significancia tabular referente a la fuente de variación “Tratamiento” fue igual a 0.3697, considerando una distribución homogénea de la plaga al inicio del experimento ( $\alpha=0.05$ ). Las ninfas mostraron susceptibilidad en los tratamientos con insecticida. En el primer muestreo realizado a los dos días después de la aplicación (2dda) la mortalidad ocurrió de un 83% al 100%, los tratamientos con insecticida fueron estadísticamente iguales. Sin embargo, los tratamientos a base de Imidacloprid + Betacyflutrin (0.4 y 0.5 L/1000 L de agua), Imidacloprid e Imidacloprid + Lambda cyalotrina causaron la más alta mortalidad de la plaga, 100, 98.4 y 98.9% respectivamente, Orozco *et al.* (2012) reporta eficacias para estos productos del 98% en el control de ninfas. Por su parte Díaz *et al.* (2012) menciona que en árboles de limón persa tratados con la mezcla Imidacloprid + Betacyflutrin registraron la menor cantidad de ninfas por brote. Al cabo de siete días después de la aplicación (7dda) los tratamientos con el activo imidacloprid fueron los que resultaron más eficaces en el control de ninfas de *D. citri* con 100% de mortalidad (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Mortalidad de ninfas de *Diaphorina citridos* y siete días después de la aplicación de insecticidas.

Tratamiento	Dosis	Mortalidad (% $\pm$ EE)			
		2dda		7dda	
Testigo	400 L agua ha <sup>-1</sup>	00 $\pm$ 0.0	a	0 $\pm$ 0.0	a
Imidacloprid + Betacyflutrin	0.4 L/1000 L de agua	98.4 $\pm$ 0.3	b	100 $\pm$ 0.0	b
Imidacloprid + Betacyflutrin	0.5 L/1000 L de agua	100 $\pm$ 0.0	b	100 $\pm$ 0.0	b
Spirotetramat	0.5 L/1000 L	96.2 $\pm$ 0.4	b	98.6 $\pm$ 0.2	b
Imidacloprid	40 mL/100 L agua	100 $\pm$ 0.0	b	100 $\pm$ 0.0	b
Thiametoxam + Lambda cyalotrina	250 mL ha <sup>-1</sup>	97.3 $\pm$ 0.3	b	98.6 $\pm$ 0.1	b
Imidacloprid + Lambda cyalotrina	300 mL ha <sup>-1</sup>	98.9 $\pm$ 0.2	b	100 $\pm$ 0.0	b
Aceite parafínico de petróleo	1.0 L/100 de agua	83.2 $\pm$ 0.7	b	87.4 $\pm$ 0.5	b

dda: días después de la aplicación. Medias con distinta letra, difieren significativamente, Tukey ( $\alpha\leq 0.05$ ).

### 4.3. Evaluación en adultos

Al inicio del estudio la distribución de la plaga fue homogénea en todas las unidades experimentales, considerando como media muestral 10 individuos, por lo que se omitió hacer el análisis de varianza inicial. A las 48 horas después de la aplicación, los adultos del PAC mostraron susceptibilidad diferencial en los tratamientos con insecticida de acuerdo con la forma en la que fueron expuestos. La mortalidad fue del 0% para el testigo absoluto, de 91.5% para el Aceite parafínico de petróleo, Thiametoxam + Lambda cyalotrina 97.9%, Spirotetramat con 97.92% y una vez más los activos a base de Imidacloprid mostraron mortalidades del 100% (Cuadro 3). Por su parte Orozco *et al* 2012 menciona que tres días después de la aplicación de Imidacloprid + Bifentrina en a limón mexicano, la población reduce a cero.

**Cuadro 3.** Mortalidad de adultos de *Diaphorina citri* dos días después de la aplicación de insecticidas.

Tratamiento	Dosis	Mortalidad (% ± EE)	
		2dda	
Testigo	400 L de agua ha <sup>-1</sup>	0±0.0	a
Imidacloprid + Betacyflutrin	0.4 L/1000 L de agua	100±0.0	b
Imidacloprid + Betacyflutrin	0.5 L/1000 L de agua	100±0.0	b
Spirotetramat	0.5 L/1000 L	97.92±0.2	b
Imidacloprid	40 mL/100 L agua	100±0.0	b
Thiametoxam + Lambda cyalotrina	250 mL ha <sup>-1</sup>	97.9±0.2	b
Imidacloprid + Lambda cyalotrina	300 mL ha <sup>-1</sup>	100±0.0	b
Aceite parafínico de petróleo	1.0 L/100 de agua	91.5±0.3	b

dda: días después de la aplicación. Medias con distinta letra, difieren significativamente, Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## V. DISCUSIÓN

El Psílido Asiático de los Cítricos (*Diaphorina citri*) en sus diferentes estados biológicos, mostró susceptibilidad a los insecticidas empleados tanto en aspersión directa al follaje, como en la inmersión de brotes. En trabajos de investigaciones recopilados por Cortez *et al.* (2010), Robles *et al.* (2011) mencionan que los insecticidas de contacto y sistémicos, pertenecientes a diferentes grupos toxicológicos han logrado disminuir las poblaciones de *Diaphorina citri*, dependiendo al uso oportuno de cada uno.

El experimento de toxicidad de insecticidas en huevecillos mostró que solamente el producto Aceite parafínico de petróleo tuvo efecto directo sobre la muerte de huevecillos, resultados similares reportados por Rae *et al.* (2010) señalan que la presencia del PAC se redujo cuando árboles de limón fueron tratados antes de la aparición de adultos, cuyo resultado fue atribuido a la reducción de eclosión de huevecillos por el depósito del aceite de petróleo en los brotes. El mayor efecto de aceites de petróleo se atribuye a formas inmóviles y huevecillos por la película de aceite que se forma causando asfixia (Aleman *et al.* 2007, Stadler *et al.* 2009) Por su parte Al Dabelet *et al.* (2008) mencionan que la pulverización de aceites de petróleo en huevecillos de *Ostrinia nubilalis* Hubner llega a causar mortalidades del 99 %, mientras que en *Choristoneur rosaceana* (Harris) reduce el número de huevos puestos y la supervivencia (Wins-Purdy *et al.* 2009). El Imidacloprid, a los seis días presentó el mayor número de huevecillos sin eclosionar, seguido de Imidacloprid + Betacyflutrin, Thiametoxam + Lambda cyalotrina, Spirotetramat, estos últimos conjuntándose con el testigo en un solo grupo estadísticamente. Sánchez (2010) documenta que en condiciones normales, la eclosión de huevecillos se lleva a cabo en tres días, dependiendo a su hospedero. En *Muralla paniculata* el periodo de incubación es de 3 a 21 días con una viabilidad del 96.19% (Nava 2007, Tsai *et al.* 2000, Lellani *et al.* 2012), en el caso del experimento el testigo en limón persa tuvo 92% de huevos eclosionados a los 6 días, siendo mayor el porcentaje que en el resto de tratamientos. Por consiguiente, la inmersión de brotes en la solución insecticida + agua retardó la eclosión de huevecillos, Rajet *et al.* (2009) reporta que adultos alimentados en plantas tratadas con imidacloprid reducen en 33% el número de huevecillos puestos.



El experimento de evaluación de la toxicidad de los insecticidas en ninfas. En aplicación foliar, los ingredientes activos Imidacloprid + Betacyflutrin, Spirotetramat, Imidacloprid, Thiametoxam + Lambda cyalotrina, Imidacloprid + Lambda Cyalotrina y Aceite parafínico de petróleo resultaron eficaces en el control de ninfas durante siete días evaluados, el activo imidacloprid, y su mezcla con Betacyflutrin y Lambda cyalotrina tuvieron mortalidades del 100% semejante al 98% de control reportado por Orozco *et al.* (2012), también Villanueva *et al.* (2011), Díaz *et al.* (2012) encontraron que en arboles de limón persa tratados con Imidacloprid + Betacyflutrin y Thiametoxam + Lambda cyalotrina se registra menor infestación de ninfas encontrando 0.3 ninfas/brote. En resultados publicados por Hernández *et al.* (2012) mencionan que después de 30 días el imidacloprid ejerce control superior al 88%.

En la evaluación de la toxicidad de los insecticidas en adultos, las mortalidades fueron superiores a los observados en ninfas, obteniendo mortalidades por arriba del 90% en todos los tratamientos con insecticida. Al respecto, Stansly *et al.* (2009) sugiere hacer aplicaciones foliares durante el invierno cuando se encuentran adultos sobre los huertos. Los efectos de mortalidad coinciden con lo reportado por Orozco *et al.* 2012, quienes mencionan que la mezcla Imidacloprid + Bifentrina aplicada en limón mexicano, la población reduce a cero en tres días, mientras que en limón persa el resultado es similar con los mismos activos (Díaz *et al.* 2012). En resultados obtenidos por Pacheco *et al.* (2012) documentan que las poblaciones de adultos tratadas con lambda-cyhalotrina y zeta-cipermetrina registraron, de inicio, mortalidades superiores al 99%, lo que asemeja con los resultados obtenidos en la investigación. Sin embargo, el aceite parafínico de petróleo, tuvo un porcentaje de mortalidad alto, considerándose una alternativa en un plan de manejo integrado de *Diaphorina citri*. Hay que tener en cuenta que en el control químico del PAC se deben incluir diversos grupos toxicológicos, cuyas dosis y aplicaciones dependerán del estado biológico, grado de infestación y estado fenológico del cultivo. Por otra parte, los largos periodos residuales de los neocotinoideos, su acción sistémica y sus moléculas derivadas circulando en la planta, no son particularmente selectivos a la fauna benéfica por lo que podrían imponer un riesgo sobre los enemigos naturales, además de ser considerados como generadores de una alta resistencia.

## VI. CONCLUSIONES

*Diaphorina citri* en su estado ninfal y adulto mostró susceptibilidad a los seis insecticidas evaluados en aplicación foliar e inmersión de brotes, sin embargo, de acuerdo con los resultados, puede inferirse que únicamente el Aceite parafínico de petróleo causó mortalidad de huevecillos, mientras que el Imidacloprid retardo la eclosión de huevecillos.

De acuerdo a la evaluación de la toxicidad en ninfas y adultos el activo imidacloprid a dosis de 40 mL/100 L agua, Imidacloprid + Betacyflutrin a dosis de 0.4 y 0.5 L/1000 L e Imidacloprid + Lambda cialotrina a dosis de 300 mL ha<sup>-1</sup> tuvieron las mayores mortalidades de la plaga, llegando al 100%.

Los insecticidas empleados son una alternativa de control químico de *D. citri*, su uso dependerá del estado biológico, nivel de infestación y estado fenológico del cultivo. Hay que considerar que en un control químico exitoso, se hace necesario incluir insecticidas de diversos grupos toxicológicos a fin de evitar problemas de resistencia en el futuro.

## VII. LITERATURA CITADA

- Al Dabel, F., R. Mensah K. & B Frerot. 2008. Effects of nC24 and nC27 petroleum spray oils on oviposition and egg survival of *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lepidoptera, Pyralidae) and *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera, Trichogrammatidae) adults on maize plants. *International Journal of Pest Management*, 54: 5-11.
- Alemán, J., H. Baños & J. Ravelo. 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. *Protección Vegetal*, 22: 154-165.
- Aurambout, J.P., K. Finlay J., J. Luck & G. A.C. Beattie. 2009. A concept model to estimate the potential distribution of the Asiatic citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Australia under climate change—A means for assessing biosecurity risk. *Ecological Modelling*, 220: 2512–2524.
- Aubert, B. 1987. *Trioza erytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42: 149-162.
- Bové, J.M. 1986. Greening in the Arabian Peninsula. Toward New Techniques for its detection and control. FAO Plant Protection. Bulletin 34: 7-15.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, Newly-Emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.*, 88:7-37.
- Bullock, R.C. & R. R. Pelosi 1996. Efficacy of imidacloprid against citrus leafminer (CLM), *Phyllocnistis citrella*, Stainton, in Florida, USA. In: Actas VIII Congress of the International Society of Citriculture. *South Africa*, p 47.

- Burckhardt, D., & D. Ouvrard. 2012. A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, 3509: 1-34.
- Cáceres, S. 2002. El psílido asiático *Diaphorina citri*, plaga potencial de los citrus: situación en Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <http://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00002391.pdf> (consultado el 3 de junio de 2013).
- Cáceres, S., M. Aguirre & V. Mino 2005. *Murrayapaniculata* (L) Jack, un huésped del psílido asiático de los citrus *Diaphorina citri* en Corrientes. Libro de resúmenes IV Congreso Argentino de Entomología. 223 p.
- Catling, H.D. 1970. Distribution of the psyllid vectors of citrus Greening disease with notes on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. FAO PlantProtection Bulletin18: 8-15.
- CESAVERCOL (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima) 2012. Campaña contra el Huanglongbing (HLB) de los cítricos. Acciones y resultados enero 2010 al 31 octubre 2012. In Manzanilla, R.M.A., G.M.M., Robles, M.J. Velázquez, S.M. Orozco y M.S.H. Carrillo. 2012. Experiencias y perspectivas del Huanglongbing en limón mexicano 3° Simposio Nacional sobre investigaciones para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Jalapa, Veracruz, México.
- Chiou-Nan, Chen. 1998. Ecology of the Insect Vectors of *Citrus* Systemic Diseases and Their Control in Taiwan. Managing Banana and *Citrus* Diseases: Proceedings of a Regional Workshop on Disease Management of Banana and Citrus Through the Use of Disease-free Planting Materials Held in Davao City, Philippines.
- Chung, K. & X.C. Fan 1990. Succesfull integrated management of Huanglongbing disease in several farms by combining early eradication with targeted insecticide spraying. In

- Proceedings of the Asia Pacific International Conference on Citriculture 4-10 de February/eds. B. Aubert; S. Tontyapom y D Buangssuwon\_Chiang Mai: UNDP-FAO. 145-147 p.
- Cobelo, L. 2005. Un citrus sin intrusos. Ed. Limusa. D.F. México. 124 p.
- Coletta, F. H. D.; M. L. P. Targon; M. A. Takita; J. D. De Negri, J. Pompeu Jr, M. A. Machado, A. M. do Amaral & G. W. Muller. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. *Plant Disease*, 88: 1382.
- Coronado, R., y A. Márquez 1991. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de los insectos. Ed. Limusa. D.F. México..
- Cortez, M.E., J.I. López-Arroyo, L.M. Hernández, A. Fú & J. Loera. 2010. Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces, en México. Selección de insecticidas y época de aplicación. Folleto técnico No. 35 INIFAP-SAGARPA.
- Da Graca, J.V. 1991. Citrus Greening Disease. *Annu. Rev. Phytopathology* 29: 109-136.
- Dahiya, K.K., K. Lakra, A.S. Dahiya & S.P. Singh. 1994. Bioefficacy of some insecticides against citrus psylla. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *Crop Res. Hisar India*, 8: 137-140.
- Díaz, Z. U.A., & A.J.I López. 2012. Evaluación de mezclas de diferentes activos insecticidas para controlar *Diaphorina citri* en limón persa. 3° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Xalapa, Veracruz, México.
- EPPO, 1998. Citrus greening bacteria and vectors. *EPPO Bulletin* 18: 500-501.

- Etienne, J., S. Quilici., D. Marival,& A. Franck. 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixiaradiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits*, 56: 307-315.
- FAO. 2003. Examen de los problemas fitosanitarios actuales relacionados con los cítricos y de las políticas aplicadas para afrontarlos. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/MEETING/006/y9061s.htm> (Consultado el 28 de abril de 2013).
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database) 2013. Food and agricultural commodities production. En sitio web <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (Consultado el 26 de abril de 2013).
- FDACS-DPI Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industries, 2008. Huanglongbing (HLB)/Citrus Greening Disease. Disponible en: <http://www.doacs.state.fl.us/pi/chrp/greening/citrusgreening.html>. (Consultado el 28 de abril de 2013).
- Fernández, M. & I. Miranda 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III: Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar. *Rev. Protección vegetal*, 20: 161-164.
- Fonseca, O., N. Valera & C. Vásquez. 2007. Registro y ciclo de vida de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Psyllidae) en tres hospederos en el estado de Lara, Venezuela. *Entomotropica*, 22: 145-152.
- Gandarilla, P.F.L., A.I López., Z.I Quintero., G.R. Rodríguez, & C.C. Sandoval 2010. Desarrollo de un método de bioensayo para la evaluación de hongos entomopatógenos contra adultos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. Uruapan Michoacán.

- García, D.C.S. 2009. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae), vector de la bacteria que causa el Huanglongbing (HLB–Greening). Ministerio de la Producción Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Buenos Aires, Argentina.
- Garnier, M., S. Jagoueix-Eveillard, H.F., Cornje, P.R., Le Roux, & J.M. Bove. 2006. Genomic characterization of a *Liberibacter* present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrum capense*, in the Western Cape province of South Africa. Proposal of ‘*Candidatus Liberibacter africanus* subsp. *capensis*’. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50: 2119–2125.
- Gómez, H.D. 2010. Síntomas de Huanglongbing (HLB) y de deficiencias nutricionales H.D. USDA-aphis-ppq-citrus health response program. 2º Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México.
- Grafton, C.E.E., K.E Godfrey., M.E., Rogers, C.C Childers & P.A. Stansly 2010. Asian Citrus Psyllid. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8205.
- Halbert, S.E. & K.L. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87: 330-353.
- Halbert S.E. & K.C.A. Nuñez 2004. Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist*, 87: 330-353.
- Halbert, S.E., 2005. Pest Alert: Citrus Greening/Huanglongbing. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. Disponible en: <http://www.doacs.state.fl.us/pi/chrp/greening/citrusgreeningalert.html>.

- Hall, G. D. 2008. Biological control of *Diaphorina citri*. I taller internacional sobre Huanglongbing de los cítricos *Candidatus Liberibacter* spp y el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*. Hermosillo Sonora, México. 7 p.
- Hall D.G. & L.G. Albrigo. 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus, with implications on monitoring insects associated with flush. *HortScience*, 42: 364-368.
- Hernández, F.L.M., M.J.J. Velázquez, A.J.I López., L.L.A Urías. & G.J. Márquez. 2012. Uso de quitosano en mezcla con imidacloprid para el control de ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) 3° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Jalapa, Veracruz, México.
- Huang, CH., M.Y. Tsai & C.L. Wang. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri*. *J Agric Res China*, 33:15-72.
- Hung, T.A., S.C. Hung, C.N. Chen., M.H Hsu & H.J Su. 1992. Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus Huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector-pathogen relationships. *Plant Pathology*, 53: 96-102.
- Husain, M.A. & Nath D. 1927. The citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuw.) (Psyllidae: Homoptera). Memoirs of Department of Agriculture in India. *Entomological Series*, 10:27.
- IICA-SENASICA. 2010. Evaluación del impacto económico del Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola Mexicana. Disponible en: <http://www.iica.int/Esp/regiones/norte/mexico/Publicaciones%20de%20la%20Oficina/B2009e.pdf> (Consultado el 28 de abril de 2012).



- Lagunes-Tejeda, A. & J. C. Rodríguez-Maciel. 1992. Grupos toxicológicos de insecticidas y acaricidas. Colegio de Postgraduados, México.
- Lellani, B.H., J. Alemán, M.A., Martínez, M. Suris & J. Ravelo 2012. Ciclo de vida horizontal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre *Muralla paniculata* L. *Rev. Protección Vegetal*, 27.
- Li, W., S. Hartung & L. Levy 2006. Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus Huanglongbing. *Journal of Microbiology Methods*, 66: 104-115.
- López-Arroyo, J.I., M.A. Peña, M.A. Rocha & J. Loera 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp 68. En memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., México.
- Lozano, C.M., G.F. & A.J. Nava., Jasso 2009. Identificación de enemigos naturales con potencial para el control de *Diaphorina citri* en el estado de Yucatán. XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco México.
- Manjunath, K.L., S.E. Halbert, S.C. Ramadugu, S. Webb & R.F. Lee. 2008. Detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in *Diaphorina citri* and its importance in the Management of Citrus Huanglongbing in Florida. *The American Phytopathological Society*, 98: 387-396.
- Nava, D.E., M.L.G. Torres, M.D.L. Rodríguez, J.M.S. Bento, & J.R.P. Parra. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem: Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 131: 709-715.

- Orozco, S.M. & H.A. Cano. 2012. Evaluación de la efectividad biológica del insecticida imidacloprid + bifenthrin 250/50 para el control del Psílido Asiático (*Diaphorina citri*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*), en Tecomán, Colima. 2° Simposio nacional sobre el control del Psílido Asiático de los cítricos y el Huanglongbing.
- Ortega-Arenas, L.D., A. Lagunas-Tejeda, J.C. Rodríguez-Maciel, C. Rodríguez-Hernández, R. Alatorre-Rosas & N.M. Bárcenas-Ortega. 1998. Susceptibilidad a insecticidas en adultos de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) de Tepoztlán, Morelos, México. *Agrociencia*, 32: 249-254.
- Pacheco, C.J.J. & Samaniego R.J. A. 2009. Método de evaluación de residualidad de insecticidas en adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, México.
- Pacheco, C.J.J., R.J.A. Samaniego & P.A.A. Fontes. 2012. Tecnología para el manejo integrado del Psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos en Sonora. Folleto Técnico 88. INIFAP, Sonora, México.
- Pluke, R.W.H., J.A Qureshi, & P.A. Stansly. 2008. Citrus Flushing Patterns, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) Populations and Parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. *Florida Entomologist*, 91: 36-42.
- Quiñones, L.S. 2011. Evaluación de campo del Sulfoxaflor, un Nuevo insecticida contra el Psílido Asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón mexicano. 2° Simposio nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, México.

- Rae, D.J., W.G Liang, D.M. Watson, G.A. Beattie, & M.D. Huang. 2010. Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri*(Kuwayama) Hemiptera: Psyllidae), in China. *Intern. J. Pest Management*, 43: 71-75.
- Raj, B.D., O.E. Onagbola, M. Salyani, &S.L. Lukasz. 2009. Antifeedant and sublethal effects of imidacloprid on Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*. *Pest ManagSci.*, 65: 870–877.
- Ramos, M.C.2008. Huanglongbing (“citrus greening”) y el psílido asiático de los cítricos, una perspectiva de su situación actual cultivo. OIRSA, México. Disponible en: [http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/Caracterizacion\\_HLB.pdf](http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/Caracterizacion_HLB.pdf) (Consultado el 27 de abril de 2013).
- Robles, G. M., M. J.J. Velázquez, R. M.A. Manzanilla, S. M. Orozco, V. R. Flores & U.V.M. Medina 2011. El HLB en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia*(christm) swingle] su dispersión y síntomas en Colima, México. 2 Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, México.
- Robles, G. M., M. J.J. Velázquez, R. M.A. Manzanilla, S. M. Orozco, V. R. Flores & J.I. López-Arroyo. 2011. Control químico de *Diaphorina citri* en limón mexicano. Insecticidas convencionales, productos alternativos y épocas de aplicación. INIFAP Tecmán. Folletotécnico No. 1.
- Rogers, M. E. & P. A. Stansly. 2006. Biology and management of the asian citrus psyllid, *Diaphorinacitri* Kuwayama, in Florida citrus. Bulletin 739.Institute of Food and Agricultural Sciences of the University of Florida.7 p.
- Ruiz, C.E., J.M. Coronado &Myartseva.2004. The Asian citrus psyllid in México. Annual Meetig of the Entomological Society of America.

- Salcedo, B. D., R. Hinojosa, G. Mora, I. Covarrubias, F. DePaolis, C. Cíntora & S. Mora. 2010. Evaluación del Impacto Económico de Huanlongbing (HLB) en la Cadena Citrícola Mexicana. México: IICA. 124 pp.
- Sánchez, B.M. 2010. Biología, ecología y control de *Diaphorina citri* Kuwayama (hemiptera: psyllidae). Tesis de doctorado en ciencias. Colegio de Postgraduados, México.
- SENASICA, (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2013 Acciones Contra el Huanglongbing y su vector en México. Informe marzo Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=25084> (Consultado el 28 de abril de 2013).
- Shivankar, V.J. C.N. Rao & S. Singh. 2000. Studies on citrus psylla *Diaphorina citri* Kuwayama review. *Agricultural Reviews* 21: 199-204.
- SIAP, (Sistema de Información Agrícola Pesquera). 2011. Avances de la producción por sistema producto. En sitio web: Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (Consultado el 25 de abril de 2013).
- Sohail, A., A. Nisar & R. Rashad 2004. Studies on Population Dynamics and Chemical Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6: 970-973.
- Spren, T. H. Proyecciones de la producción y consumo mundial de los cítricos para el 2010. Estados Unidos. 2001 China/FAO Simposio Sobre cítricos.
- Stadler, T., & M. Buteler 2009. Modes of entry of petroleum distilled spray-oils into insects: a review. *Bulletin of Insectology. Department of Agroenvironmental Sciences and Technologies*, 62:169-169.

- Stansly, P., J. Qureshi, & A. Arevalo. 2009. Why, when and how to monitor and manage Asian citrus psyllid. *Citrus Indust*, 90: 24-34.
- Tiwari, S., R.S. Mann, M.E. Rogers, & L.L. Stelinski. 2011. Insecticide resistance in field populations of Asian citrus psyllid in Florida. *Pest Manag Sci.*, 67: 1258–1268.
- Tsai, J.H. & Y.A. Liu 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) on four host plants. *J. EconomicEntomology*, 93: 1721-1725.
- Vendramin, J.D. & C.H. Rodríguez 2003. Insecticidas y Resistencia vegetal. Pp. 53. In: Silva, G y R. Hepp (Eds.). Bases para el manejo racional de insecticidas. Concepcion, Chile.
- Villanueva, J.J.A., M.H. Cabrera, C.F.D. Murillo., R.L. Aguilar, P.R. José & M.A.L. Montero. 2011. Insecticidas para el control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa en la región central de Veracruz. 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, México.
- Weathersbee, III, A.A.A. & C.L. Mc Kenzie. 2005. Effect of a Neembiopesticide on repellency, mortality, oviposition and development of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 88: 401-407.
- Wins-Purdy, A.H., C.G. Whitehouse & M.L. Evenden. 2009. Effect of Horticultural Oil on Oviposition Behaviour and Egg Survival in the Obliquebanded Leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *The Canadian Entomologist*, 141:86-94.
- Xie, P., Su Z. & Z. Lin. 1989. Studies on the biology of the citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera:Psyllidae). *Acta Agric. Universitatis Zhejiangensis*, 15: 198-202.

Yang, Y., M. Huang; G. Andrew; C. Beattie; Y. Xia; G. Ouyang & J. Xiong. 2006. Distribution, biology, ecology, and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for china. *International Journal of Pest Management*, 52: 343-352.