

## **Capítulo VII Manejo sustentable de plagas de cítricos, en el valle de Apatzingán, Michoacán, México**

### **Chapter VII Sustainable management of citrus pests, in the Apatzingán Valley, Michoacán, Mexico**

MIRANDA-SALCEDO, Mario Alberto†\*<sup>1</sup> & LOERA-ALVARADO, Esperanza<sup>2\*</sup>

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Mario Alberto, Miranda-Salcedo* / **ORC ID:** 0000-0001-5096-4391

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Esperanza, Loera-Alvarado* / **ORC ID:** 0000-0002-4294-6027

<sup>1</sup>*Campo Experimental Valle de Apatzingán-CIRPAC-INIFAP*

<sup>2</sup>*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

**DOI:** 10.35429/H.2019.1.100.117

M. Miranda & E. Loera

\*miranda.marioalberto@inifap.gob.mx

N. Niño, M. Valencia y M. García. (Dir.) Sustentabilidad, Turismo y Educación. Handbooks-©ECORFAN-Mexico, Guerrero, 2019.

## Resumen

En el valle de Apatzingán, a partir de la llegada de *Diaphorina citri* Kuwayama en 2006, se incrementaron las aplicaciones de productos químicos en cítricos, debido a que es el vector del Huanglongbing (HLB). Para el control de este insecto se han hecho aplicaciones excesivas de insecticidas, lo que ha ocasionado el desarrollo de resistencia de *D. citri* a varios productos, además de ocasionar la resurgencia de plagas secundarias como trips, ácaros, minador de la hoja, mosca prieta y mosca blanca. El objetivo del trabajo fue identificar los picos poblacionales de *D. citri* en el valle de Apatzingán y sus enemigos naturales, determinar la efectividad de diferentes insecticidas en el control de *D. citri* y evaluar la presencia y daño por de trips. Se realizaron diferentes estudios a partir del año 2000 hasta 2019 para conocer la dinámica poblacional de *D. citri*, destacando su incremento en septiembre, diciembre, abril y julio. En el caso de los trips, sus poblaciones se incrementan de noviembre a mayo y decrecen de junio a octubre. Destaca la presencia de enemigos naturales como *C. rufilabris* y *C. cincta* y *Zelus renardi*, *Stethorus* sp., y diferentes especies de arañas.

***Diaphorina citri*, fluctuación poblacional, trips.**

## Abstract

In the Apatzingan valley, from the arrival of *Diaphorina citri* Kuwayama in 2006, chemical applications in citrus fruits increased, because it is the vector of Huanglongbing (HLB). Excessive applications of insecticides have been made for the control of this insect, which has caused the development of resistance of *D. citri* to several products, in addition to causing the resurgence of secondary pests such as thrips, mites, leaf miner, blackfly and whitefly. The goal of the work was to identify the population fluctuation of *D. citri* in the Apatzingan valley and its natural enemies, determine the effectiveness of different insecticides in the control of *D. citri* and evaluate the presence and damage by thrips. Different studies were carried out from the year 2000 to 2019 to know the population dynamics of *D. citri*, highlighting its increase in september, december, april and july. In the case of thrips, their populations increase from november to may and decrease from june to october. The presence of natural enemies was identified such as *C. rufilabris* and *C. cincta* and *Zelus renardi*, *Stethorus* sp., and different species of spiders.

**Keywords: *Diaphorina citri*, population fluctuation, thrips.**

## 7 Introducción

El psílido asiático de los cítricos *D. citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Liviidae), es un insecto chupador que inserta sus partes bucales en tejidos vegetales para alimentarse. Los adultos se alimentan de los tallos jóvenes y hojas de todas las etapas de desarrollo, aunque principalmente de los brotes tiernos. Los adultos miden de 2.7 a 3.3 mm de largo y sus alas son de color marrón moteado, son activos y pueden volar a distancias cortas cuando se les perturba, pueden encontrarse en descanso o alimentándose de las hojas con la cabeza en la superficie de las hojas (haz) y su cuerpo formando un ángulo de 45° (Hall, 2008). El insecto se encuentra distribuido en todo México (López-Arroyo *et al.*, 2008) y es el vector del Huanglongbing (HLB) la enfermedad más importante de los cítricos en el mundo (Roistacher, 1991; Halbert y Manjunath, 2004). La enfermedad está presente en todos los estados citrícolas del país. En Michoacán se detectó en diciembre de 2010, actualmente está distribuida en todos los municipios productores de cítricos (SENASICA, 2019). En Michoacán, cada año SENASICA implementa un programa de Áreas Regionales de Control (ARCOS) en aproximadamente 60,000 hectáreas de cítricos. Sin embargo, existe un amplio gremio de enemigos naturales que se ven afectados por dichas aplicaciones (Miranda y López-Arroyo 2009, 2010), a pesar de que no se hacen liberaciones de depredadores bajo un enfoque de control biológico inundativo. Por otra parte, el uso excesivo de insecticidas, ha ocasionado la resurgencia de plagas secundarias que afectan la producción y calidad del fruto; una de éstas son los trips (Thysanoptera: Thripidae) la cual, ha cambiado su estatus de plaga secundaria a primaria, además de los cítricos, afecta a una amplia gama de cultivos (Hoddle, 1999; Johansen, 2001; Johansen y Guzmán, 1998). Los trips son considerados una de las plagas que más afectan a la agricultura a nivel mundial, siendo *Frankliniella occidentalis* una de las especies de tisanópteros más importantes por los daños directos e indirectos que causa a los cultivos. El éxito de esta plaga radica en su biología y comportamiento; su reproducción es sexual y asexual, es de ciclo de vida corto, tiene múltiples generaciones al año, es polífaga y de hábitos crípticos (Mound, 1997; Mound y Teulon, 1995).

La estrategia principal para el control de *F. occidentalis* ha sido basada en la aplicación de insecticidas químicos (Kay y Herron, 2010). Esto ha propiciado la eliminación de sus enemigos naturales y el desarrollo de resistencia a una gran variedad de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos (Desneux *et al.*, 2007), algunos efectivos contra trips, pero altamente tóxicos a himenópteros, además de provocar efectos negativos en el comportamiento de abejas (Adán *et al.*, 2011).

Actualmente, en la agricultura se están implementando estrategias de manejo de plagas en un contexto de sustentabilidad económica, ecológica y social; dado que el abuso de plaguicidas ha ocasionado contaminación ambiental, efectos negativos en la fauna benéfica, desarrollo de resistencia de las plagas a los insecticidas, restricciones comerciales y efectos negativos en la salud humana. Ante este panorama el control biológico de plagas ofrece una de las alternativas más viables para resolver problemas fitosanitarios (Altieri, 2009; Casado y Hernández, 2011).

En el presente trabajo se planteó determinar la fluctuación poblacional de *D. citri* y trips, así como la presencia de sus enemigos naturales. Además, se evaluaron diferentes insecticidas para el control de *D. citri*. También se presenta una revisión de los agentes de control biológico de trips, una de las principales plagas de cítricos en el valle de Apatzingán. El conjunto de estas estrategias permitirá reducir el número de aplicaciones químicas en cítricos, y por ende, el impacto ecológico y económico que conlleva el uso irracional de productos químicos.

## 7.1 Metodología

Las huertas en las que se realizó el estudio, se ubicaron en los municipios de Buenavista, Apatzingán y Parácuaro, dichos municipios concentran el 70% de la superficie de cítricos en el estado. Los estudios sobre la fluctuación poblacional y control del psílido asiático de los cítricos iniciaron en agosto de 2008, período en el cual se han monitoreado huertas de limón mexicano, limón persa, toronja, naranja, mandarina y asociaciones de limón mexicano-mango, naranja-mango, toronja-mango y limón-maíz. Los muestreos se realizaron cada quince días, para lo cual se seleccionaron 20 árboles (10 de la periferia y 10 en posición diagonal). En cada árbol se revisó un brote joven por árbol, a una altura de 1.5 m. De cada brote se cuantificó el número de adultos, ninfas y enemigos naturales.

Para determinar la efectividad de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos, se realizó en condiciones de invernadero un bioensayo. Se evaluaron los siguientes productos y dosis: confidor 1 mL/L de agua, agrimek 1 mL/L de agua, biocrack 3 mL/L de agua, lorsban 1 mL/L de agua, ultralux 2 mL/L de agua y testigo sin aplicación de insecticidas.

Para el estudio de los trips, se seleccionaron cinco huertos de limón con diferente intensidad de manejo (CEVA, Valle, Crucero de Parácuaro, ILUVA y Hornos). Los muestreos iniciaron en mayo de 2018 hasta agosto de 2019. En cada muestreo se revisan 20 árboles al azar, de cada árbol se tomaron 10 frutos y se constató el porcentaje de daños por trips. La recolecta de trips se llevó a cabo mediante el golpeteo de una rama sobre una tabla de color morado de 38 x 21 cm, las muestras de insectos se guardaron en frascos con alcohol al 70%, para su posterior identificación taxonómica, también se evaluó la presencia de enemigos naturales de trips. También se realizó una revisión bibliográfica de las alternativas de control biológico de trips, plaga primaria de limón mexicano en Michoacán.

Todos los datos de dinámica de población de *D. citri* y sus enemigos naturales, la efectividad de los productos químicos en el control de *D. citri* y la presencia de trips y sus enemigos naturales, se presentan en forma de gráficas.

## 7.2 Resultados y discusión

### 7.2.1 Dinámica de población de *Diaphorina citri*

En el valle de Apatzingán, Mich., *D. citri* se presenta a lo largo de todo el año, debido a las condiciones ambientales y a las prácticas de manejo promovidas por los productores (Miranda & López-Arroyo 2009, 2010). Estos factores promueven una frecuente emisión de nuevos brotes vegetativos, lo que asegura disponibilidad de alimento y sitios de oviposición del insecto. En el caso de limón mexicano, se presentan al año cuatro picos poblacionales (septiembre, diciembre, abril y julio) (Figura 7.1).

En el primer año de muestreo, el mayor número de ninfas por brote se presentó durante diciembre y julio (8 ninfas/brote), además de otros máximos poblacionales durante septiembre y abril (6 ninfas/brote). La mayor densidad poblacional se presentó en Apatzingán, de noviembre a diciembre de 2009 (13 ninfas/brote). Es importante señalar que esta huerta está altamente tecnificada; sin embargo, el uso de agroquímico no incidió en reducir la densidad de la plaga (Figura 7.2). Esta densidad poblacional ocasionó la presencia y diseminación del HLB en el 2010 en Michoacán (Miranda, 2014).

Por el contrario, en el caso de toronja Rio Red se presentan dos picos máximos en enero (4 ninfas/brote) y junio (2 ninfas/brote). Sin embargo, la densidad poblacional fue escasa a lo largo del año, debido principalmente a la poca emisión de brotes nuevos por el manejo de la huerta (pocos riegos y fertilización). En contraste, en limón persa se presentaron tres picos importante en febrero, mayo y noviembre (4 ninfas/brote) (Figura 7.3). Estos resultados, demuestran que en el valle de Apatzingán, tanto el limón mexicano como el limón persa presentan una gran brotación y ésta es afectada por *D. citri* (Figura 7.4).

En la huerta CEVA, con un manejo agroecológico, se presentan tres picos (julio, enero y mayo), de *D. citri*, sin embargo, la densidad nunca rebaso el umbral de un psílido/brote (Figura 7.1). En contraste, en la huerta Crucero de Parácuaro se presentó un pico en agosto (2.15 psílido/brote) y posteriormente la densidad estuvo por debajo de un psílido/brote (Figura 7.3). Los resultados de este estudio difieren a los observados en 2008, cuando recién había arribado el psílido al valle de Apatzingán. En esta fecha el mayor número de ninfas/brote fue de 13, en noviembre de 2009 (Miranda & López-Arroyo 2009, 2010).

### 7.2.2 Presencia de enemigos naturales

Se detectaron diferentes enemigos naturales de *D. citri* como *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), *Chrysoperla rufilabris* Burmeister (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae) y diferentes especies de arañas no identificadas que están presentes durante todo el año (Figura 7.5). Los enemigos naturales ejercen un control de la plaga y contribuyen a la disminución de aplicaciones químicas. Sin embargo, en un escenario con presencia del vector y del HLB, puede ser un factor de diseminación de la enfermedad. En este trabajo se observó que la asociación de cítricos con otros cultivos favorece la presencia de enemigos naturales, la densidad de la plaga fue menor en la asociación naranja-mango (0.06 ninfas/brote) y limón-maíz (0.16), en comparación a toronja (0.62 ninfas/brote) (Figura 7.4). Es un hecho, que al incrementar la biodiversidad de huertos mediante la presencia de pastos, cultivos trampa y la asociación de policultivos, se favorece la presencia de enemigos naturales y el manejo agroecológicos de plagas. Por ejemplo, en ambientes diversificados de cítricos se ha constatado un incremento de las especies de crisópidos en el control de *D. citri* (De Freitas & Penny 2001; Caceres *et al.*, 2009). Lo cual, concuerda con lo observado en este estudio, a pesar de que en los huertos monitoreados no se realizaron aplicaciones químicas (Miranda-Salcedo y López-Arroyo 2009). Por lo anterior, se recomienda que en plantaciones jóvenes de cítricos se asocien con alguna gramínea y se conserve la presencia de pastos entre las hileras, con el fin de favorecer el arraigo de enemigos naturales (Price, 1981 & Altieri, 1994).

Las bajas densidades del psílido en ambas huertas (CEVA 0.44 promedio/brote/año y Crucero 0.53), se deben al efecto regulatorio que ejercen los enemigos naturales. Por ejemplo, se encontró que el parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston 1922) en la huerta CEVA fue de 12.95% y en el Crucero de Parácuaro fue del 27.74%. Es importante recalcar que en estas huertas no se hacen liberaciones de *T. radiata*, por lo tanto, al tener pocas aplicaciones químicas se presentan estos valores del parasitismo natural. Además, se identificó la presencia de un amplio gremio de enemigos naturales como: *Chrysoperla rufilabris*, *Cerochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae); *Stethorus sp.*, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergen*, *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduvidae); *Leptotrips sp.* (Thysanoptera: Triptidae) y diferentes especies de arañas (Miranda & López-Arroyo 2009, 2010). Los enemigos naturales más importantes por su abundancia fueron *C. rufilabris* y *C. cincta* y se encontraron en ambos sitios de muestreo (Figura 7.5).

Los máximos picos poblacionales de crisopas se observaron en octubre, enero y mayo con 23, 5 y 6 individuos por muestreo, respectivamente. En contraste, *Z. renardi* es otro depredador muy importante de ninfas y adultos de *D. citri*, sus máximas poblaciones se presentaron en julio y septiembre con 8 y 5 individuos/muestreo. Finalmente, la diversidad de arañas es otro factor importante como regulador y dada su dificultad de reproducción en cría masiva, pueden ser usados bajo un programa de control biológico por conservación (Figuras 7.7 y 7.8).

En el aspecto biológico, la acción de otros enemigos naturales puede afectar sensiblemente el porcentaje de parasitismo al competir por recursos o depredar ninfas parasitadas (interacción competitiva). Al retirar ese efecto restrictivo, se ha detectado un incremento de casi 20 veces respecto al parasitismo natural (Michaud, 2004; Qureshi & Stansly, 2009). Al eliminar estos depredadores, las ninfas pueden incrementar hasta 120 veces el índice de sobrevivencia de *D. citri*. De esta manera, es posible que la depredación por si misma pueda ser responsable del 96% de mortalidad de *D. citri*. Al mismo tiempo puede provocar hasta 95% de desaparición de ninfas parasitadas (Michaud, 2004). En Yucatán, se han detectado varias especies de enemigos naturales que utilizan como recurso a *D. citri* (Cicero *et al.*, 2017).

Finalmente, la diversidad de enemigos naturales puede presentar interacciones competitivas por el recurso. Este hecho, puede causar un efecto positivo o negativo en la sobrevivencia, crecimiento o fecundidad de las especies que están interactuando (Begon & Mortimer, 1986; Bonsall & Hassell, 1997). En el caso de la competencia, cada especie tiene un efecto adverso sobre la otra (Lotka, 1925; Holt & Lawton, 1994), que puede expresarse por medio de agresiones directas o por explotación de recursos compartidos (Lawton & Hassell, 1984). En estudios sobre interacciones entre una presa y un depredador, las relaciones competitivas adquieren particular relevancia dentro del contexto del control biológico de plagas (Murdoch & Briggs, 1996; Hawkins, 2000).

### 7.2.3 Efectividad de productos químicos en el control de *D. citri*

Los resultados obtenidos muestran que el insecticida más promisorio en el control de *D. citri* bajo condiciones de invernadero es el confidor (imidacloprid) a la dosis de 1 mL/L de agua; sin embargo, después de siete días de realizar la aspersión del insecticida se encontró la presencia de ninfas y adultos en las ramas (Figuras 7.9 y 7.10). Sin embargo, existen reportes de resistencia de *D. citri* a varios insecticidas en la zona, incluyendo al imidacloprid (Vázquez-García *et al.*, 2013).

A la fecha se ha determinado que el uso del insecticida imidacloprid en dosis de 1 mL/L de agua en aspersiones al follaje elimina la plaga y protege la planta durante 12 días (Miranda-Salcedo y López-Arroyo 2009, 2010). En contraste, productos insecticidas como el clorpirifos, pueden reducir notablemente la densidad de la plaga; sin embargo, sus efectos en los organismos benéficos están asociados con una mayor resurgencia de plagas como mosca prieta, escama de nieve y plagas secundarias. Este tipo de productos es de amplio espectro y además, generalmente son más económicos que el imidacloprid y por dicha razón presentan una gran aceptación entre los citricultores. Por lo tanto, es importante considerar que después de una semana de la aplicación de productos de amplio espectro, existe resurgencia de plagas. Lo anterior presenta implicaciones para el manejo de *D. citri* en la región. Las condiciones ambientales del valle de Apatzingán, favorecen la presencia durante todo el año de *D. citri*, lo cual dificulta su manejo si solamente se sustenta en la aplicación de productos químicos y se desaprovecha la presencia de los enemigos naturales. Sin embargo, diferentes investigadores del INIFAP han evaluado alrededor de cuarenta productos de diferentes grupos toxicológicos, que pueden causar alta mortalidad en la plaga, muchos de estos insecticidas son de bajo impacto ambiental (Cortés *et al.* 2010). Finalmente, la campaña que se realiza en Michoacán apoya al productor con una o dos aplicaciones al año para el control de *Diaphorina citri*. Sin embargo, estas aplicaciones se desfazan con los máximos picos poblacionales que presenta la plaga, debido a que el producto se entrega extemporáneamente y no cubre toda la superficie citrícola del estado. Lo anterior, aunado a lluvias extemporáneas como las que ocurrieron en marzo de 2015, aumentó la densidad del vector durante los meses de abril-mayo, con un máximo de 7.6 adultos/brote en naranja (Figura 7.11).

#### 7.2.4 Presencia y daños de trips

El complejo de trips estuvo presente en limón mexicano durante todo el período de muestreo (mayo 2018 a julio de 2019), la mayor abundancia poblacional se presentó en noviembre y diciembre (14 trips por área de muestreo) y en mayo (7 trips por área) (Figura 7.12) y con mayor daño en la huerta ILUVA (Figura 7.13). Las principales especies de trips presentes fueron: *Frankliniella occidentalis* Pergande 1895, *F. insularis* (Franklin) 1908, *Scirtotrips perseae* Nakahara 1997 y *Leptotrips* sp. La especie más abundante fue *F. occidentalis*, una especie polífaga que afecta a una amplia gama de cultivos (Johansen, 2001).

#### 7.2.5 Alternativas para el control biológico de trips

Los principales agentes de control biológico recomendados para trips son los ácaros del género *Neoseiulus* y *Amblyseius* (Acarina: Phytoseiidae), las chinches de las flores del género *Orius* (Heteroptera: Anthocoridae) y *Dicyphus hersperus* (Heteroptera: Miridae) (Shipp *et al.*, 2006); de éstos *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), *Amblyseius swirskii* y *Orius insidiosus* (Say) son las especies más importantes en condiciones de agricultura protegida (Xu *et al.*, 2006; Xu & Enkegaard, 2010; Demirozer *et al.*, 2012), en cielo abierto la especie *Chrysoperla externa* ha mostrado buenos resultados en el control de trips (Espino *et al.*, 2017).

Tanto *N. cucumeris* como *Orius* spp. son depredadores generalistas, cuando ambos depredadores se liberan de manera simultánea en un cultivo se induce un efecto sinérgico que mejora la eficiencia del control, además de alimentarse de trips, se han usado para el control de ácaros (Xu, 2004). Sin embargo, la preferencia de un depredador por determinada plaga puede variar, ciertas conductas también afectan la eficacia del otro depredador; por ejemplo, algunos ácaros producen telarañas que le permiten a éstos y otros pequeños organismos refugiarse del ataque de otros depredadores, por ejemplo especies del género *Orius* se reportan como depredadores de *N. cucumeris* (Oudemans) (Venzon, 2000; Urbaneja *et al.*, (2003).

Se ha reportado reducción de trips a niveles aceptables e incremento de oviposición de *O. insidiosus* en presencia de trips (Xu *et al.*, 2006), además, *O. insidiosus* tiene la ventaja de que no entra en diapausa, por lo que se puede usar durante todo el año (Driesche *et al.*, 2005), aunque, es efectivo si se dispone de altas densidades de la presa; a bajas densidades el depredador tiende a abandonar el cultivo, incluso en condiciones de invernadero. En cuanto a *A. cucumeris*, otros autores lo reportan como poco efectivo, por lo que, recomiendan usarlo combinado con otros entomopatógenos (Driesche *et al.*, 2005; Ebssa *et al.*, 2006).

Los trips también tienen como enemigos naturales a diferentes especies de nematodos, se han probado en el control de larvas y pupas de *F. occidentalis* que habitan en el suelo, se incluyen los género *Steinernema* y *Heterorhabditis*, específicamente las especies *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* y *S. feltiae* (Trdan *et al.*, 2007). Estos nematodos presentan una asociación mutualista con bacterias del género *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, las cuales son transportadas en el intestino del nematodo y posteriormente liberadas en el hemocele del hospedero (Caicedo, 2003). El nematodo más comúnmente usado es *S. feltiae*, altamente virulenta contra larvas de segundo instar y prepupas de *F. occidentalis*, en condiciones de alta humedad en el suelo (Wardlow *et al.*, 2001; Premachandra *et al.*, 2003; Ebssa *et al.*, 2004), aunque las condiciones secas y calientes limitan la sobrevivencia y la efectividad (Trdan *et al.*, 2007; Renkema *et al.*, 2018). La actividad de *S. carpocapsae* y *H. bacteriophora* se estudió con dos concentraciones de suspensión del nematodo, 200 y 400 IJ / cm<sup>2</sup> contra larvas de *F. occidentalis*, los resultados mostraron que *H. bacteriophora* logró una mayor tasa de mortalidad de larvas que *S. carpocapsae* (Belay *et al.*, 2005).

También se ha evaluado *Thripinema nicklewoodi Siddiqi*, (Tylenchida: Allantonematidae); nematodo parásito que daña y esteriliza a *F. occidentalis*; ataca todas las etapa de vida post-huevo del trips, parasita tanto a machos como hembras (Mason & Heinz, 2002; Lim & Driesche, 2004), el nematodo no mata a larvas ni afecta a su comportamiento de alimentación; durante la etapa adulta los trips tienen efectos perjudiciales sobre la reproducción, la supervivencia y la alimentación (Arthurs & Heinz, 2003).

En cuanto a hongos entomopatógenos, los más conocidos para el control de trips son *Beauveria bassiana*, *Neozygites parvispora* y *Verticillium lecanii* (Castineiras *et al.*, 1996; Pardey 2009; Aristizábal *et al.*, 2017), también se reporta a *Metarhizium anisopliae* como eficaz en el control de adultos y pupas de trips (Maniania *et al.*, 2003; Ansari *et al.*, 2007).

Wang *et al.* (2011) identificaron varias cepas del hongo *B. bassiana* altamente virulentas tanto para larvas como para adultos de *F. occidentalis*. Sin embargo, *M. anisopliae*, en comparación con *B. bassiana*, es más virulento, siendo las pre-pupas y pupas las más susceptibles a la infección (Ansari *et al.*, 2008; Gouli *et al.*, 2009).

Otro hongo importante es *Neozygites parvispora*, es un hongo biotrófico obligado, ayuda a reducir la densidad en poblaciones de trips, debido a que todas las etapas de desarrollo son susceptibles a la infección, causa hasta un 60% de mortalidad (Vacante *et al.*, 1994; Montserrat *et al.*, 1998). Otra especie de hongos entomófagos más comunes e importantes en el control de trips es *Verticillium lecanii*, es compatible con la mayoría de insecticidas y algunos fungicidas (Khalil *et al.*, 1985). Sin embargo, su eficacia depende de la alta humedad y de la temperatura, ya que, estos factores inciden en la esporulación y germinación de conidios, lo que limita su uso (Alavo, 2015).

En el presente trabajo, el complejo de especies de trips estuvo presente en limón mexicano durante todo el periodo de muestreo por más de un año (mayo 2018 a julio de 2019), la mayor abundancia poblacional se presentó en noviembre y diciembre (14 trips por área de muestreo) y en mayo (7 trips por área). Las principales especies de trips presentes fueron: *Frankliniella occidentalis* Pergande 1895, *F. insularis* (Franklin) 1908, *Scirtotrips perseae* Nakahara 1997 y *Leptotrips* sp. La especie más abundante fue *F. occidentalis*, una especie polífaga que afecta alrededor de 50 hospederos (Johansen, 2001).

Se identificaron diez enemigos naturales asociados al trips en Michoacán: *Chrysoperla rufilabris*, *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae); *Stethorus* sp., *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens*, *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduvidae) y diferentes especies de arañas. Los más importantes por su abundancia fueron *C. rufilabris* y *C. cincta* y se encontraron en los cinco sitios de muestreo (Figura 7.14). Los máximos picos poblacionales de crisopas se observaron en julio y febrero, en la huerta del Crucero, con 17 y 21 individuos, respectivamente.

La huerta que presentó mayor abundancia de crisopas fue la del Crucero (151 individuos) y la menor la del Valle (34 individuos). La huerta ILUVA presentó 83 individuos (Figura 7.15), sin embargo, fue la huerta en la que más se aplicaron insecticidas (30 aplicaciones para diferentes plagas), su impacto en el control de trips fue poco significativo, debido al alto porcentaje de frutos dañados que presentó (90%) (Figura 7.15). Una de las crisopas más importantes reportadas en este estudio, el género *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) es exclusivamente americano y neotropical, con un rango geográfico de sus especies desde el sur de Canadá hasta el extremo sur de Chile (Brooks y Barnard, 1990). Actualmente, existen alrededor de 40 especies descritas de *Ceraeochrysa*; de éstas, 16 se encuentran presentes en México (Tauber & De León, 2001). Las especies de *Ceraeochrysa* ocurren en hábitats diversos, por ejemplo bosques de clima húmedo y seco, pastizales, huertos frutícolas y en cultivos anuales y perennes (Brooks y Barnard, 1990). Las larvas de *Ceraeochrysa* depredan artrópodos de cuerpo blando, de una gran cantidad de plagas económicamente importantes. Los adultos se alimentan de polen y mielecilla (Brooks & Barnard, 1990). Además, se han establecido bases para la producción comercial de *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana* y *C. smithi* (López-Arroyo *et al.*, 1999). Los resultados observados permiten plantear estrategias biorracionales en el manejo de trips asociados al limón mexicano en el valle de Apatzingán. Incluyendo el empleo de plantas intercaladas entre las hileras de árboles que sirvan de refugio a los enemigos naturales reportados.

### 7.3 Agradecimientos

Las investigaciones aquí reportadas fueron financiadas por el siguiente proyecto: 1) Validación y transferencia de tecnología para recuperar la productividad de plantaciones de limón mexicano en ambientes de alta incidencia de HLB en Colima, Michoacán, Oaxaca y Guerrero. 2) Manejo biorracional de trips en Limón Mexicano en Michoacán (Fondos fiscales INIFAP 2018).

## 7.4 Conclusiones

*Diaphorina citri* se presentó en las huertas evaluadas durante todo el año, sobre todo en el caso de limón mexicano y limón persa, en el primer caso, se presentaron al año cuatro picos poblacionales (septiembre, diciembre, abril y julio) y en limón persa durante febrero, mayo y noviembre. Por el contrario, en el caso de toronja Rio Red se presentan dos picos máximos en enero y junio, aunque, con menor densidad poblacional. En cuanto a enemigos naturales de *D. citri*, se observó su presencia durante todo el año, sobre todo en ambientes diversificados. Las principales especies de enemigos naturales encontradas son *Tamarixia radiata* (Waterston), *Chrysoperla rufilabris* Burmeister, *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Zelus renardii* y diferentes especies de arañas.

Con respecto a los productos químicos evaluados para el control de *D. citri*, se observó un mejor control con el insecticida confidor (imidacloprid), a pesar de que existen reportes de resistencia de dicha plaga a varios insecticidas, entre ellos, el imidacloprid.

En cuanto al complejo de especies de trips, estuvo presente en limón mexicano durante todo el período evaluado; la mayor abundancia poblacional se presentó en noviembre y diciembre. En cuanto a los enemigos naturales asociados al trips, los más importantes por su abundancia fueron *C. rufilabris* y *C. cincta* y se encontraron en los cinco sitios de muestreo. La revisión de literatura sugiere una gama amplia de agentes de control biológico de trips, destacan los ácaros de los género *Neoseiulus* y *Amblyseius* (Acarina: Phytoseiidae), las chinches de las flores del género *Orius* (Heteroptera:Anthocoridae), especies de nematodos como *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* y *S. feltiae*, hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Neozygites parvispora* y *Verticillium lecanii*.

## 7.5 Recomendaciones

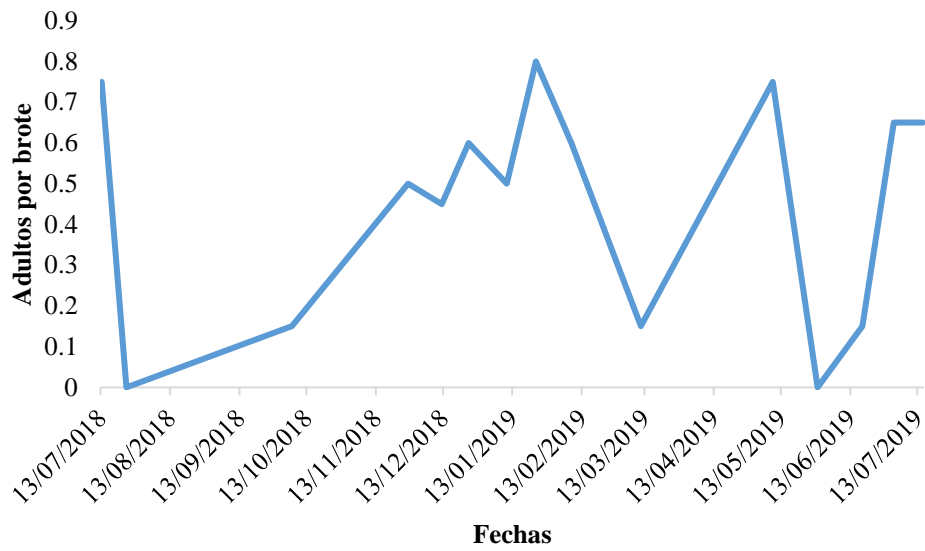
Debido a la presencia de diferentes especies de enemigos naturales que atacan al psílido asiático de los cítricos en la región, se sugiere manejar a la plaga basándose en diferentes estrategias de control biológico y ocasionalmente, usar productos químicos de bajo impacto ecológico. Debido a que en los meses de estiaje se presenta un incremento de la plaga, es necesario desarrollar una estrategia de manejo que evite el uso de aplicaciones periódicas de productos insecticidas; posiblemente la evaluación de insecticidas sistémicos que produzcan una protección prolongada de la planta o productos de bajo impacto en enemigos naturales; podrían ofrecer la mejor opción para disminuir la densidad poblacional de *D. citri*. Se deberían usar productos biorracionales como sales potásicas, jabones o insecticidas de origen botánico (nim o biocrack) que causan menos resistencia en comparación con los insecticidas organofosforados, piretroides o nicotinoides. También se debe promover el uso de coberteras como pastos que proporcionen refugio a los numerosos enemigos naturales que regulan sus poblaciones. Cambiar a un manejo más agroecológico o sustentable, permitirá restaurar el equilibrio ecológico y reducir la resurgencia de plagas secundarias como: trips, escamas y barrenadores, que en la actualidad se presentan en la región con un incremento en los costos de producción del cultivo.

Replantar la estrategia que lleva la campaña contra el psílido asiático-HLB en Michoacán, debido a la resistencia de este insecto a varios grupos toxicológicos, por lo cual, se deben impulsar estrategias más amigables que incluyan el empleo de plantas intercaladas entre las hileras de árboles, que sirvan de refugio al amplio espectro de enemigos naturales observados y su atracción al follaje, con aplicación de semioquímicos (melaza, piloncillo, leche en polvo con azúcar, sueros de leche).

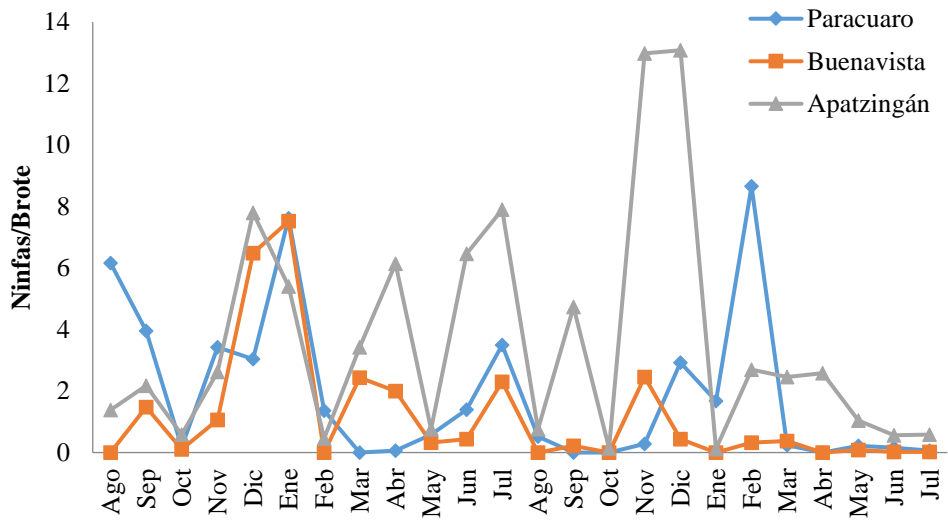


7.6 Anexos

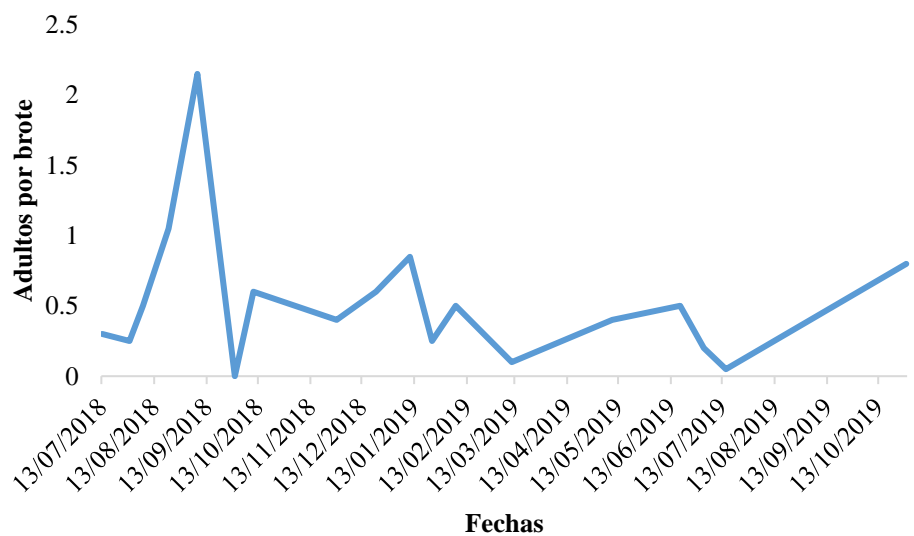
**Figura 7.1** Fluctuación poblacional de *D. citri* huerta de limón mexicano (CEVA 2019)



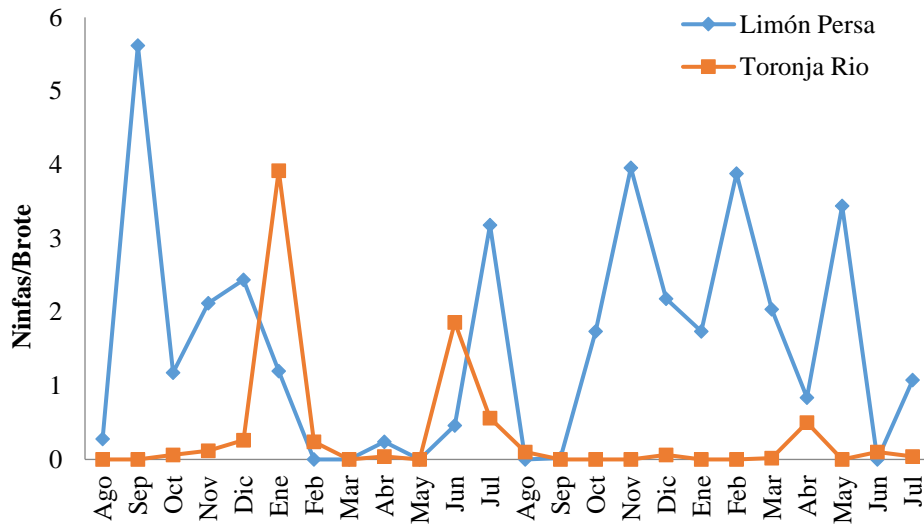
**Figura 7.2** Fluctuación poblacional de ninfas de *Diaphorina citri* en limón mexicano en el valle de Apatzingán (agosto de 2008-julio de 2010)



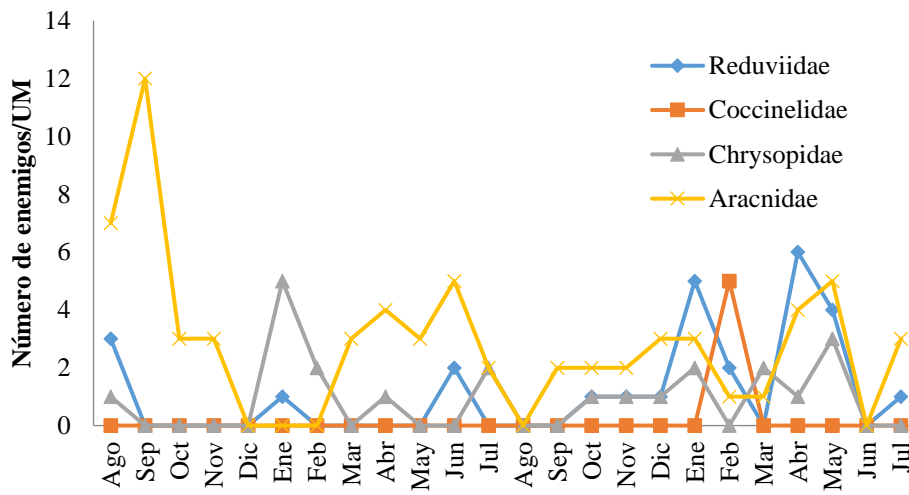
**Figura 7.3** Fluctuación poblacional de *D. citri* huerta de limón mexicano (Crucero, 2019).



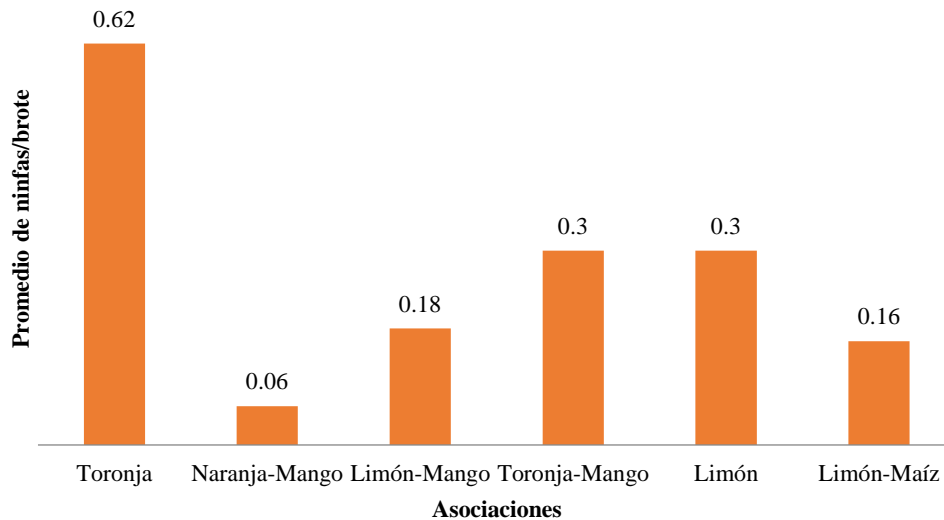
**Figura 7.4** Fluctuación poblacional de ninfas de *Diaphorina citri* en limón persa y toronja Rio Red en el valle de Apatzingán (agosto 2008-julio de 2010)



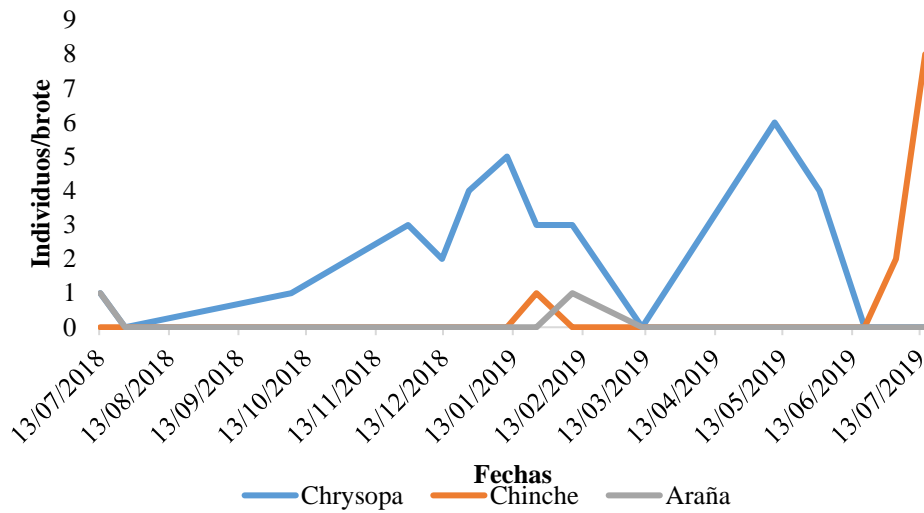
**Figura 7.5** Fluctuación poblacional de enemigos naturales de *Diaphorina citri* en cítricos del valle de Apatzingán (agosto de 2008-julio de 2010)



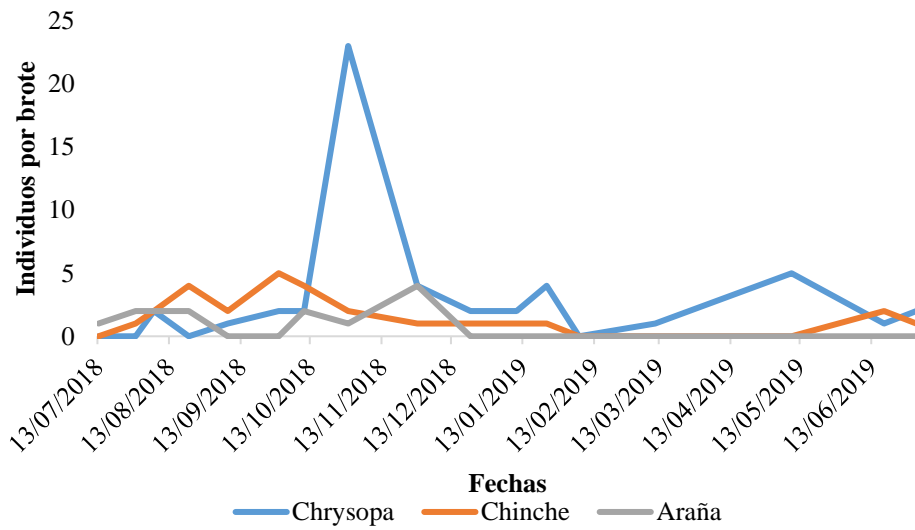
**Figura 7.6** Promedio de ninfas/brote de *Diaphorina citri*, en sistemas diversificados en el valle de Apatzingán, Michoacán (junio de 2010-octubre de 2011)



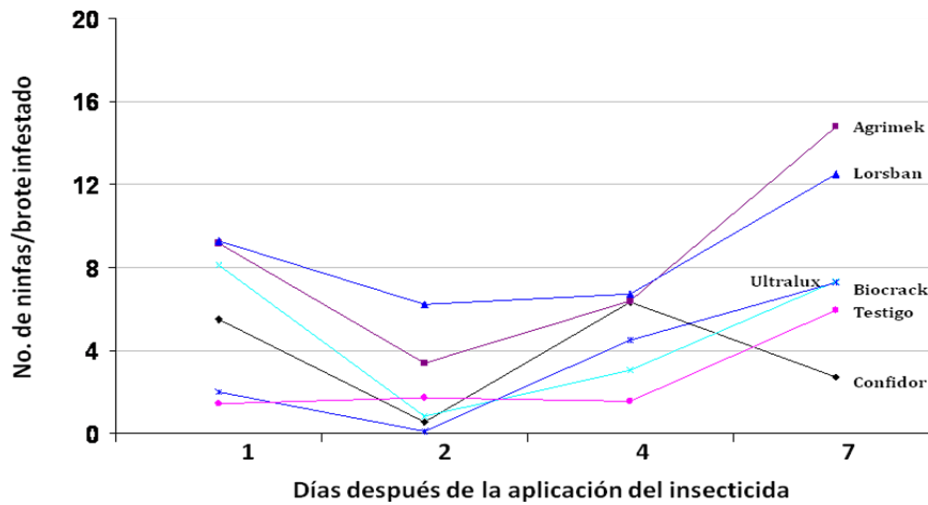
**Figura 7.7** Fluctuación poblacional de enemigos de *D. citri* (CEVA 2019)



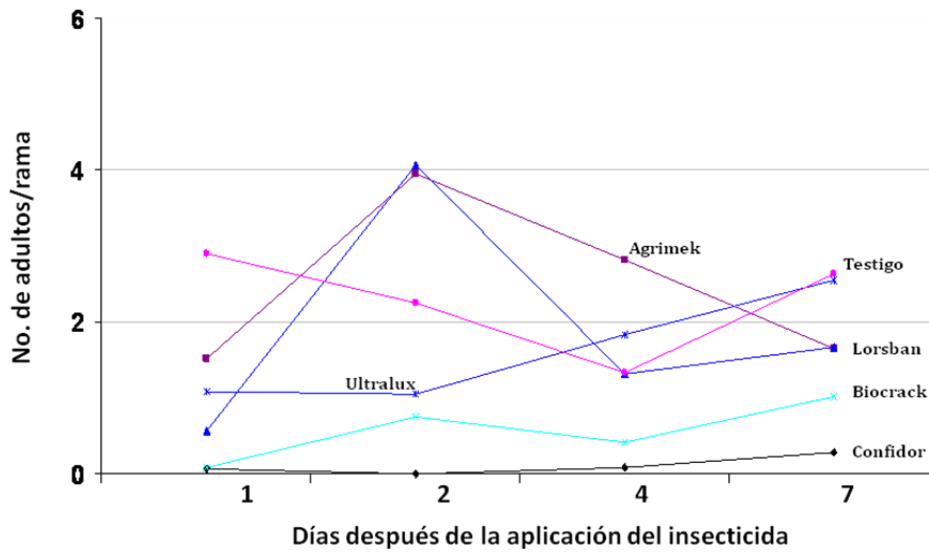
**Figura 7.8** Fluctuación poblacional de enemigos de *D. citri* (Crucero 2019)



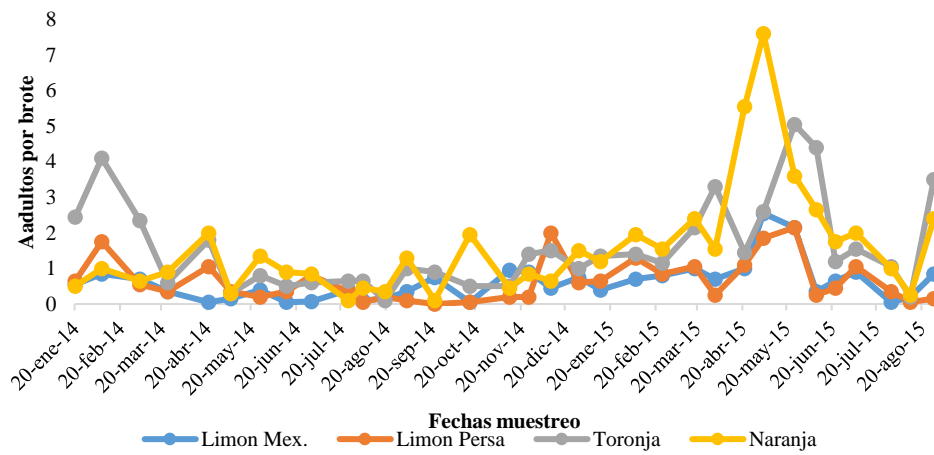
**Figura 7.9** Efecto de insecticidas asperjados al follaje en la presencia de ninfas de *Diaphorina citri* en árboles de limón mexicano mantenidos en invernadero en el estado de Michoacán



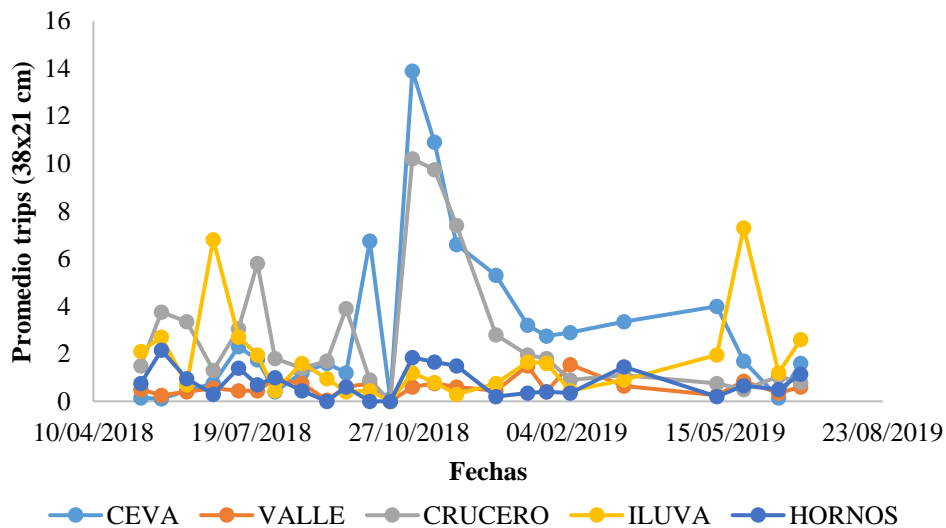
**Figura 7.10** Efecto de insecticidas asperjados al follaje en la presencia de adultos de *Diaphorina citri* en árboles de limón mexicano mantenidos en invernadero en el estado de Michoacán



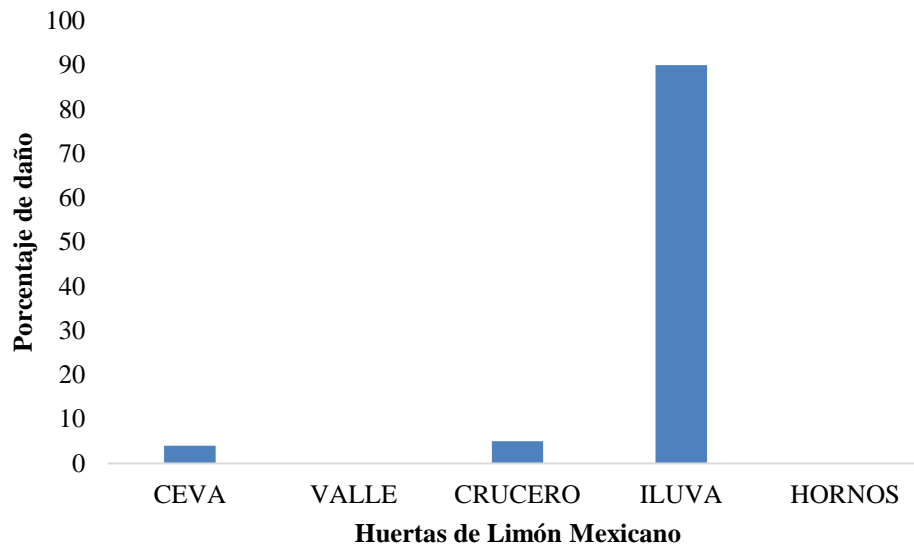
**Figura 7.11** Promedio de adultos/brote de *Diaphorina citri*, en cítricos del valle de Apatzingán (enero 2014-agosto de 2015)



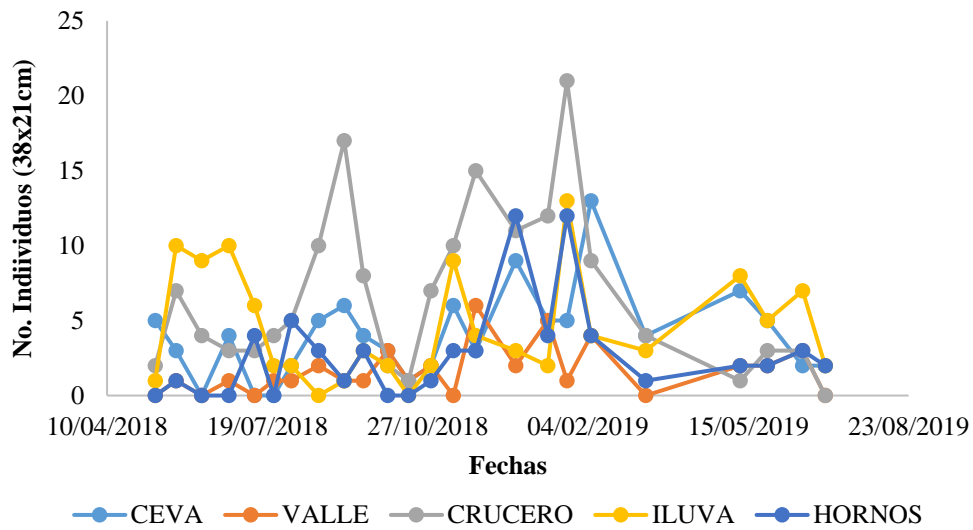
**Figura 7.12** Fluctuación poblacional de especies de trips asociados al limón mexicano en el valle de Apatzingán (mayo 2018 a julio 2019)



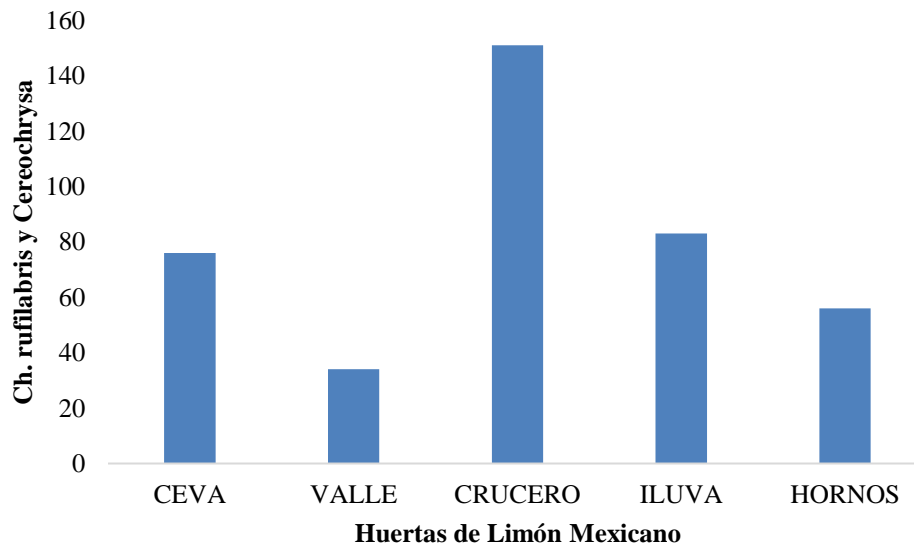
**Figura 7.13** Porcentaje de frutos dañados por trips de limón mexicano en el valle de Apatzingán (mayo 2018 a febrero 2019)



**Figura 7.14** Fluctuación poblacional de *Chrysoperla rufilabris* y *Cerochrysa valida* en limón mexicano en el valle de Apatzingán (mayo 2018 a julio 2019)



**Figura 7.15** Número total de especímenes de *Chrysoperla rufilabris* y *Cerochrysa valida* en huertas de limón mexicano en el valle de Apatzingán (mayo 2018 a febrero de 2019)



## 7.7 Referencias

- Adán, A., Viñuela, E., Bengochea, P., Budia, F., Del Estal, P., Medina, P., & Aguado, P. (2011). Lethal and sublethal toxicity of fipronil and imidacloprid on *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 104, 1541-1549.
- Alavo, T. B. (2015). The insect pathogenic fungus *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas and its use for pests control: a review. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(4), 337-345.
- Altieri, M. (2009). La agricultura moderna: impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley. CA, USA.
- Altieri, M. A. (1994). Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hatworth Press, N.Y. 185 p.
- Ansari, M. A., Brownbridge, M., Shah, F. A., & Butt, T. M. (2008). Efficacy of Entomopathogenic Fungi Against Soil-Dwelling Life Stages of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis*, in Plant-Growing Media. *Entomología Experimentalis et Applicata*, 127(2), 80–87.
- Ansari, M. A., Shah, F. A., Whittaker, M., Prasad, M., & Butt, T. M. (2007). Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) pupae with *Metarhizium anisopliae* in peat and peat alternative growing media. *Biological Control*, 40(3), 293-297.
- Aristizábal, L. F., Chen, Y., Cherry, R. H., Cave, R. D., & Arthurs, S. (2017). Efficacy of biorational insecticides against chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae), infesting roses under nursery conditions. *Journal of Applied Entomology*, 141(4), 274-284.
- Arthurs, S., & Heinz, K. M. (2003). Thrips parasitic nematode *Thripinema nicklewoodi* (Tylenchida: Allantonematidae) reduces feeding, reproductive fitness, and tospovirus transmission by its host, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology*, 32(4), 853–858.
- Begon, M., & Mortimer, M. (1986). *Population Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U. K.
- Belay, D., Ebssa, L., & Borgemeister, C. (2005). Time and frequency of applications of entomopathogenic nematodes and their persistence for control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Nematology*, 7(4), 611–622.
- Bonsall, M. B., & Hassell, M. P. (1997). Apparent competition structures ecological assemblages. *Nature*, 388, 371-373.
- Brooks, S. J., & Barnard, P. C. (1990). The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology*, 59, 117-286.
- Cáceres, S., Almirón L, González Olazo, E., Heredia F., & Aguirre, A. (2009). Especies de crisópidos predadores de *Diaphorina citri* en Corrientes. XX Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Corrientes, Argentina.
- Caicedo, A. M. (2003). Avances y perspectivas del uso de nemátodos entomopatógenos en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1-17 p.
- Casado, G. G., & Hernández, J. M. (2011). Agroecología y agricultura ecológica. Aportes y sinergias para incrementar la sustentabilidad agraria. *Agroecología*, 6, 55-62.
- Castineiras, A., Pena, J. E., Duncan, R., & Osborne, L. (1996). Potential of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as biological control agents of *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). *The Florida Entomologist*, 79(3), 458-461.

- Cicero, J. L., C. B. Lomas, E. K., Loeza, Sánchez M. B., & Arredondo, H. B. (2017). Control del psílido asiático de los cítricos mediante el parasitoide *Tamarixia radiata* en el sureste de México. Libro Técnico INIFAP 83 p.
- Cortés, M. E., López-Arroyo, J. I., Hernández, L.M., Castillo, A. F., & Loera, J. G. (2010). Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces en México: Selección de Insecticidas y épocas de aplicación. Folleto Técnico No 35. INIFAP-México. 22 p.
- De Bach, P. D., & Rosen, D. (1991). Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. pp. 440. Agroecosystem. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 52(19), 245-395.
- De Freitas S., & Penny, N. (2001). The green lacewings (Neuroptera Chrysopidae) Brazilian Agroecosystem. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 52(19), 245-395.
- Demirozer, O., Tyler-Julian, K., Funderburk, J., Leppla, N., & Reitz, S. (2012). *Frankliniella occidentalis* (Pergande) integrated pest management programs for fruiting vegetables in Florida. *Pest management science*, 68(12): 1537-1545.
- Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review Entomology*, 52, 81-106.
- Driesche, R. G., Lyon S., Stanek, E. J., Xu B., & Nunn, C. (2005). Evaluation of efficacy of *Neoseiulus cucumeris* for control of western flower thrips in spring bedding crops. *Biological Control*, 36(2), 203-215.
- Ebssa, L., Borgemeister, C., & Poehling, H. M. (2004). Effectiveness of different species/strains of entomopathogenic nematodes for control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) at various concentrations, host densities, and temperatures. *Biological Control*, 29(1), 145-154.
- Ebssa, L., Borgemeister, C., & Poehling, H. M. (2006). Simultaneous application of entomopathogenic nematodes and predatory mites to control western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Biological Control*, 39(1), 66-74.
- Espino, H. L., Mendoza, A. C., Espino, J. C. L., & Gómez, V. R. C. (2017). Comportamiento de Búsqueda y Capacidad Depredadora de *Chrysoperla externa* sobre *Frankliniella occidentalis*. *Southwestern Entomologist*, 42(2), 463-476.
- Gouli, V. V., Gouli, S. Y., Skinner, M., & Shternshis, M. V. (2009). Effect of the entomopathogenic fungi on mortality and injury level of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42(2), 118-123.
- Halbert, S. E., & Manjunath, K. L. (2004). Asian Citrus Psyllid (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus; A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87, 330-353.
- Hall, D. G. (2008). Biology, history and world status 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. Pp. 1-7.
- Hawkins, B. A. (2000). Species coexistence in parasitoid communities: does competition matter? pp. 198-213. En *Parasitoid Population Biology*. M. E. Hochberg & A.R. Ives (eds.). Princeton University Press. USA, N. J.
- Hoddle, M. S. (1999). The biology and management of the avocado thrips, *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae). [www.biocontrol.ucr.edu/avocadothrips.html](http://www.biocontrol.ucr.edu/avocadothrips.html).
- Holt, R. D., & Lawton, J. H. (1994). The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25, 495-520.

- Johansen, R. M., & Guzmán, A. G. (1998). The genus *Scirrtotothrips* Shull, 1909 (Thysanoptera: Thripidae, Sericotripini) in Mexico. *Folia Entomologica Mexicana*, 104, 23-108.
- Johansen, R. M. (2001). Trips de importancia en la Fruticultura en México. En Memoria del XIV Curso Internacional de Actualización Frutícola "Aspectos fitosanitarios en la Fruticultura". Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., Tonatico, México. p. 23-32.
- Kay, I. R., & Herron, G. A. (2010). Evaluation of existing and new insecticides including spirotetramat and pyridalyl to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peppers in Queensland. *Australian Journal of Entomology*, 49, 175-181.
- Khalil, S. R., Shah M. A., & Naeem, M. (1985). Laboratory studies on the compatibility of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* with certain pesticides. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 13, 329-334.
- Lawton, J. H., & Hassell, M. P. (1984). Interspecific competition in insects. En *Ecological Entomology*. C. B. Huffaker and R. L. Rabb (eds.). John Wiley and Sons. N.Y., USA.
- Lim, U. T., & Van Driesche, R. G. (2004). Assessment of augmentative releases of parasitic nematode *Thripinema nicklewoodi* for control of in impatiens bedding plants. *Environmental entomology*, 33(5), 1344-1350.
- López-Arroyo, J. I., Tauber, C. A., & Tauber, M. J. (1999). Effects of prey on survival, development, and reproduction of trash-carrying chrysopids (Neuroptera: Ceraeochrysa). *Environmental Entomology*, 28(6), 1183-1188.
- López-Arroyo, J. I., Loera, J., Jasso, J., Reyes, M. A., Cabrera, H., Cortez, E., Miranda, M. A., Fú, A., Rodríguez, R., & Acosta, E. (2008). Avances de investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos en México. Reunión Nacional de la Fitosanidad, SENASICA. Acapulco, Guerrero.
- Lotka, A. J. (1925). *Elements of Physical Biology*. Williams and Wilkins. Maryland, USA.
- Maniania, N. K., Ekesi, S., Löhr, B., & Mwangi, F. (2012). Prospects for biological control of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, with the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, on chrysanthemum. *Mycopathologia*, 155, 229-235.
- Mason, J. M., & Heinz, K. M. (2002). Biology of *Thripinema nicklewoodi* (Tylenchida), an obligate parasite of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera) parasite. *Journal of nematology*, 34(4), 332-339.
- Michaud, J. P. (2004). Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological Control*, 29, 260-269.
- Miranda-Salcedo, M. A., & López-Arroyo, J. I. (2010). Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) y efectividad de insecticidas para su control en Michoacán. *Entomología Mexicana*, 9, 577-582.
- Miranda-Salcedo, M. A., & López-Arroyo, J. I. (2009). Ecología del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Michoacán. Memorias XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Villahermosa Tabasco. 55-59.
- Montserrat, M., Castañé, C., & Santamaria, S. (1998). Neozygites parvispora (Zygomycotina: Entomophthorales) Causing an Epizootic in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on Cucumber in Spain. *Journal of invertebrate pathology*, 71(2), 165-168.
- Mound, L. A. (1997). Biological Diversity, pp. 1997-256. In: T. Lewis (ed). *Trips as crop pests*. CAB International, Londres, 740 p.
- Mound, L. A., & Teulon, D. A. (1995). Thysanoptera as phytophagous opportunists. In *Thrips biology and management*, (pp. 3-19). Plenum, New York.



- Murdoch, W. W., & Briggs, C. J. (1996). Theory for biological control: recent developments. *Ecology*, 77, 2001-2013.
- Murdoch, W. W., Chesson J., & Chesson, P. L. (1985). Biological control in theory and practice. *American Naturalist*, 125, 344-366.
- Pardey, A. E. B. (2009). Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para controlar *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de espárragos/Evaluation of chemical and biological insecticides to control *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in asparagus crops. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 12-17.
- Premachandra, D. W. T. S., Borgemeister, C., Berndt, O., Ehlers, R. U., & Poehling, H. M. (2003). Laboratory bioassays of virulence of entomopathogenic nematodes against soilinhabiting stages of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). *Nematology*, 5(4), 539-547.
- Qureshi, J. A., & Stansly, P. A. (2009). Exclusion techniques reveal significant biotic mortality suffered by Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations in Florida citrus. *Biological Control*, 50, 129-136.
- Renkema, J. M., Evans, B., & Devkota, S. (2018). Management of flower thrips in Florida strawberries with *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) and the insecticide sulfoxaflor. *Florida Entomologist*, 101(1), 102-108.
- Roistacher, C. N. (1991). Techniques for biological detection of specific citrus graft Wooler A., D. Padgham, and A. Arafat 1974. Outbreaks and new records. Saudi Arabia. *Diaphorina citri* on citrus. *FAO Plant Protection Bulletin*. 22, 93-94.
- SENASICA, (2019). Estrategia 2017, para la detección y control del HLB y el psilido asiático de los cítricos en México. [www.senasica.gob.mx/default.asp](http://www.senasica.gob.mx/default.asp)? 3 julio 2019.
- Shipp, J. L., & Wang, K. (2006). Evaluation of *Dicyphus hersperus* (Heteroptera: Miridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse tomato. *Journal of economic entomology*, 99(2), 414-420.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2019). <http://www.siap.gob.mx>. Consulta 15 de junio 2019.
- Tauber, C. A., & De León, T. (2001). Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from Mexico, *Annals of the Entomological Society of America*, 94, 197-209.
- Trdan, S., Znidarcic, D., & Vidrih, M. (2007). Control of *Frankliniella occidentalis* on glasshouse-grown cucumbers: an efficacy comparison of foliar application of *Steinernema feltiae* and spraying with abamectin. *Russian Journal of Nematology*, 15(1), 25-34.
- Urbaneja, G. A., León F. J., Arán E., Blom, J., & Giménez, A. (2003). Interacción de *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* (Oudemans) (Aca.: Phytoseiidae) en la instalación de *Orius laevigatus* (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) en invernadero de pimiento. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 29(3), 347-357.
- Vacante, V., Cacclola, S. O., & Pennisi, A. M. (1994). Epizootiological Study of *Neozygites Parvispora* (Zygomycota: Entomophthoraceae) In a Population of *Frankliniella Occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on Pepper in Sicily. *Entomophaga*, 39(2), 123-130.
- Vázquez-García, M., Velázquez-Monreal, J., Medina-Urrutia, V. M., de Jesús Cruz-Vargas, C., Sandoval-Salazar, M., Virgen-Calleros, G., & Torres-Morán, J. P. (2013). Insecticide Resistance in Adult *Diaphorina citri* Kuwayama1 from Lime Orchards in Central West Mexico. *Southwestern Entomologist*, 38(4), 579-596.
- Venzon, M., Janssen, A., Pallini A., & Sabelis, M. W. (2000). Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. *Animal Behaviour*, 60(3), 369-375.

Wang, J., Lei, Z. R., Xu, H. F., & Gao, Y. L. (2011). Virulence of *Beauveria bassiana* Isolates Against the First Instar Nymphs of *Frankliniella occidentalis* and Effects on Natural Enemy *Amblyseius barkeri*. *Plant Protection*, 27(4), 479–484.

Wardlow, L. R., Piggott, S., & Goldsworthy, R. (2001). Foliar application of *Steinernema feltiae* for the control of flower thrips. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent*. 66(2a), 285-291.

Xu, X. (2004). Combined releases of predators for biological control of spider mites *Tetranychus urticae* Koch and western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Cuvillier Verlag Göttingen*, 110 p.

Xu, X., & Enkegaard, A. (2010). Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Journal of Insect Science*, 10(149), 1-11.

Xu, X., Borgemeister, C., & Poehling, H. M. (2006). Interactions in the biological control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch by the predatory bug *Orius insidiosus* Say on beans. *Biological Control*, 36(1), 57-64.