



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Incidencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) y sus
enemigos naturales en huertas de naranja *Valencia* tardía con
diferente manejo, en Tlapacoyan, Veracruz.

TESIS

Que para obtener el título de:

Biólogo

Presenta:

SAUL ARIAS CORPUZ

Director de tesis

DR. CARLOS CASTILLEJOS CRUZ



CIUDAD DE MÉXICO, mayo de 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Comunico a usted que el alumno **ARIAS CORPUZ SAUL**, con número de cuenta **305006374**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **16 de mayo de 2017** a las **17:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

PRESIDENTE Biól. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ RESÉNDIZ

M. Magdalena Ordóñez R.

VOCAL Dr. CARLOS CASTILLEJOS CRUZ

Carlos Castillejos Cruz

SECRETARIO Dra. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA

M. Socorro Orozco Almanza

SUPLENTE Biól. JOSÉ LUIS GUZMÁN SANTIAGO

José Luis Guzmán Santiago

SUPLENTE M. en C. SONIA ROJAS CHÁVEZ

Sonia Rojas Chávez

El título de la tesis que presenta es: *incidencia de Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) y sus enemigos naturales en huertas de naranja *Valencia* tardía con diferente manejo, en Tlapacoyan, Veracruz.

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad de México, a 24 de abril de 2017

DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ
DIRECTOR



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"
DIRECCIÓN

RECIBI
OFICINA DE EXÁMENES
PROFESIONALES Y DE GRADO

M. en C. Armando Cervantes Sandoval
M. en C. ARMANDO CERVANTES SANDOVAL
JEFE DE CARRERA

Proyecto apoyado por el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica FiBL Suiza dentro del marco del proyecto “Holistic Management of HLB on Organic Citrus Production” financiado por “Coop Sustainable Fund” (CH).



This project is supported by the
Coop Sustainability Fund.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México porque en esta gran institución aprendí en gran manera sobre la vida, en ella pude forjar un carácter, conocí gente con diferentes criterios, me enseñó la importancia de valorar y a ser valorado, gracias UNAM seré orgullosamente azul y oro.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza que me ha brindado los conocimientos necesarios para mi formación profesional y humana, además de guiarme en el camino de esta hermosa profesión y sobre todo porque en ella conocí amigos que se convirtieron en familia.

Al Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) y a la Coop Sustainable Fund por la oportunidad y el apoyo económico para la realización de esta investigación.

Al Dr. Carlos Castillejos, por la confianza brindada en la elaboración de este trabajo, por compartir sus conocimientos y consejos día con día, por ser parte clave en mi formación como profesionista, enseñarme que la humildad y el carisma es un factor importante en campo y más aún por esa enseñanza importante: “a donde fueres, haz lo que vieres”.

A la M. en C. Sonia Rojas, a quien admiro en gran manera por ser un ejemplo de dedicación y por ser pieza clave en mi formación desde tercer semestre, gracias.

Al Dr. Salvador Garibay, Dr. David Hernández y al Dr. Alejandro Pérez Panduro, por su confianza, experiencias y sobre todo las contribuciones necesarias para la culminación de esta investigación.

Al Sr. Juan y al Sr. Ricardo, por otorgarme su autorización para realizar los muestreos en sus huertas de cítricos.

Al Sr. David Hernández y esposa por brindarnos hospedaje durante mi estancia en Veracruz, gracias por todas sus atenciones.

A mis sinodales Biól. María Magdalena Ordóñez Reséndiz, Dra. María Socorro Orozco Almanza, Biól. José Luis Guzmán Santiago y M. en C. Sonia Rojas

Chávez, por dedicarle el tiempo necesario a la lectura de ésta y proporcionar las correcciones indicadas para enriquecer la investigación.

A mis amigos Tarzan, Chapo, Fera y a las personas que colaboraron en las calurosas y cansadas salidas de campo, gracias por su apoyo.

Al IQ. Francisco Javier Mandujano, por ser el primer profesor de laboratorio que me enseñara la importancia de disfrutar las cosas que hacemos, gracias por tantas enseñanzas y consejos brindados a lo largo de la carrera.

DEDICATORIAS

Gracias a Dios por brindarme la salud y la sabiduría necesaria para culminar con este trabajo y conocer un poco del inmenso mundo de los insectos.

A mis padres Crescencio y Andrea, gracias por darme la vida, por su esfuerzo, dedicación y confianza, por guiarme con buenos valores y principios, y aún más, por enseñarme a luchar por mis sueños y creer en mí siempre.

A mis hermanos Fernando, Miguel Ángel y Esther, quienes han sido una fuente de inspiración de una u otra forma, por haber estado ahí para motivarme en los momentos indicados, por su apoyo tanto económico como emocional, gracias, los amo.

A ti Janette, mi esposa y amiga, por permitirme entrar en tu vida, por cada uno de los buenos y malos momentos a tu lado, por alentarme a creer en mí para continuar estudiando, por ser mi complemento, ya que gracias a ello estoy cumpliendo una de mis metas; por tu constancia, tolerancia, entusiasmo, impulso y cariño incondicional durante el desarrollo de este trabajo, por todo tu amor brindado en gran manera, TE AMO.

A mis suegros Samuel y Teresa, quienes confiaron en mí en todo momento, por su esfuerzo día con día para salir adelante, y por darme la oportunidad de conocer a la gran mujer que está a mi lado, gracias por su apoyo.

A mis cuñadas Paola y Lupita, gracias por su ayuda, comprensión y compañía, espero haber sido recíproco con ustedes de la misma forma, cuenten conmigo.

A mi familia, en especial a mis primos Juan, Gerardo, Omar y Adelfo, con quienes compartí demasiados momentos especiales y sobre todo divertidos, gracias por su alegría compartida y consejos.

A los seres queridos que ya no se encuentran entre nosotros, mi más profundo agradecimiento por todas sus experiencias brindadas y sus muestras de cariño.

A mis amigos y amigas que se convirtieron en parte esencial en esta travesía, Abigail, Abraham, Bordonave, Dafne, Fernanda, Gabriel, Isaac, Jorge, Josué, Monse, Mösson, Pamela y Tomás, gracias porque cada uno de ustedes tiene un espacio importante en mi vida, por su admirable amistad y apoyo incondicional a lo largo de mis experiencias en la licenciatura se han convertido en parte de mi familia.

A Benjamín, Abdiel, Irving, Renata y Araceli, por compartir con ustedes el “brutal ecology” en muchas ocasiones les deseo el mejor de los éxitos.

“Humanizar el carácter y hacerlo sensible, aún con los insectos que nos perjudican. Stern ha dicho a una mosca abriéndole la ventana para que saliese: Anda, pobre animal, el mundo es demasiado grande para nosotros dos.”

José De San Martín

CONTENIDO

	Pág.
I. RESUMEN.....	11
II. INTRODUCCIÓN.....	12
III. MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 Importancia de <i>Diaphorina citri</i> en la producción de cítricos.....	14
3.2 Taxonomía de <i>Diaphorina citri</i>	16
3.3 Biología de <i>Diaphorina citri</i>	16
3.4 Daños indirectos y directos.....	19
3.5 Métodos de control de <i>Diaphorina citri</i>	21
3.5.1 Control químico.....	21
3.5.2 Control biológico.....	24
3.6 Depredadores de <i>Diaphorina citri</i>	24
3.6.1 Familia Coccinellidae.....	25
3.6.2 Familia Chrysopidae.....	26
3.6.3 Familia Reduviidae.....	27
3.7 Parasitoides de <i>Diaphorina citri</i>	27
3.8 Cultura orgánica.....	28
IV. ANTECEDENTES.....	29
V. JUSTIFICACIÓN.....	31
VI. HIPÓTESIS.....	32
VII. OBJETIVOS.....	32
VIII.MÉTODO.....	32
8.1 Zona de estudio.....	32
8.2 Esfuerzo de muestreo.....	34
8.3 Muestreo de <i>Diaphorina citri</i>	35

8.4	Análisis estadístico	37
IX.	RESULTADOS	38
9.1	Abundancia de <i>Diaphorina citri</i>	38
9.2	Diferencias entre sistemas de manejo	40
9.3	Diferencias entre periodos de muestreos.....	40
9.4	Entomofauna y otros grupos asociados a <i>Diaphorina citri</i>	42
9.5	Enemigos naturales asociados a <i>Diaphorina citri</i>	42
9.6	Diversidad de artrópodos en diferente manejo agronómico	45
9.7	Correlación de Spearman.....	45
X.	DISCUSIÓN.....	47
XI.	CONCLUSIONES.....	52
XII.	REFERENCIAS	53

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Cítricos que se producen en el estado de Veracruz. A) naranja, B) limón, C) toronja, D) tangerina, E) mandarina y F) pomelo.	15
2. Ciclo de vida de <i>Diaphorina citri</i> (20-47 días).....	17
3. Huevos de <i>Diaphorina citri</i> (A), huevos ocultos en la yema terminal (B).....	17
4. Etapas ninfales de <i>Diaphorina citri</i>	18
5. Adulto de <i>Diaphorina citri</i> (A), genitalia (B) y ángulo formado en el espacio al alimentarse (C).....	19
6. Daños ocasionados por el HLB y su vector <i>Diaphorina citri</i> , A) ninfas de <i>D. citri</i> alimentándose, B) malformaciones en brotes, C) malformaciones en frutos, D) moteado en hojas.....	20
7. Secreciones azucaradas que benefician el desarrollo de fumagina.....	21
8. Controladores biológicos de <i>Diaphorina citri</i> de la familia Coccinellidae.....	25
9. Adulto de <i>Chrysoperla</i> (A) y larva de <i>Ceraeochrysa</i> (B).....	26
10. Adulto de <i>Zelus renardii</i>	27
11. Adulto de <i>Tamarixia radiata</i> parasitando a ninfa de <i>Diaphorina citri</i>	28
12. Ubicación de la zona de estudio.....	33
13. Climograma de la zona de estudio, Tlapacoyan, Veracruz.	33
14. Formato para entrevistar a los dueños de las huertas	34
15. Esquema de muestreo en cinco de oros	35
16. Promedio y desviación estándar de la abundancia de <i>Diaphorina citri</i> en cada fecha de muestreo para cada tipo de manejo.	39

17. Diagramas de caja y bigote que muestran las diferencias entre la abundancia de <i>D. citri</i> y los periodos de muestreo.	40
18. Diagrama de nodos que muestran las diferencias entre los periodos de muestreo del psílido.	41
19. Abundancia de artrópodos presentes en cultivos de naranja con diferente sistema en Tlapacoyan, Veracruz.	42
20. Larva de Chrysopidae	44
21. Larva de <i>Olla</i>	44
22. Huevos de <i>Chrysoperla</i>	44
23. Adulto de Reduviidae.....	44
24. Estadio larval de <i>Chrysoperla</i>	44
25. Valores del índice de Shannon (H') para cada sistema de manejo agronómico.....	45
26. Diagrama de dispersión del sistema agronómico orgánico	46
27. Diagrama de dispersión para el sistema agronómico convencional.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Principales países productores de cítricos en los años 2012/13 y 2014 (valores expresados en miles de toneladas).....	14
2. Algunos agroquímicos utilizados en México y prohibidos y/o restringidos en otros países.....	23
3. Características de las huertas estudiadas en Arroyo de Piedra, Tlapacoyan, Veracruz.....	38
4. Abundancia de <i>D. citri</i> recolectados durante el estudio.....	39
5. Diferencias en la abundancia de <i>Diaphorina citri</i> entre los periodos de muestreo.	41
6. Enemigos naturales de <i>D. citri</i> ordenados en grupos funcionales observados en campo y laboratorio.....	43

I. RESUMEN

El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemíptera: Psyllidae) representa una plaga de importancia mundial, principalmente por ser el vector del patógeno causante del Huanglongbing, una enfermedad devastadora de los cítricos que hasta la fecha no tiene cura. Actualmente todas las áreas citrícolas de México se encuentran afectadas por esta especie invasora, y la enfermedad continúa extendiéndose. El objetivo del presente trabajo fue determinar la incidencia de *D. citri* en dos huertas de naranja *Valencia* tardía con diferente sistema agronómico en la localidad de Arroyo de Piedra, perteneciente al municipio de Tlapacoyan, Veracruz. Se realizaron cinco muestreos en las dos huertas en los periodos de brotación, en marzo, junio y octubre de 2016, además de dos muestreos más en marzo de 2017. En cada sitio se monitorearon 50 árboles en los cuales se contabilizó la presencia de ninfas y adultos de *D. citri*, así como la presencia de enemigos naturales, por otra parte, se realizaron golpesos con una red entomológica sobre la vegetación asociada al cultivo, colectando los enemigos naturales que se encontraban forrajeando, infectando o alimentándose sobre las arvenses. Se observó una mayor abundancia del psílido durante la temporada de brotación “recia”, relacionada posiblemente con la producción de brotes al inicio de la primavera; además, se encontró que las características del paisaje rodeando las parcelas y la constitución de cada una, pudieron jugar un papel importante en la presencia del psílido. Solo se encontraron estados de ninfa y adultos de *D. citri* en el muestreo realizado en marzo de 2017 en ambas huertas a lo largo del periodo muestreado. En cuanto a los enemigos naturales asociados a *D. citri*, se detectó al parasitoide, *Tamarixia radiata*, y seis depredadores generalistas, *Crhysoperla* sp., *Ceraeochrysa* sp., *Chilocorus* sp., *Olla* sp., *Lyssomanes* sp., Reduviidae (posiblemente *Zelus* sp.), además de una especie forrajera de la familia Formicidae. Por último, no se encontró una correlación significativa entre la abundancia de artropodos y abundancia de *D. citri*.

Palabras claves: Depredadores, Huanglongbing, Parasitoide, Psílido asiático de los cítricos.

II. INTRODUCCIÓN

En México, la producción de cítricos representa una actividad socioeconómica de gran importancia dentro de la fruticultura, aproximadamente se cultiva una superficie de 549 mil hectáreas de las cuales, se obtienen anualmente alrededor de 7 millones de toneladas de fruta con un beneficio de más de 10,200 millones de pesos, lo cual coloca a México como el cuarto país en producción de cítricos en el mundo (Sánchez-Anguiano y Robles-García, 2011; Salcedo *et al.*, 2012).

Sin embargo, dicha actividad se encuentra gravemente amenazada tanto a nivel nacional como mundial por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB, Dragón Amarillo, reverdecimiento de los cítricos o greening), considerada por algunos autores como la más grave de las enfermedades de la citricultura (Hall, 2008). El vector responsable de la diseminación de esta enfermedad es el psílido asiático de los cítricos (PAC) *Diaphorina citri*, el cual está catalogado como plaga cuarentenaria que afecta a todas las especies de cítricos en el mundo (Halbert y Manjunath, 2004).

En nuestro país, las estrategias de control de *D. citri* se basan principalmente en la aplicación de insecticidas con acción de contacto, así como de acción sistémica, además de aceites derivados del petróleo (Sohail *et al.*, 2004). Esta práctica no es la mejor opción de control ya que puede generar muchos problemas colaterales, como la selección de insectos resistentes, disminución de las poblaciones de insectos benéficos, contaminación de agua y suelo, por esta razón, buscar e implementar formas de control alternativos es necesario. Una de estas propuestas ha sido generada por la agricultura orgánica (Michaud, 2004; Rogers y Stanley, 2006; Qureshi y Stansly, 2008).

Para la agricultura orgánica el control biológico es una alternativa viable dentro del contexto del manejo integrado de plagas, la acción de enemigos naturales permite disminuir tanto poblaciones de plagas como la aplicación de insecticidas en los cultivos (Araya *et al.*, 2004). *D. citri* tiene una gran diversidad de

enemigos naturales, entre los que destacan los parasitoides por su especificidad. Entre los cuales se tiene al encírtido *Diaphorencyrtus aligarhensis* y el eulófido *Tamarixia radiata*; este último considerado como uno de los parasitoides más eficientes para el control de esta plaga (Baeza-Nahed, 2008; González, *et al.*, 2008). Por otra parte, existen numerosos depredadores que atacan a *D. citri*; entre los más abundantes destacan algunos neurópteros de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa*; además de especies de coccinélidos de los géneros *Chilocorus*, *Harmonia*, *Olla* y *Cycloneda* (Cortez, *et al.*, 2010).

Por todo lo anterior, se puede indicar que las prácticas ligadas a la agricultura orgánica pueden ser importantes para el control de las poblaciones de *D. citri*, una de ellas es el manejo y diversificación de la flora arvense que se asocia a las huertas, debido a que la conservación de ciertos niveles de arvenses contribuye a disminuir las poblaciones de organismos fitófagos y aumentar las de los insectos benéficos (Altieri y Nicholls, 2003). Actualmente, se considera que la presencia de diferentes especies de arvenses dentro de los cultivos, tiene un profundo impacto en la composición e interacciones de la entomofauna del cultivo, a tal punto que los depredadores y parasitoides son más efectivos en los hábitats complejos. Los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia (CATIE, 1990).

Bajo estas consideraciones y con el apoyo del Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) de Suiza y el fondo de sostenibilidad COOP Suiza, se determinó, cómo el manejo agronómico orgánico resulta una estrategia alternativa de control, basada en el uso de los principios agroecológicos que aprovecha al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue determinar la incidencia de *D. citri* y sus enemigos naturales en huertos de naranja Valencia tardía con diferente manejo de arvenses (orgánico y convencional) en la comunidad “Arroyo de Piedra” de Tlapacoyan, Veracruz.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Importancia de *Diaphorina citri* en la producción de cítricos

A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar en producción de cítricos (Cuadro 1) (FAOSTAT, 2014). Actualmente, se cultivan alrededor de 560,145.63 Ha en el país; los estados con mayor producción en 2013 fueron: Veracruz, Michoacán, Tamaulipas, Colima y San Luis Potosí (SIAP, 2013). La superficie cítrica se encuentra bajo el sistema ejidal y comunal de 67 mil productores, distribuidos en 23 estados de la República Mexicana, que obtienen anualmente un poco más de 7 millones de toneladas de fruta, trayendo así un beneficio de más de 10,200 millones de pesos que se obtienen todos los años por la producción de cítricos (Sánchez-Anguiano y Robles-García, 2011).

Cuadro 1. Principales países productores de cítricos en los años 2012/13 y 2014 (valores expresados en miles de toneladas).

País	2012/13	2014
China	27770.0	29567.0
Brasil	18477.0	18966.0
Estados Unidos	11069.0	9394.0
México	7375.0	7503.0
España	5530.5	6512.6
Turquía	3678.0	3782.0
Italia	3597.6	3250.0

De manera particular, el estado de Veracruz cuenta con una superficie aproximada de 230 mil hectáreas destinadas a la producción de cítricos, aportando alrededor de 3 millones de toneladas de fruta, de las cuales el municipio

de Tlapacoyan aporta el 1% del total de la producción. De esta manera, el cultivo comercial de cítricos en México representa una buena opción para un gran número de productores, principalmente de las zonas tropicales (Nieto, 1998).

El estado de Veracruz se encuentra dividido en 212 municipios (INEGI, 2016) de los cuales 107 se dedican a la producción de cítricos; es el primer productor a nivel nacional con 3'103,633.35 tons. anuales, destacando por su producción la región de Tempache (624,029.99 ton), Martínez de la Torre (442,518.00 ton), Papantla (234,797.00 ton), Tihuatlan (209,995.00 ton) y Gutiérrez Zamora (128,417.00 ton).

La mayor producción de cítricos corresponde a naranja (1'982,951.78 ton; Figura 1A), limón (519,914.99 ton; Figura 1B) y Toronja (235,775.70 ton; Figura 1C). En menor proporción se producen Tangerina (Figura 1D), Mandarina (Figura 1E) y Tangelo (Figura 1F; SIAP, 2013), esto hace que se tenga una generación de empleos directos (70 mil) y empleos indirectos (250 mil) (SAGARPA, 2009).



Figura 1. Cítricos que se producen en el estado de Veracruz. A) naranja, B) limón, C) toronja, D) tangerina, E) mandarina y F) pomelo (Tomado de Google Imágenes).

No obstante, dicha actividad se encuentra gravemente amenazada tanto a nivel nacional

como mundial por el HLB, enfermedad considerada por algunos autores como la más grave de la citricultura (Hall, 2008). *Diaphorina citri* es el vector responsable de la diseminación de esta enfermedad y está catalogado como plaga cuarentenaria que afecta a todas las especies de cítricos en el mundo. Este insecto, es originario del sureste de Asia y tiene como principales hospederos

plantas de la familia Rutaceae. Fue descrito por primera vez en Taiwán en 1907, en recolectas realizadas en cítricos (Halbert y Manjunath, 2004). Se caracteriza por tener un ciclo de vida corto y fecundidad alta y dependiendo de las condiciones como temperatura y humedad, estos pueden eclosionar a los tres días en verano mientras que en invierno duran hasta 23 días (Mead, 1977).

3.2 Taxonomía de *Diaphorina citri*

- ❖ Phylum: Arthropoda
- ❖ Clase: Insecta
- ❖ Orden: Hemiptera
- ❖ Suborden: Sternorrhyncha
- ❖ Superfamilia: Psylloidea
- ❖ Familia: Psyllidae
- ❖ Género: *Diaphorina*
- ❖ Nombre científico: *Diaphorina citri* Kuwayama
- ❖ Nombre común: Psílido Asiático de los Cítricos

3.3 Biología de *Diaphorina citri*

Este insecto tiene un corto período de vida (20 a 47 días) y una alta fecundidad especialmente en áreas costeras calurosas (Figura 2). El número de generaciones por año varía de acuerdo a la ubicación geográfica del insecto, Aurambout *et al.*, (2009) han reportado de 9-16 en China, 6-11 en la India, de 8-9 en Taiwán y en la Florida de 9-10 generaciones por adulto. En México pueden presentarse de 10 a 12 generaciones al año, según se presenten las condiciones climáticas y variedades cultivadas (Díaz-Zorrilla, 2010). Tsai *et al.*, (2002) determinaron que el rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de la población de *D. citri* es de 25-28 °C.

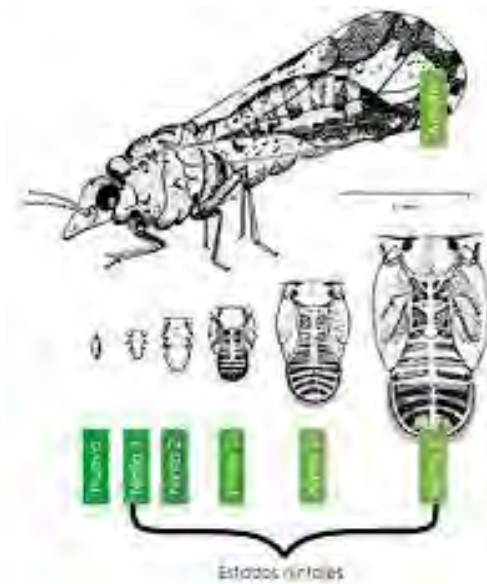


Figura 2. Ciclo de vida de *Diaphorina citri* (20-47 días) (Tomado de <http://www.ica.gov.co>).

Las hembras de *D. citri* sólo ovipositan en ramas tiernas y en la ausencia de éstas, cesan la oviposición temporalmente. Las hembras son capaces de ovipositar de 600 a 800 huevos en el transcurso de toda su vida. Los huevos recién puestos son de color amarillo mate y se tornan amarillo naranja a medida que se acerca el momento de la eclosión (Figura 3), tienen forma almendrada y son colocados en el brote joven, cuando está en fase de punta de lanza (Chiou, 1998; Etienne *et al.*, 2001 & Fernández y Miranda, 2005).



Figura 3. Huevos de *Diaphorina citri* (A), huevos ocultos en la yema terminal (B) (Tomado de INIFAP, 2013).

Posee cinco instares ninfales muy parecidos que varían en tamaño después de cada muda (Figura 4). En instar ninfal, la longitud varía desde 0.25 hasta 1.7 mm y generalmente son de color amarillo naranja (Tang y Su, 1984). Se alimentan exclusivamente de los brotes jóvenes, sobre todo los primeros tres instares, no presentan esbozos alares y la coloración es más intensa. En los dos últimos instares las ninfas migran hacia otros brotes jóvenes. Las ninfas mayores (cuarto y quinto estadio) presentan los esbozos alares, que aumentan su tamaño en dependencia de la edad (Fernández y Miranda, 2005). El último instar se caracteriza por poseer los esbozos alares de mayor tamaño.



Figura 4. Instares ninfales de *Diaphorina citri* (Tomado de SAGARPA ficha técnica de *Diaphorina citri*).

El desarrollo desde huevo hasta adulto requiere 25 días en promedio, así como una temperatura media de 25 °C. A causa de la corta duración del ciclo del desarrollo, pueden observarse rápidamente numerosas ninfas que dan lugar a los adultos, los cuales se presentan en una menor cantidad, en virtud de que se mueven hacia otros brotes para depositar sus huevos luego de la cópula y continuar la infestación.

De acuerdo con Robles y colaboradores (2011), los adultos son insectos chupadores de tamaño pequeño, que miden entre 3 a 4 mm de longitud, presentan alas moteadas de color café grisáceo y ojos rojizos (Figura 5 A). Los machos son ligeramente más pequeños que las hembras (2.7 mm de largo y 0.8 mm de ancho)

y con la punta del abdomen capitada (García-Pérez *et al.*, 2010). Se le puede observar posado en las nervaduras de las hojas tiernas o incluso maduras, inclinado en un ángulo aproximado de 45° sobre la superficie del tejido, en el que tienen insertado su estilete para alimentarse de la savia del árbol (Figura 5 C). Los adultos se caracterizan por ser saltadores y voladores, lo que les permite desplazarse a cortas distancias (Robles *et al.*, 2011).

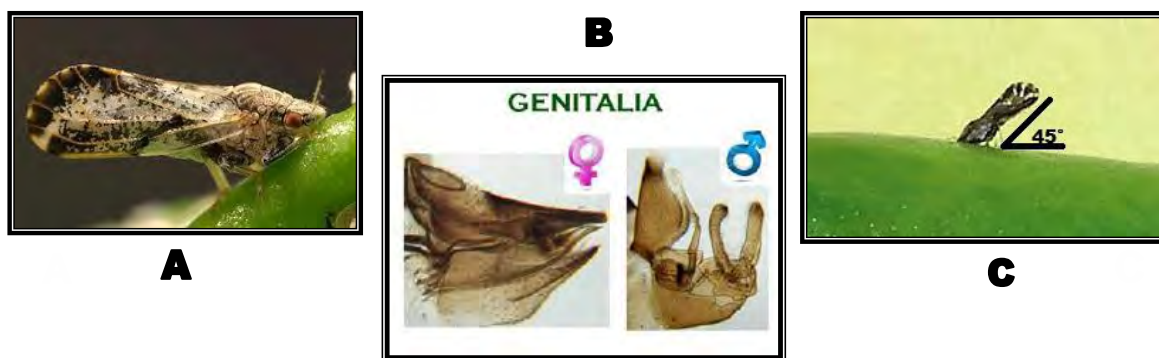


Figura 5. Adulto de *Diaphorina citri* (A), genitalia (B) y ángulo formado en el espacio al alimentarse (C) (Tomado de Preza, 2011).

Otro elemento a resaltar es que en los periodos de mayor brotación determinan la presencia de poblaciones altas de *D. citri*, ya que en los brotes tiernos es en donde completa su ciclo biológico (Sandoval-Rincon *et al.*, 2010).

3.4 Daños indirectos y directos

El daño más importante que causa *D. citri* es indirecto, ya que al alimentarse de la savia que circula por el floema en la planta, aloja al patógeno *Candidatus Liberibacter spp.*, organismo causal de la enfermedad Huanglongbing (Halbert, 1998) la cual se manifiesta con el moteado difuso en hojas, brotes amarillentos, pérdida de follaje, malformación de frutos con tendencia a caerse, reducción de la calidad del jugo, aumento en el nivel de acidez y con el tiempo la muerte de la planta (Figura 6 C, D) (Bassanezi *et al.*, 2009; Polek *et al.*, 2007).

El daño directo es causado por las ninfas y adultos debido a que extraen savia de las hojas y peciolas e inyectan toxinas ocasionando deformaciones de

brotos, caída del follaje y flores, además de un moteado en las hojas (clorosis), misma que puede confundirse con la carencia de zinc y marchites de los tallos (Timmer *et al.*, 2003) (Figura 6). Además, dado que los huevecillos son puestos en las partes más ocultas de la yema terminal, las larvas de primer estadio se alimentan en esa zona causando la muerte de la yema apical, lo cual trunca el crecimiento normal de las ramas de los árboles (Gallo *et al.*, 1988).

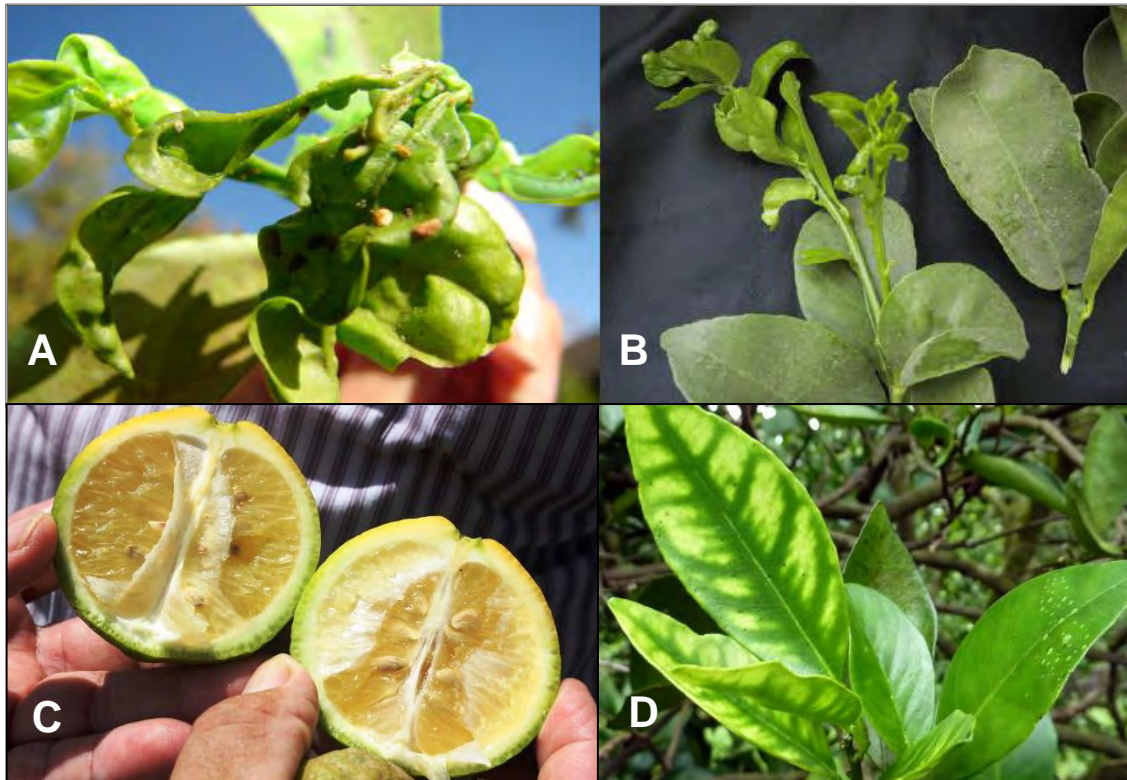


Figura 6. Daños ocasionados por el HLB y su vector *Diaphorina citri*, A) ninfas de *D. citri* alimentándose, B) malformaciones en brotes, C) malformaciones en frutos, D) moteado en hojas (Tomado de Google Imágenes).

Durante la alimentación de las ninfas es común observar secreciones cerosas de color blanco (Figura 7) que son un signo que facilita la detección de la plaga. A la temperatura ideal señalada anteriormente, transcurren 15 días para completar los cinco instares ninfales (Chiou, 1998; Etienne, 2001). En el lapso de su desarrollo, se mueven lentamente sobre la planta hospedante dejando como

huella sustancias cerosas que excretan por su estructura anal, lo cual favorece el crecimiento de la fumagina (Tamayo, 2007) que es una patología producida por el desarrollo de un hongo del género *Capnodium* el cual forma una película de color negro en la superficie de las hojas que dificulta el proceso fotosintético, inhibe el intercambio gaseoso y transpiración al ocluir los estomas, por lo que las infestaciones severas de fumagina retardan el crecimiento, floración, reducen el potencial productivo de la planta, así como la estética del fruto (Mata y Mosqueda, 1995).



Figura 7. Secreciones azucaradas que benefician el desarrollo de fumagina (Tomado de Google Imágenes).

3.5 Métodos de control de *Diaphorina citri*

3.5.1 Control químico

El control químico de *D. citri*, se basa en el uso de insecticidas con acción de contacto, así como los de acción sistémica. Los insecticidas de contacto eliminan a la plaga solamente el día de su aplicación, siempre y cuando el producto tenga contacto con el cuerpo del insecto, en alguno de los estados de ninfa o adulto, así como la concentración del producto sea la adecuada. Para la obtención de buenos resultados es necesario el buen cubrimiento del árbol para alcanzar al mayor número de insectos durante la aplicación (Robles *et al.*, 2011).

Algunos insecticidas, además de la acción de contacto, tienen acción sistémica, su efecto se prolonga hasta por 20-30 días después de la aplicación. Este comportamiento se debe a que después de su aplicación penetran en la planta y se mantienen activos dentro de las hojas y tallos, eliminando de esta manera los insectos que llegan para alimentarse en los árboles tratados. También se eliminan las ninfas que emergen de los huevecillos en los días posteriores a la aplicación (Robles *et al.*, 2011).

Después de la aplicación de alguno de los insecticidas o productos alternativos utilizados para el control de poblaciones de *D. citri*, es probable que se afecte las poblaciones de insectos benéficos como aquellos que son agentes de control biológico, ya sea por el efecto directo de los productos sobre ellos o la eliminación de otros insectos que forman parte de su dieta, en el caso de los depredadores (Robles *et al.*, 2011).

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

En nuestro país, las estrategias de control de *D. citri* se basan principalmente en la aplicación de insecticidas con acción de contacto, así como de acción sistémica, además de aceites derivados del petróleo. Algunos insecticidas probados en México sobre *D. citri* cuentan con una eficiencia de control superior al 80% y una residualidad variable de 7 a 35 días en campo. No obstante, la residualidad del producto depende de las condiciones del ambiente, así como de la fenología de la planta. Los insecticidas recomendados con mayor potencial para reducir las poblaciones de *D. citri* son endosulfán, dimetoato, metamidofos, ometoato, imidacloprid, aldicarb, clorpirifos, malatión, bifentrina y fenpropatrin (Sohail *et al.*, 2004; Cortez *et al.*, 2010). Muchos de ellos prohibidos en otros países. Lamentablemente, la legislación en nuestro país está

desactualizada desde hace más de 10 años y algunos de estos productos se siguen utilizando en el control de las poblaciones de las plagas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Algunos agroquímicos utilizados en México y prohibidos y/o restringidos en otros países.

Agroquímico	Tipo	Países en los que está prohibido	Países en los que está restringido	Razones de su restricción y/o prohibición	Cultivos donde se emplea
Endosulfán	Insecticida	Belice, Filipinas, Singapur, Colombia, Suecia, Nueva Zelanda	Canadá, Dinamarca, Dominica, Finlandia, Holanda, Noruega, Venezuela, Yugoslavia.	Toxicidad aguda. Sometido a regulación internacional OSPAR. Es un neurotóxico agudo para insectos y mamíferos, incluyendo a los humanos. Es uno de los plaguicidas considerados como la docena sucia, catalogado como sustancia peligrosa prioritaria en aguas superficiales en Europa. Además, es un alterador endócrino, categorizado por la OMS como moderadamente tóxico	En México, el endosulfán está autorizado en 20 cultivos, entre los cuales están el maíz, algodón, frijol, cítricos, diversas hortalizas y café
Metamidofos	Insecticida	Brasil, Unión Europea, China, Kuwait, Libia, Uruguay, Ecuador, República Dominicana, Indonesia	Bangladesh, India, Estados Unidos, Guatemala, Belice, China, Sri Lanka	Toxicidad aguda. Según la clasificación del Convenio de Rotterdam éste es extremadamente peligroso. De acuerdo con la OMS, es altamente peligroso. Es uno de los plaguicidas en la docena sucia	Chía, cítricos, jitomate, papa, pepino, chile, sandía y soya, algodón, col, col de Bruselas, berenjena, brócoli, tabaco, melón
Malatión	Insecticida	Brasil, Unión Europea, China, Kuwait, Libia, Uruguay, Ecuador, República Dominicana, Indonesia	Unión Europea	Toxicidad aguda. Considerado cancerígeno, mutagénico, teratogénico, hepatotóxico, neurotóxico, dañino para la vista, perjudicial para el sistema reproductor y ecotóxico.	Fresa, manzana, naranja, higos, moras, arándano.

(Tomado de: lista de plaguicidas prohibidos y lista de plaguicidas en vigilancia en: <https://www.utz.org>)

Como ya se mencionó con anterioridad esta práctica no es la mejor opción de control ya que puede generar muchos problemas colaterales, como la selección de insectos resistentes, disminución de las poblaciones de insectos benéficos,

contaminación de agua y suelo, por esta razón, buscar e implementar formas de control alternativos es necesario, de allí que el control biológico pueda ser una mejor opción (Michaud, 2004; Rogers, 2006; Qureshi y Stansly, 2008).

3.5.2 Control biológico

El control biológico es una alternativa asequible dentro del contexto del manejo integrado de plagas, la acción de enemigos naturales permite disminuir tanto poblaciones de plagas como la aplicación de insecticidas en los cultivos (Araya *et al.*, 2004).

Van den Bosch *et al.* (1982) reconoce la expresión “control biológico” en dos situaciones 1) la introducción de los enemigos naturales por el hombre y el manejo que éste hace de ellos para controlar las plagas, al que llaman “control biológico aplicado”, y 2) el control espontáneo en la naturaleza, sin la intervención del hombre, que denominan “control biológico natural”. En este último, el control biológico constituye un fenómeno ecológico en el cual las plantas y los animales son regulados por la acción de sus enemigos naturales (agentes bióticos de mortalidad) y representa uno de los principales componentes del control natural que mantiene a todas las especies vivientes en un estado de equilibrio con sus ambientes.

3.6 Depredadores de *Diaphorina citri*

Existen numerosos depredadores que atacan poblaciones de *D. citri*; por lo general los más abundantes son algunas especies de crisopas de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa*, además de coccinélidos (Cortez, *et al.*, 2010; López-Arroyo, 2010); como la catarinita gris *Olla v-nigrum* (Mulsant), señalada por presentar un elevado potencial para suprimir poblaciones de la plaga (Michaud, 2004). Otros enemigos naturales asociados a *D. citri* corresponden a los órdenes Neuroptera (Chrysopidae), Diptera: (Syrphidae), Hemiptera (Reduvidae) y Aranae (arañas).

3.6.1 Familia Coccinellidae

Las catarinas se encuentran en forma nativa en diversas áreas agrícolas, los adultos y las larvas se alimentan principalmente de diferentes especies de pulgones, pero depredan también huevecillos o estados inmaduros de otros insectos, ácaros, esporas y material vegetativo cuando el alimento es escaso (Nordlund y Legaspi, 1994).

El comportamiento y los hábitos de los insectos varían de especie a especie, cada una de ellas presentan atributos y características propias (Rodríguez, 1999). Para el caso de *Cycloneda sanguínea* L. es un depredador eficiente como agente de control biológico por su voracidad, respuesta funcional, respuesta numérica y la preferencia por la presa. Todos estos factores están relacionados con la alimentación y la temperatura, el estadio y la presa ingerida, así como el alimento ofrecido pueden influir en la duración y viabilidad de los estados inmaduros y en el tamaño del cuerpo de este coccinélido.

En México se han identificado 17 géneros y 15 especies de coccinélidos presentes prácticamente en todas las zonas productoras de cítricos; Veracruz y Tamaulipas han sido los estados de mayor número de registros con siete y cinco, respectivamente. Las especies reportadas con mayor frecuencia son *Olla v-nigrum*, *Cycloneda sanguínea*, *Harmonia axiridis*, *Chilocorus cacti* e *Hippodamia convergens* (Figura 8) (Lomelí-Flores, et al., 2010).

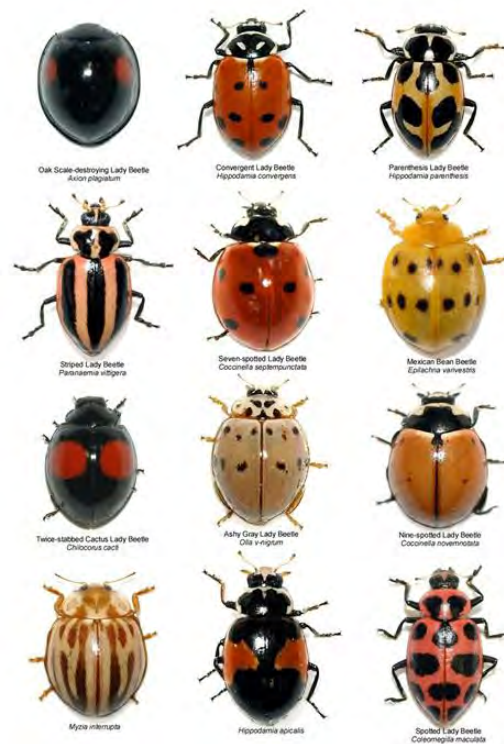


Figura 8. Controladores biológicos de *Diaphorina citri* de la familia Coccinellidae (Tomado de Google Imágenes).

3.6.2 Familia Chrysopidae

Las especies de la familia Chrysopidae son insectos de tamaño mediano (6.5-35 mm de longitud de las alas), de color verde a café claro, ojos verdes o dorados y con una longitud de antenas variable (0.5-2 veces la longitud del ala interior) los crisópidos son los insectos más abundantes del orden Neuroptera (Adams y Penny 1987). Aspök *et al.*, (1980) y Borror *et al.*, (1989) indican que Chrysopidae es la segunda familia más grande del orden Neuroptera, con alrededor de 1300 especies reconocidas actualmente, agrupadas en 92 géneros y 3 subfamilias: Aochrysinæ, Chrysopinæ y Nothochrysinæ (Brooks y Barnard, 1990).



Figura 9. Adulto de *Chrysoperla* (A) y larva de *Ceraeochrysa* (B) (Tomado de Google Imágenes).

Chrysopidae es una de las familias de entomófagos más importantes del orden Neuroptera, debido a que 15 géneros presentan especies con potencial como agentes de control biológico, entre estos, destaca *Ceraeochrysa* (Figura 9) (New 2001; López-Arroyo *et al.*, 2003). La voracidad de sus larvas las ha convertido en uno de los agentes de control biológico más favorecidos en cultivos agrícolas (Oswald, 2002). Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos tales como áfidos, cóccidos, mosquitas blancas y otros insectos

de cuerpo blando que se localizan en el follaje (Adams y Penny, 1987; Arredondo, 2000).

3.6.3 Familia Reduviidae

El género *Zelus* 1803, es uno de los géneros más diversificado de la familia Reduviidae en las regiones Neártica y Neotropical (Maldonado-Capriles, 1990; Schuh y Staler, 1996). Se han catalogado cerca de 60 especies, de las que nueve se citan para los E.E.U.U., Canadá y norte de México (Hart, 1986). Muchas especies presentan un área de distribución restringida, no obstante, *Z. longipes*, *Z. renardii*, *Z. nugax* y *Z. tetracanthus* (Figura 10), tienen una amplia distribución en gran parte de América (Hart, 1972; Maldonado-Capriles, 1990).



Figura 10. Adulto de *Zelus renardii* (Tomado de Google Imágenes).

Las especies de *Zelus* son diurnas y se capturan con frecuencia con red entomológica sobre hierbas, arbustos, árboles pequeños y plantas cultivadas. Se caracterizan por emboscar a sus presas, a las que localizan visualmente y con sus patas delanteras que están cubiertas con una sustancia pegajosa, las capturan (Awan *et al.*, 1989).

3.7 Parasitoides de *Diaphorina citri*

Michaud (2004), indica a dos parasitoides primarios de *D. citri*, *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae). Estos parasitoides se caracterizan porque las hembras ovipositan sus huevos en los primeros instares de *D. citri*, donde se desarrollan hasta emerger en el último instar.

En México se reportó la presencia de *Tamarixia radiata* en agosto de 2003, en el estado de Tamaulipas, atacando a *D. citri* en hojas de lima mexicana (Coronado *et al.*, 2003). Este parasitoide posee la habilidad de adaptarse a diferentes condiciones del ambiente, por lo que se ha dispersado por sí mismo en todas las regiones citrícolas del país.

Baeza-Nahed (2008), indica que *T. radiata* (Figura 11) se desarrolla como un ectoparasitoide idiobionte, es decir se alimenta del exterior del insecto en ninfas del tercer al quinto instar. Al eclosionar las larvas de *T. radiata* succionan la hemolinfa de su hospedero y terminan su desarrollo en el huésped. El periodo de vida es más corto para los machos que para las hembras.



Figura 11. Adulto de *Tamarixia radiata* parasitando a ninfa de *Diaphorina citri* (Tomado de Google Imágenes).

3.8 Cultura orgánica

En la actualidad, la tendencia mundial por consumir alimentos de orígenes naturales u obtenidos mediante producción orgánica ha abierto un campo de oportunidad para los agricultores, sobre todo para los pequeños, quienes pueden mejorar en forma sustancial su ingreso al incorporar un valor de producción ligado al respeto por la naturaleza e inocuidad de la comida. En este sentido, la agricultura orgánica plantea la posibilidad de sostener una relación más amigable con el ambiente ya que promueve la conservación de la biodiversidad y el suelo, uso adecuado del agua, además que busca prescindir del uso de plaguicidas, productos de síntesis química y transgénicos, (SAGARPA, 2009).

El mercado global de cítricos orgánicos certificados (frescos y en jugo) es reducido y la producción corresponde a menos de 1 % de la producción mundial de cítricos. Los principales mercados para estos productos son la Comunidad

Europea y los Estados Unidos. Se espera que el consumo de cítricos orgánicos se eleve en forma sostenida en los países desarrollados durante los próximos años, situación que redundaría en interesantes oportunidades de exportación (Liu, 2003). Según este autor, para ese año, los principales proveedores de cítricos orgánicos frescos a Estados Unidos fueron: México (naranjas y limas), Honduras (limones), Guatemala, Brasil (naranjas) y Sudáfrica (naranjas y pomelos).

Hasta el año 2008, la superficie agrícola destinada para la producción orgánica en México era de 397,220 ha, de las cuales el cultivo de cítricos aportaba 3,201 ha (SAGARPA, 2009). Sin embargo, la mayor parte de la producción agrícola y pecuaria en México y en el mundo se realiza en forma convencional guiada por la modernización y en el caso de las plantas, generalmente en forma de monocultivos, donde los principios ecológicos han sido ignorados o desestimados y, en consecuencia, estos sistemas agrícolas modernos se tornan inestables. Los desequilibrios se manifiestan como brotes recurrentes de plagas, enfermedades e invasión de plantas nocivas (malezas) en los campos de cultivo, además de la salinización y erosión del suelo, contaminación del agua y otros problemas ambientales. Lo anterior es una clara muestra de que la estrategia de producción agrícola moderna y el control de plagas y enfermedades que se basa en la utilización de pesticidas y otros agroquímicos están llegando a su límite.

IV. ANTECEDENTES

En Cuba, se realizó un inventario de enemigos naturales de *D. citri* en *Murraya paniculata*, limón persa, naranjo Valencia, naranjo agrio y mandarino, identificándose a seis depredadores que son: *Cycloneda sanguinea* (L) *Chilocorus cacti* (L), *Exochomus cubensis* Dimn y *Scymnus distinctus* Casey (Coleoptera: Coccinellidae: *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) y *Ocyrtamus* sp (Diptera: Syrphidae). Los porcentajes de depredación de estos insectos en huevos de *D. citri* estuvieron entre 33.3% y 41.4 %, pero la presencia de estos enemigos naturales es esporádica, con dependencia de altos niveles de población de *D. citri*, comportamiento que responde a su condición de especies generalistas, debido a que se alimentan de diferentes grupos de insectos sin preferir una especie en

particular, no obstante se observó alimentándose con mayor frecuencia del psílido, a *Cycloneda sanguinea*, *Chilocorus cacti* y *Exochomus cubensis* (González *et al.*, 2003).

En la región citrícola de Cazes, Veracruz, se realizó un estudio en tres plantaciones sobre la fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* y enemigos naturales asociados, demostrando que la mayor infestación del psílido se registró en naranja Mars, en la segunda semana de marzo y mostró una relación positiva con la abundancia de los brotes. En cuanto a los enemigos naturales de *D. citri* se recolectó el parasitoide *Tamarixia radiata* y a los depredadores *Olla v-nigrum*, *Armonia oxyridis*, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* y *Chilocorus cacti*, además, en todos los muestreos se recolectaron adultos infectados por hongos entomófagos, aunque no mencionan el taxón específico (Ortega *et al.*, 2010).

Aguilar y colaboradores en 2011 estudiaron la dinámica poblacional de *D. citri* en arboles de toronja variedad Rio Red en el municipio de Paso de Oveja, Veracruz, en el periodo de mayo de 2010 a octubre de 2011, donde las condiciones ambientales favorecieron el desarrollo del psílido, con picos poblacionales aislados que coincidieron con el periodo de brotación de los árboles, sin embargo, la mayor cantidad de adultos se registraron en trampas amarillas. Los enemigos naturales se presentaron todo el año, aunque en baja abundancia; siendo un indicador de la adaptación ecológica con respecto a la plaga.

En Morelos, México, Sosa *et al.*, (2011), realizaron un muestreo para determinar la fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* de manera visual en tres huertas de cítricos (dos con lima persa y una con naranja valencia), en el periodo de abril a octubre del 2011. De los 3600 brotes observados se recolectaron 524 ninfas y 7202 adultos en total, con una variación entre ellos entre huerta de 0.08-0.2 y 0.9-4.05, respectivamente; dejando a discusión el efecto de: la precipitación, especie de hospedero y edad de la plantación en la abundancia del psílido.

Ortega *et al.*, (2012), evaluaron la abundancia estacional del *D. citri*, en plantaciones de cítricos en la región de Cazones durante el periodo de febrero de 2010 a febrero de 2012 registrando quincenalmente adultos de *Diaphorina citri* en trampas amarillas, así como la presencia de huevos, ninfas, y la de enemigos naturales en los brotes. Las poblaciones del psílido se presentaron durante todo el periodo de estudio detectando picos poblacionales en febrero, marzo, abril y julio; mostrando una relación positiva con respecto a la abundancia de los brotes y estos a su vez con la temperatura y precipitación. Durante el estudio los enemigos naturales no fueron un factor determinante en la regulación de la población del psílido.

V. JUSTIFICACIÓN

El aumento de la incidencia de plagas y enfermedades se relaciona experimentalmente con la expansión de los monocultivos a expensas de la diversidad vegetal local, la cual es un componente esencial del paisaje que proporciona servicios ecológicos claves para asegurar la protección de los cultivos (Altieri y Letourneau, 1982).

Hoy en día, el consumo de productos orgánicos ha aumentado considerablemente, por lo cual se ha hecho atractivo a los productores desarrollar esta forma de producción, sin embargo, para la obtención de una certificación orgánica es necesario que cumplan con ciertas normas, de tal manera que se pueda trabajar en armonía con el ambiente, por lo tanto, es necesaria una estrategia que se base en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. En este sentido, actualmente el control biológico de plagas, así como el manejo y diversificación de la flora arvense que se asocia a las huertas se consideran piezas fundamentales e indispensables en cualquier estrategia de agricultura sostenible con base agroecológica.

VI. HIPÓTESIS

La incidencia de *Diaphorina citri* será menor en huertas con manejo orgánico, pues en ésta se promueve la complejidad estructural y la biodiversidad.

VII. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar y comparar la incidencia de *Diaphorina citri* y sus enemigos naturales en huertas de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) con diferente manejo (orgánico y convencional) en Tlapacoyan, Veracruz.

Objetivos particulares

Determinar la incidencia de *Diaphorina citri* en huertas de naranja con diferente sistema agronómico, coincidiendo con la época de brotación.

Registrar la entomofauna presente en la época de brotación “primaria”.

Identificar los enemigos naturales de la entomofauna observada y recolectada en campo.

Determinar la diversidad alfa de la entomofauna presente en cada huerta.

Determinar la relación entre la abundancia de *Diaphorina citri* y la entomofauna presente en cada sistema, durante el periodo de brotación primaria.

VIII. MÉTODO

8.1 Zona de estudio

El estudio se desarrolló en el centro del estado de Veracruz en la comunidad Arroyo de Piedra, del municipio de Tlapacoyan en Veracruz, la zona de estudio se ubicó en las coordenadas 20° 03' 59.61" latitud norte y 97° 08' 2.79" longitud oeste a una altitud de 430 m (Figura 12).



Figura 12. Ubicación de la zona de estudio (Tomado de: INEGI, 2016).

El clima de la región es cálido húmedo (Cs) con una temperatura promedio que oscila de 20°C a 22°C y una precipitación media anual de 1000 mm (Figura 13). Su suelo es de tipo luvisol, caracterizado por la acumulación de arcilla en el subsuelo siendo susceptible a la erosión, empleado en la agricultura y ganadería. Se cultiva maíz de ciclo corto y otras especies permanentes, de estos últimos destacan los cítricos (tercer lugar estatal en producción de limón), plátano y café (INAFED, 2013).

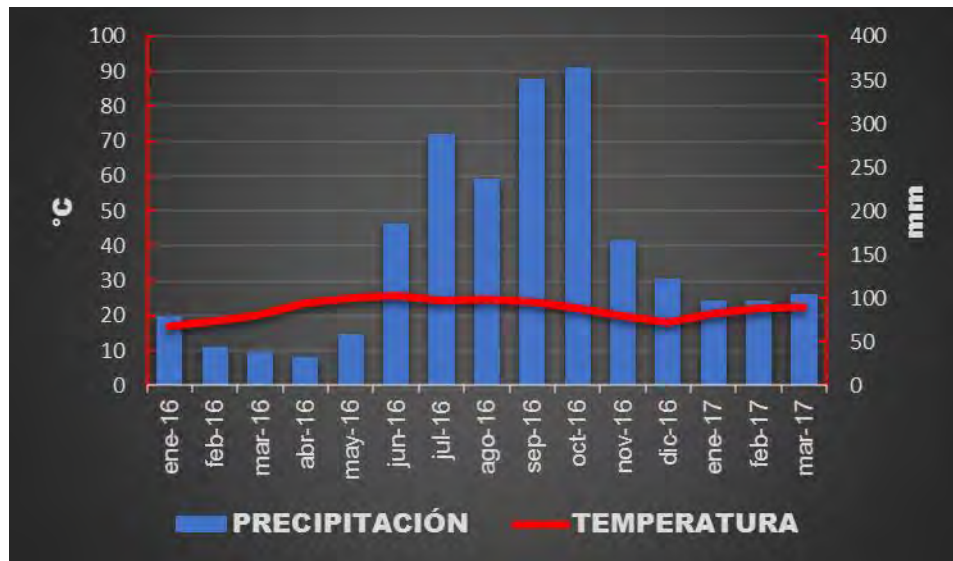


Figura 13. Climograma de la zona de estudio, Tlapacoyan, Veracruz (Tomado CONAGUA, 2017).

Se seleccionaron dos huertas de Naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) en el periodo de marzo 2016 a marzo 2017; estas pertenecen a distintos propietarios y las prácticas agrícolas empleadas variaron dependiendo de cada uno, por lo tanto, se elaboró un formato (Figura 14) para entrevistar a los dueños de las huertas, esto, con el fin de conocer el tipo de manejo, considerando, aplicación de agroquímicos, deshierbe, marco de plantación, edad y variedad de los árboles.

Huerta:	Propietario:			Fecha:
Variable de manejo	Especificaciones			
¿Qué especie(s) cultiva?				
¿Qué había antes del cultivo?				
¿Cuál es la extensión de la huerta?				
¿Qué edad tienen los árboles?				
¿En qué periodos hay brotación?				
¿Qué marco de plantación utilizó?	Distancia entre naranjos		Distancia entre hileras	
¿Aplica agroquímicos?	Tipo	Cantidad	Fecha	Extensión de cobertura
¿Cómo es el manejo de arvenses?	Manual		Mecánico	
¿Realiza actividades de poda?				

Figura 14. Formato para entrevistar a los dueños de las huertas.

8.2 Esfuerzo de muestreo

El método de muestreo se adaptó de Rendón (1994); Márquez (2005) y Setamou y colaboradores (2008). En cada huerta de 6 ha aproximadamente, se ubicaron cinco puntos de muestreo (método de cinco de oros) (Figura 15) uno en cada vértice del terreno y un punto central de 24 m X 64 m obteniendo una superficie total de muestreo de 7680 m², método apropiado para realizar inferencias generalizadas de poblaciones en superficies iguales o menores a 10 Ha, cuando se conoce la forma de la parcela. En cada huerta se seleccionaron al azar por punto de muestreo, 10 árboles de naranja, para esto, se asignó un número a cada árbol, posteriormente, se elaboraron papeles con los números y se depositaron en una bolsa, por último, se extrajeron 10 papeles y se procedió a muestrear los árboles obtenidos; en ellos se ubicaron 10 brotes tiernos por fecha de recolecta en cada predio.

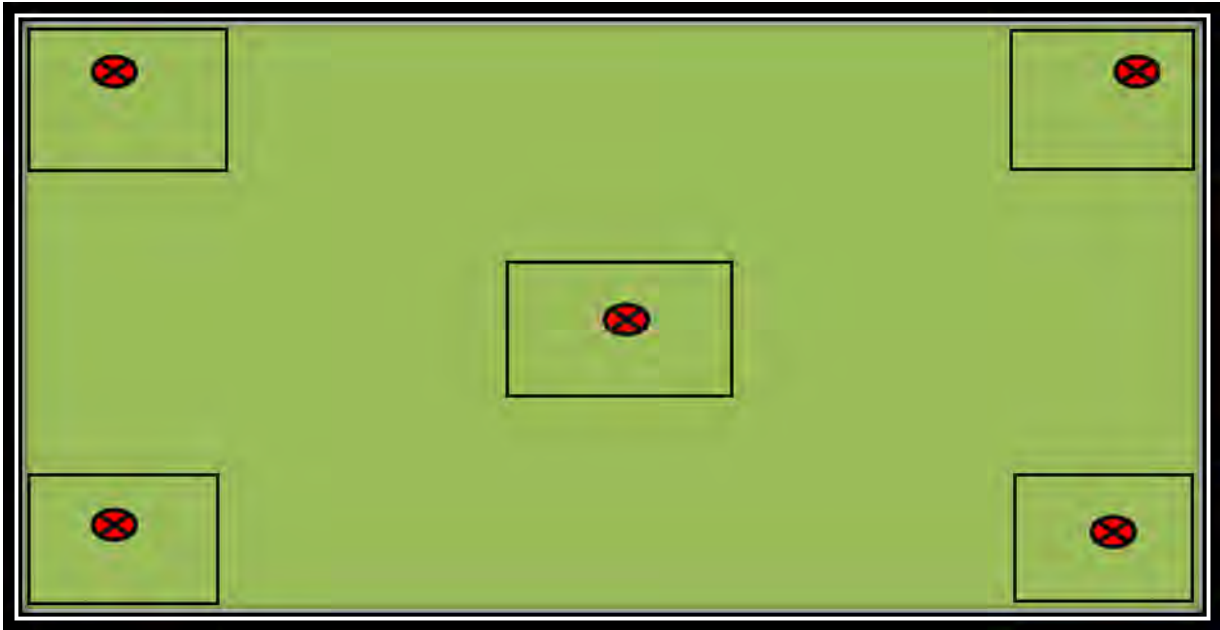


Figura 15. Esquema de muestreo en cinco de oros

8.3 Muestreo de *Diaphorina citri*

Se revisaron 500 brotes tiernos al azar, entre 5 cm y 10 cm, de los árboles seleccionados en cada huerta, tomados a una altura aproximada de 1.70 m, procurando abarcar la circunferencia total del árbol, con ayuda de una lupa de 20 X se revisaron minuciosamente los brotes seleccionados, hojas (haz y envés) y en los tallos. Se contabilizaron los adultos del psílido presentes, registrándolos en una bitácora para su posterior análisis. Cuando se encontraron brotes infestados con estados ninfales, se cortaron los brotes desde la base para su conteo en laboratorio; éstos se envolvieron en hojas absorbentes y se almacenaron en bolsas de papel estraza. Así mismo, con la ayuda de un aspirador entomológico se capturaron algunos ejemplares adultos, depositándolos en viales con alcohol al 70% para su revisión y registro fotográfico en laboratorio (Setamou *et al.* 2008). Por último, se revisó la presencia de artrópodos que estuvieran forrajeando, parasitando o depredando a *D. citri*, presentes en las ramas de los árboles de naranja, registrándolo ya sea fotográficamente o capturándolos, preservándolos en frascos con alcohol al 70%.

Además de la recolecta de los artrópodos sobre los árboles, se realizaron golpes sobre las arvenses debajo del follaje del árbol seleccionado con ayuda de una red entomológica, con el fin de poder determinar la presencia de *D. citri* y la asociación de estos tipos de hábitat como posible fuente de enemigos naturales presentes dentro del cultivo y también para detectar otros que no se encontraran reportados en la literatura (Márquez, 2005). Las muestras obtenidas se llevaron al laboratorio para separar los insectos de las hojas que se desprendieron de la vegetación al momento del golpeo sobre las arvenses, separando los insectos de mayor tamaño primeramente y utilizando cernidores para obtener los de menor tamaño. La entomofauna recolectada se depositó en frascos de plástico con alcohol al 70% para su preservación. Finalmente, con ayuda de un microscopio estereoscópico y literatura taxonómica especializada (Domínguez, 1990) los insectos fueron separados por órdenes y con la ayuda del Dr. Alejandro Pérez Panduro, académico del Colegio de Postgraduados Montecillo se clasificaron en grupos representativos como controladores biológicos, ya sea por ser forrajeros, parasitoides o depredadores potenciales del psílido.

Se determinó la abundancia de la entomofauna, así como la diversidad alfa con el índice de equidad de Shannon-Wiener evaluada por software PAST, este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. El índice de H aumenta a medida que: 1) aumenta la riqueza (No. De especies) y 2) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies. La diversidad es cero cuando sólo se tiene una especie y, cuando hay dos o más especies es máxima si todas las especies tienen el mismo número de individuos. La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde:

- p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- n_i = número de individuos de la especie i
- N = número de todos los individuos de todas las especies

Todos los insectos recolectados fueron etiquetados con sus datos de recolecta: municipio, localidad, manejo de la huerta, número de cuadrante y árbol, fecha y recolector y se depositó una porción en la colección Coleopterológica (CCFES-Z) de la FES Zaragoza y el resto se destinó para su determinación a la Colección Entomológica del Colegio de Postgraduados campus Montecillo.

8.4 Análisis estadístico

Se procesaron los datos obtenidos con ayuda del paquete estadístico IBM SPSS 20 (Statistical Package for the Social Sciences). Se utilizaron pruebas no paramétricas debido a que los datos no presentaron una distribución normal según la prueba de Kolmogorov- Smirnov, así mismo la prueba de Levene mostro una desigualdad entre las varianzas, incumpliendo los supuestos necesarios para utilizar pruebas paramétricas. Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para comparar si existen diferencias entre sistemas de producción (orgánico vs convencional) para cada periodo, así mismo, se utilizó la prueba Kruskal-Wallis para conocer si existen diferencias entre cada fecha de muestreo y se elaboró un diagrama de nodos para ver gráficamente las diferencias entre cada fecha de muestreo. Con los datos de abundancia de *D. citri* y de la entomofauna asociada en cada huerto, se realizó una correlación de Spearman para conocer la relación que existe entre estos dos parámetros, de acuerdo a cada tipo de manejo.

IX. RESULTADOS

Las huertas estudiadas tienen un manejo agronómico diferente (cuadro 3); se ubican adyacentes, con clima y tipo de suelo iguales y en una altitud de entre 134 y 141 m. En ambas huertas el manejo no es constante, ya que los productores deciden la actividad cultural en función de los factores ambientales y sus recursos económicos.

Cuadro 3. Características de las huertas estudiadas en Arroyo de Piedra, Tlapacoyan, Veracruz.

Huerta	Superficie (Ha)	Sistema de cultivo	Marco de plantación	Manejo de arvenses	Manejo de plagas
Orgánico	6	Monocultivo	Tres bolillos 6 X 6 m	Limpia manual con chapeadora. Sin uso de herbicidas.	Sin aplicación de insecticidas
Convencional	6	Monocultivo	Tres bolillos 6 X 6 m	Limpia manual y con chapeadora. Con uso de herbicidas: FAENA® y DESMONTE 4EB®	Aplicación de TROMPA®, para el control de la hormiga arriera.

9.1 Abundancia de *Diaphorina citri*

El psílido estuvo presente en cada fecha de muestreo, la fluctuación poblacional fue distinta entre cada periodo (Figura 16), se observó una abundancia baja para el año 2016, para cada fecha y cada tipo de manejo respectivamente, sin embargo, para marzo del año 2017 la abundancia del psílido incremento en ambas huertas y en ambas fechas, por otro lado, la proporción entre los sistemas de producción aumentó en los meses de junio y octubre en comparación a los meses de marzo de ambos años como se puede ver en el cuadro 4.

Cuadro 4. Abundancia de *D. citri* recolectados durante el estudio

Fecha	Orgánico	Convencional	Proporción
26/03/16	68	454	1: 6.67
11/06/16	16	360	1: 22.5
15/10/16	1	24	1: 24
04/03/17	763	4806	1: 63
18/03/17	639	5305	1: 83

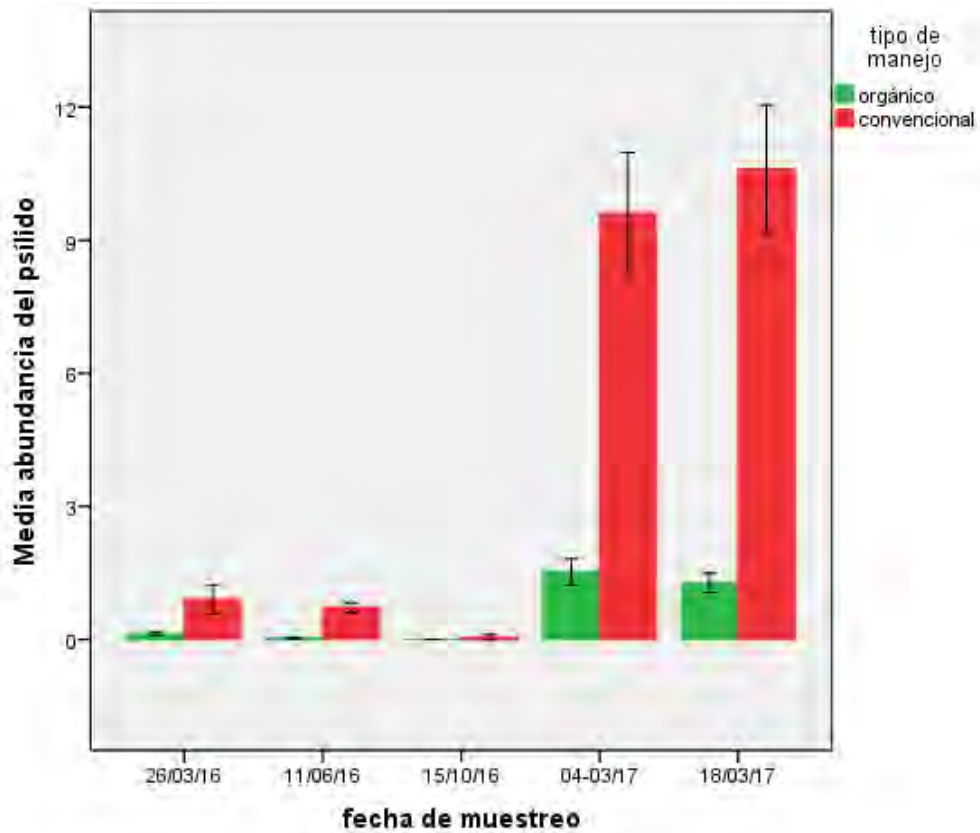


Figura 16. Promedio y desviación estándar de la abundancia de *Diaphorina citri* en cada fecha de muestreo para cada tipo de manejo.

9.2 Diferencias entre sistemas de manejo

De acuerdo a la prueba de U de Mann-Whitney, se presentaron diferencias significativas en su frecuencia (en la abundancia de *Diaphorina citri*) entre cada sistema empleado. En cada periodo de muestreo la abundancia del psílido fue mayor en la huerta convencional en comparación a la huerta orgánica, 26/03/16 (Z= -5.669, P < 0.05), 11/06/16 (Z= -14.984, P < 0.05), 15/10/16 (Z= -2.728, P < 0.05), 04/03/17 (Z= -11.825, P < 0.05) y 18/03/17 (Z= -14.958, P < 0.05).

9.3 Diferencias entre periodos de muestreos

De acuerdo al análisis de Kruskal-Wallis, se observaron diferencias significativas en la abundancia del psílido entre los periodos de muestreo ($X^2= 1134.522$, P < 0.05). El periodo que presenta la mayor abundancia del psílido fue el 02/03/2017, seguido del 12/03/2017, 26/03/16, 11/06/16 y por último el periodo que presentó la menor abundancia fue 15/10/16 (Figura 17); debido a que se mostraron diferencias se empleó la prueba post hoc U. de Mann-Whitney para conocer entre que periodos existes dichas diferencias (Figura 18 – cuadro 5).

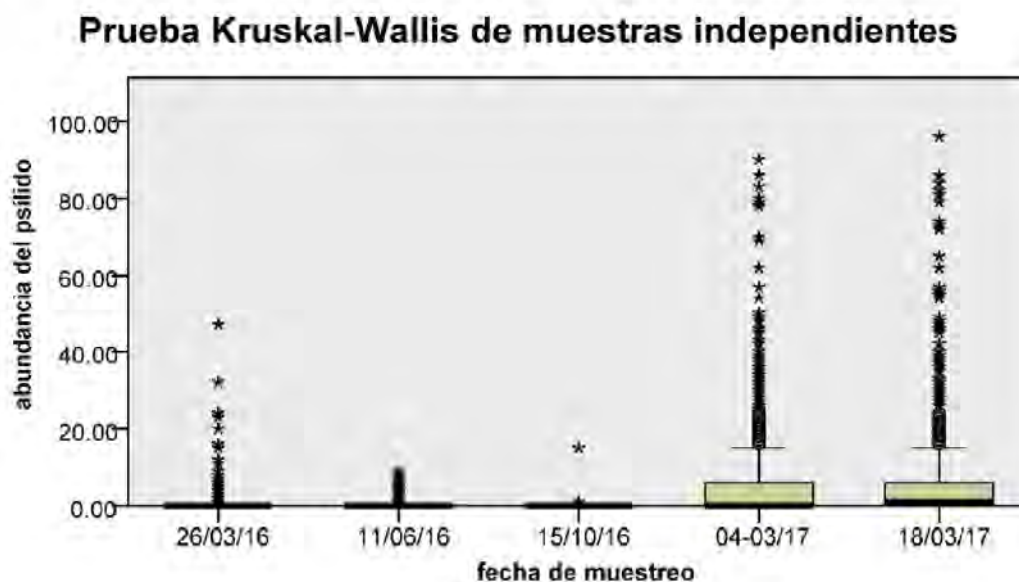


Figura 17. Diagramas de caja y bigote que muestran las diferencias entre la abundancia de *D. citri* y los periodos de muestreo.

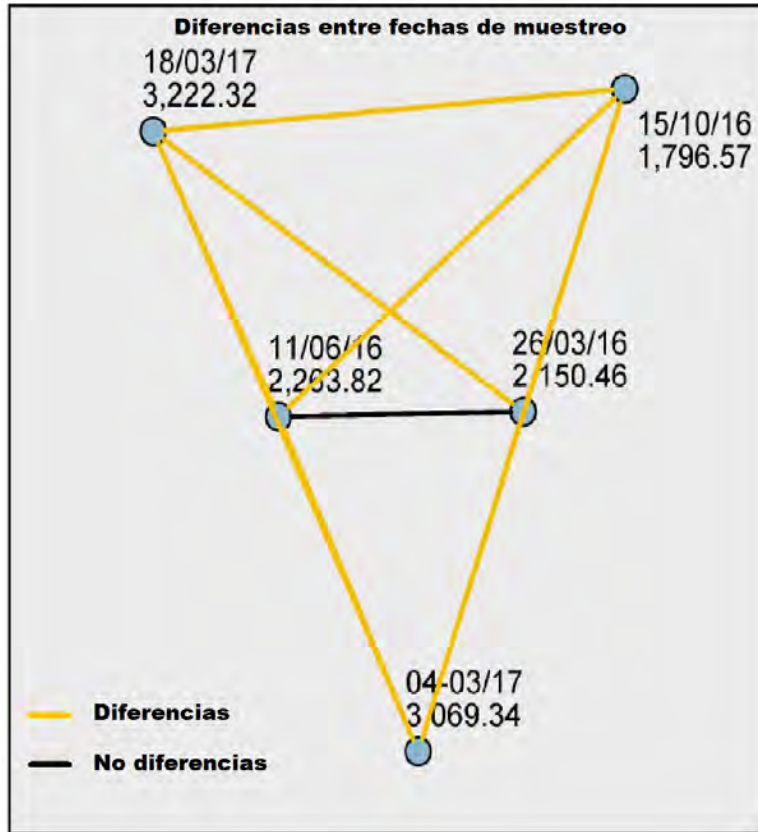


Figura 18. Diagrama de nodos que muestran las diferencias entre los periodos de muestreo del psílido.

Cuadro 5. Diferencias en la abundancia de *Diaphorina citri* entre los periodos de muestreo.

periodos	χ^2	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. Ady.
15/10/16 - 26/03/16	353.892	51.742	6.840	0.000	0.000
15/10/16 - 11/06/16	467.255	51.742	9.031	0.000	0.000
15/10/16 - 04/03/17	-1,272.775	51.742	-24.599	0.000	0.000
15/10/16 - 18/03/17	-1,425.751	51.742	-27.555	0.000	0.000
26/03/16 - 11/06/16	-113.364	51.742	-2.191	0.028	0.285
26/03/16 - 04/03/17	-918.884	51.742	-17.759	0.000	0.000
26/03/16 - 18/03/17	-1,071.860	51.742	-20.716	0.000	0.000
11/06/16 - 04/03/17	-805.520	51.742	-15.568	0.000	0.000
11/06/16 - 18/03/17	-958.496	51.742	-18.525	0.000	0.000
04/03/17 - 18/03/17	-152.976	51.742	-2.957	0.003	0.031

9.4 Entomofauna y otros grupos asociados a *Diaphorina citri*

Se registró un total de 13 órdenes de artrópodos asociados a la huerta de naranja con manejo orgánico y ocho órdenes para el manejo convencional. De manera general Coleoptera, Diptera e Hymenoptera fueron los más abundantes en el manejo orgánico, mientras que Blattodea, Mantodea y Phasmida los más escasos, de igual manera, Diptera, Hymenoptera y Araneae fueron los más abundantes en el sistema convencional, mientras que Coleoptera, Hemiptera y Lepidoptera fueron los más exigüos (figura 19).

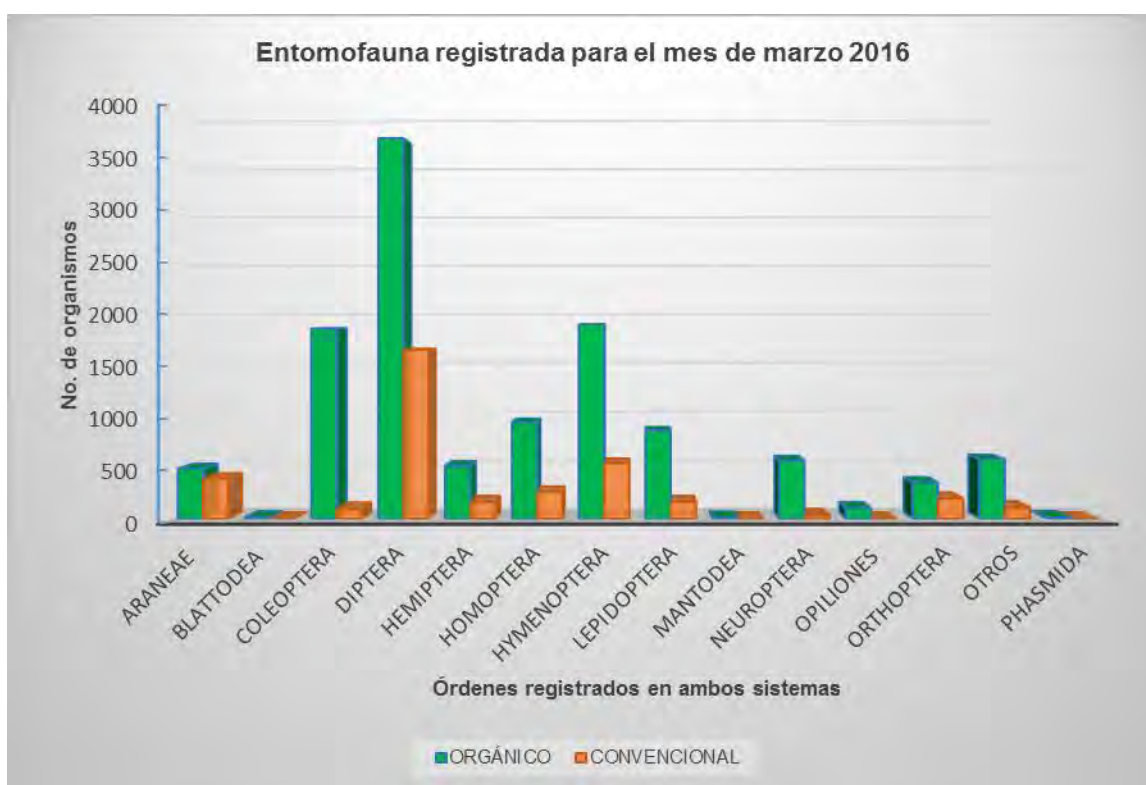


Figura 19. Abundancia de artrópodos presentes en cultivos de naranja con diferente sistema en Tlapacoyan, Veracruz.

9.5 Enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri*

De la entomofauna registrada, se identificaron los insectos en grupos funcionales reportados en la literatura, así como las observaciones en campo (Cuadro 5). Respecto a los enemigos naturales nativos que se observaron

alimentándose de *D. citri* en campo (Figuras 20 – 24), se encontraron diversas especies pertenecientes a los órdenes Neuroptera, Coleoptera y Araneae. Entre los neurópteros colectados, la mayoría se encontraban en estado larval, depredando a *D. citri*, la mayoría se identificaron como pertenecientes al género *Ceraeochrysa* y *Chrysoperla*. Por otro lado, las especies de coleópteros que se observaron en los árboles de naranja se encontraron alimentándose *in situ* e incluyen a los coccinélidos de los géneros *Chilochorus* y *Olla*.

Cuadro 6. Enemigos naturales de *D. citri* ordenados en grupos funcionales observados en campo y laboratorio.

Órden	Familia	Género	Status	Documentado en:
Araneae	Salticidae	<i>Lyssomanes</i>	Depredador	Virginia, 2015
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Chilochorus</i> <i>Olla</i>	Depredador	<i>In situ</i> Lomelí-Flores, <i>et al.</i> , 2010
Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i>	Depredador	Kondo, 2015
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> <i>Ceraeochrysa</i>	Depredador	<i>In situ</i>
Hymenoptera	Eulophidae Formicidae	<i>Tamarixia</i>	Parasitoide Forrajera	<i>In situ</i> <i>literatura.</i>



Figura 20. Larva de *Chrysopidae*.



Figura 24. Estadio larval de *Chrysoperla*.

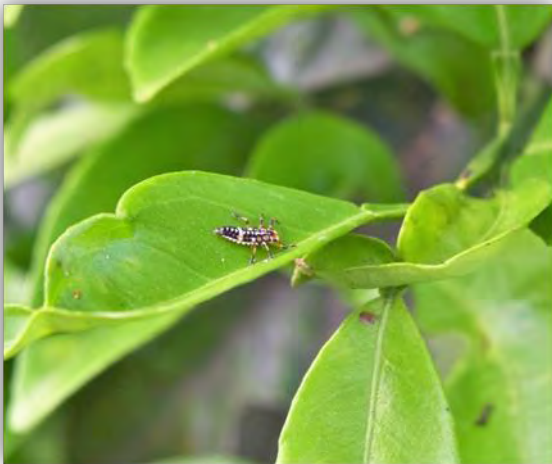


Figura 21. Larva de *Olla*.



Figura 23. Adulto de *Reduviidae*.



Figura 22. Huevos de *Chrysoperla*.

9.6 Diversidad de artrópodos en diferente manejo agronómico

Se registró la mayor diversidad insectos en la huerta con manejo agronómico orgánico representada por 14 órdenes y un índice de Shannon $H' = 2.063$ (Figura 25), en comparación con la huerta convencional en la cual sólo se registraron 10 órdenes de organismos y un valor de $H' = 1.768$ para el índice de Shannon.

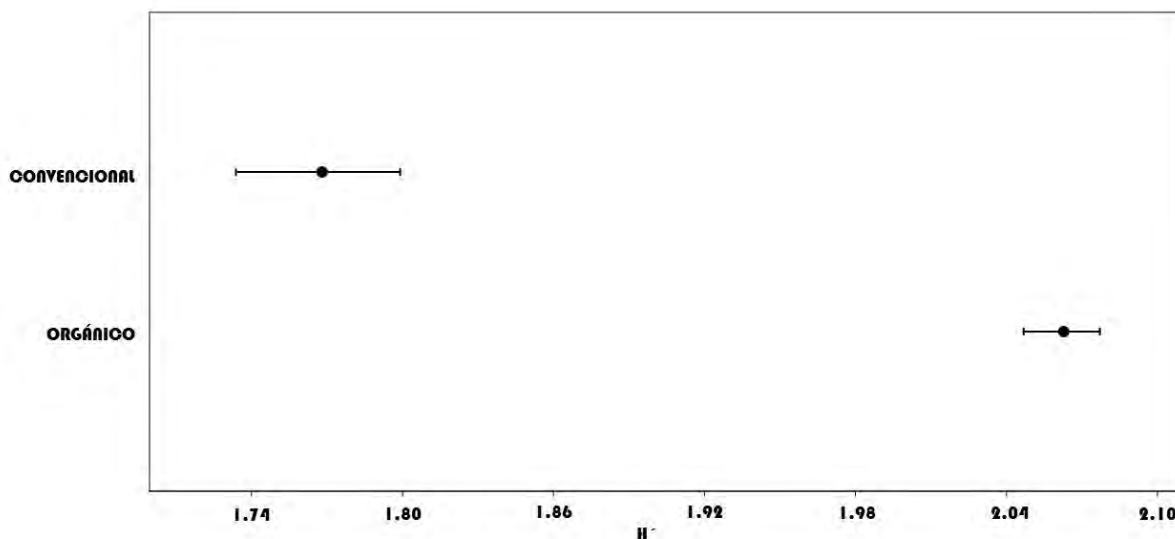


Figura 25. Valores del índice de Shannon (H') para cada sistema de manejo agronómico.

9.7 Correlación de Spearman

Se realizó el análisis de la correlación de Spearman entre el número total del psílido en relación al total de artrópodos presentes en cada manejo agronómico, los resultados mostraron para ambas huertas que no existe asociación entre estos dos parámetros para el manejo de tipo orgánico ($r_s = 0.700$, $P > 0.05$) (Figura 26), y para la huerta con manejo convencional ($r_s = -0.100$, $P > 0.05$) (Figura 27).

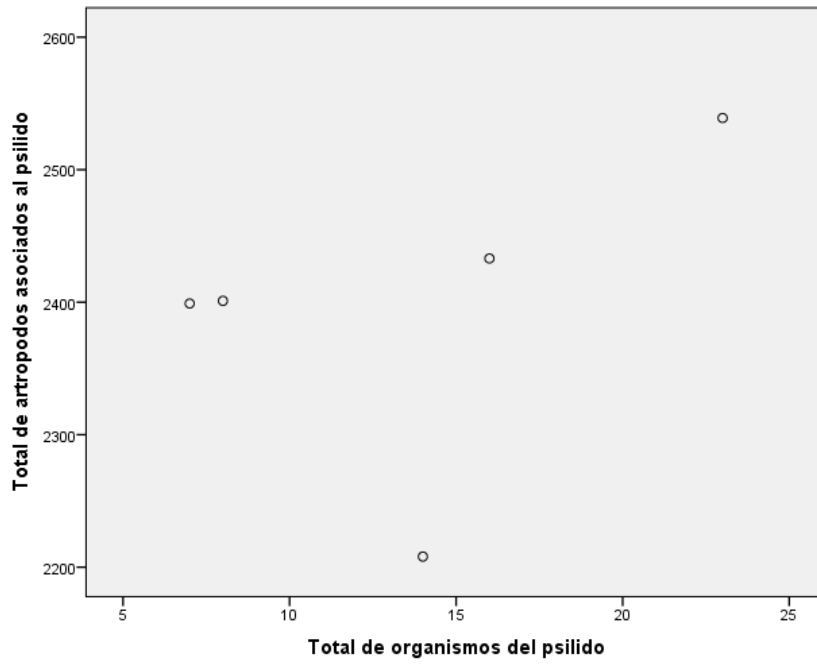


Figura 26. Diagrama de dispersión del sistema agronómico orgánico

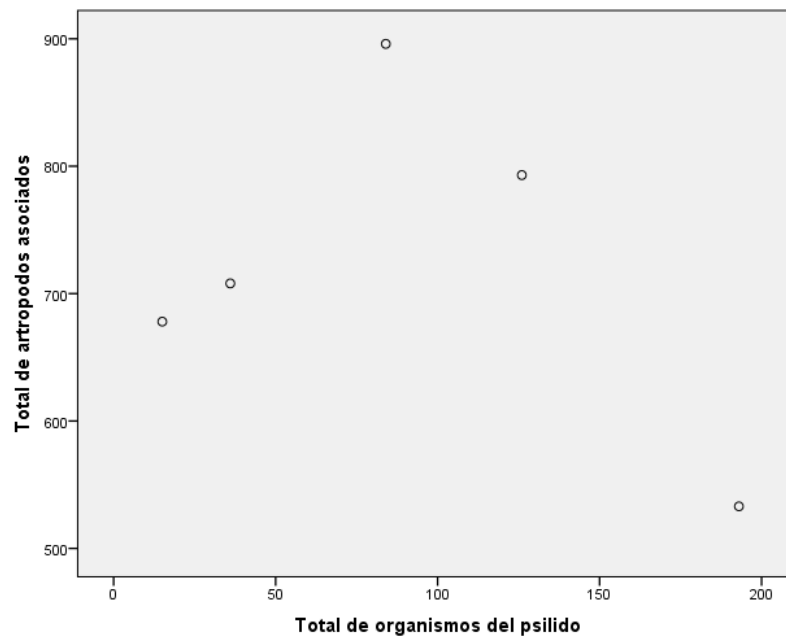


Figura 27. Diagrama de dispersión para el sistema agronómico convencional.

X. DISCUSIÓN

Los resultados sobre la incidencia de *D. citri* en huertas de naranja *Valencia* tardía con diferente sistema agronómico en Tlapacoyan Veracruz, coinciden con lo planteado por Tsai y colaboradores en el 2002; autores que registraron que el psílido tiene un alto potencial reproductivo durante el periodo de condiciones favorables de clima y suficiente disponibilidad de alimento, lo cual coincide con las fases fenológicas del árbol, en particular la época de brotación de hojas y botones florales. Así mismo, se observó y se obtuvo una diferencia entre las incidencias de *D. citri* registradas en función a los periodos de brotación (vegetativa y reproductiva) de los árboles, concordando con lo expuesto por Curti-Díaz y colaboradores (1998), quienes mencionan que la brotación más intensa se presenta de febrero a marzo la cual origina la fruta denominada “de temporada”; las otras se presentan generalmente en junio (“mayera”), septiembre (“agostera”) y en ocasiones en noviembre, diciembre o abril. La primera de ellas siempre presenta floración abundante, mientras que en las otras es reducida y en ocasiones la brotación es exclusivamente vegetativa.

De acuerdo al intervalo de temperaturas registradas en el periodo de monitoreo (Figura 13), se encontró similitud con lo citado por Tsai y colaboradores en 2002, quienes indican que el intervalo óptimo de temperaturas para el crecimiento de la población de *D. citri* es de 25-28 °C, para este estudio, esas temperaturas presentaron similitud en los meses de marzo tanto de 2016 (22 °C) como de 2017 (26 °C), donde la abundancia población de adultos del psílido se mantuvo elevada en esos meses. Sin embargo, aunque en los meses siguientes de muestreo la temperatura promedio osciló entre los 25 y 28 °C, además de la presencia de brotes vegetativos, las densidades del psílido fue menor en comparación a los meses de marzo, esto debido posiblemente a las altas precipitaciones a partir del mes de junio y las lluvias constantes de los meses siguientes, siendo el mes de octubre el que presentó la mayor precipitación con 353 mm (CONAGUA, 2017), las cuales afectaron de manera significativa la población, pues se ha visto que, a pesar de la presencia de los brotes, este factor

climático puede afectar el desarrollo poblacional de *D. citri* (Hall *et al.*, 2008; Cabrera-Mireles *et al.*, 2010). Por otro lado, Aubert y Quilici (1987) indicaron que precipitaciones mayores a 150 mm reducen drásticamente las poblaciones de huevos y ninfas de *D. citri*, debido a que estos se ubican en los brotes superiores de las plantas, quedando completamente expuestas al impacto de la lluvia.

La presencia del psílido en cada periodo de muestreo es indiscutible, sin embargo, su abundancia varió en función de las prácticas de manejo de cada una de las huertas. Las mayores densidades de *D. citri* se registraron en la huerta con manejo convencional, aquí es importante resaltar que en la huerta convencional se hacen aplicaciones constantes de agroquímicos tales como herbicidas con el fin de evitar el desarrollo de plantas arvenses (Cuadro 3), en comparación con la huerta de tipo orgánico donde se hace un manejo de la cobertura vegetal permitiendo su crecimiento, así como la erradicación de insumos de origen sintético, aunque en este trabajo no se cuantificó la vegetación, se coincide con lo expuesto por López y colaboradores (2010) quienes estudiaron la abundancia de *D. citri* en diferentes sistemas de manejo de arvenses, atribuyendo la baja incidencia del psílido a la riqueza de especies arvenses, del mismo modo Altieri y Letourneau (1982) y Altieri y Nicholls (2003) expusieron que los brotes de plagas son menos posibles en cultivos diversificados con arvenses que en cultivos libres de ellas.

La densidad de insectos fue mayor en la huerta orgánica en el periodo de brotación primaria, coincidiendo con otros trabajos, en diferentes cultivos tales como trigo (Edwards, 1975), sorgo (House y Parmalee, 1985) y maíz (Stinner *et al.*, 1988), quienes demuestran que la implementación de un manejo adecuado de las arvenses promueve el desarrollo de insectos tanto benéficos como dañinos, así mismo, Altieri y Letourneau y Altieri (1982, 1992) mencionan que en cultivos diversificados, algunas arvenses son componentes importantes de los agroecosistemas por su influencia positiva en la biología y dinámica poblacional de los insectos benéficos, a los cuales les proporciona alimento, refugio y otros recursos. Contrario a ello, Van Emden (1965) documentó que algunas arvenses

pueden atraer a *D. citri*, así mismo, otras pueden atraer a sus enemigos naturales o repeler a especies plaga.

La huerta orgánica presentó un número mayor de órdenes de artrópodos que la huerta convencional, y una mayor diversidad alfa (Figura 19), con diferencias significativas en la abundancia de entomófagos. La ausencia de químicos nocivos y el laboreo menos agresivo del suelo pueden explicar estas tendencias, coincidiendo de manera general con lo observado por otros autores (Feber *et al.* 1997; Kross y Schaefer 1998; Doles *et al.*, 2001; Letourneau y Goldstein, 2001; Melnychuk *et al.*, 2003), quienes han coincidido en la observación de que, en campos orgánicos la mayor diversidad de arvenses atraería y retendrían una mayor diversidad de insectos al proporcionarles refugio, fuente de alimento y mejores condiciones microclimáticas (Altieri 1992; Freeman Long *et al.*, 1998; Landis *et al.*, 2000). Los herbicidas utilizados para proteger los cultivos de “malezas”, en campos con prácticas convencionales, disminuyen la diversidad de plantas arvenses, lo cual, trae como consecuencia una pérdida en el número de refugios, hospedadores alternativos, así como recursos alimenticios para los adultos entomófagos (Asteraki *et al.*, 2004; Wackers, 2004). La abundancia en todos los órdenes de artrópodos fue mayor en huertas orgánicas, similar a lo observado por Ryszkowski y colaboradores (1993) en paisajes complejos, característica ambiental que generalmente puede adjudicarse a las huertas orgánicas.

El aumento significativo en la abundancia observado para el Orden Hymenoptera coincide con lo propuesto por varios autores, quienes sostienen que este grupo es un bioindicador de condiciones de escaso disturbio (La Salle y Gauld, 1993; Kevan, 1999; Paoletti, 1999). El incremento de himenópteros en cultivos orgánicos es una evidencia a favor de esta práctica de manejo ya que estos insectos poseen un papel indiscutible como grupo benéfico, al intervenir en relaciones interespecíficas claves como son la polinización, depredación y parasitismo (La Salle y Gauld, 1993).

La abundancia de organismos del Orden Diptera superiores en la huerta orgánica, pueden ser resultado de las prácticas menos agresivas a la misma, ya que la mayoría de las especies de este Orden poseen larvas que se comportan como fitosaprófagas en el suelo, y por tanto pueden indicar escasos niveles de invasión en los agroecosistemas (Frouz, 1999; Büchs, 2003; Woodcock *et al.*, 2003).

El Orden Coleoptera presentó una abundancia elevada en la huerta orgánica, los organismos de este orden tienen la cualidad de adaptarse a casi todos los ecosistemas, este éxito adaptativo se debe a su exoesqueleto que soporta factores climáticos difíciles, además de contar con alas, las cuales les permiten colonizar diversos ambientes. Las especies de coleópteros depredadores más importantes en citricultura pertenecen a las familias Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae (Peck *et al.* 1998; Bohac, 1999; Rainio & Niemelä, 2003). Los Carabidae y Staphylinidae suelen habitar el suelo y se alimentan de insectos o larvas de insectos, aunque algunas veces son capaces de subir a los árboles para buscar a sus presas. Los Coccinélidos se alimentan preferiblemente de áfidos, psílidos, cochinillas, escamas, moscas blancas y piojos blancos, entre otros. Los estados larvales de estos consumen más insectos que los adultos, y se camuflan entre sus presas, llegando a confundirse con ellas. Algunas especies muy pequeñas de Coccinellidae, como *Stethorus* spp., se alimentan de huevos de ácaros dañinos, áfidos y trips diminutos (De Bach, 1964; Clausen, 1979), por lo que la presencia de este grupo indica poca alteración en comparación a la huerta convencional.

La estimación de la biodiversidad, indica qué tan valiosas son las áreas en cuanto a su capacidad de albergar diferentes tipos de organismos y qué tan única es un área si se le compara con otras semejantes. En este sentido, la huerta más diversa en artrópodos fue la que emplea un sistema orgánico con un valor de $H' = 2.063$ ya que presentó un mayor número de órdenes. Por otro lado, la huerta convencional, aunque presenta 10 órdenes, la abundancia de insectos fue menor mostrando un valor de $H' = 1.768$ (Figura 25). El uso del índice de Shannon (H'),

ofrece la posibilidad de asociar la diversidad con una amplia gama de variables en diferentes ecosistemas (Danielo, 1998). El índice de diversidad de Shannon tiene la ventaja de poder utilizar especies, géneros, familias u órdenes para calcularlo. De tal manera que, al aislar y cuantificar los órdenes de insectos utilizando condiciones similares (número de muestras-sistema de cultivo,), como en las huertas estudiadas en este trabajo, se puede llegar a tener aplicación e importancia, pues los índices de diversidad pueden asociarse con variables como cultivo y manejo de los cultivos agrícolas. Mäder y colaboradores (2002) encontraron un mayor valor de H' en suelos con mayor fertilidad, los cuales fueron manejados en sistemas de agricultura orgánica durante más de 20 años.

De acuerdo al test de Kolmogorov-Smirnov los datos no presentaron normalidad ($P < 0.05$), por lo tanto, se procedió a utilizar el análisis de correlación de Spearman con el fin de establecer una relación entre las variables biológicas, la incidencia de *D. citri* y la entomofauna, obtenida de las arvenses asociadas a las huertas de naranja con diferente sistema agrícola, obteniendo como resultado una relación negativa entre estos dos parámetros, para la huerta orgánica ($r_s = 0.700$, $P > 0.05$) y para la huerta convencional ($r_s = -0.100$, $P > 0.05$); este efecto podría deberse a que la abundancia de los enemigos naturales encontrados en las dos huertas fueron relativamente bajas. La poca abundancia de los controladores naturales, en parte, se puede deber al hecho de que incluso las abundancias de *D. citri* y otras especies fitófagas como pulgones y ácaros fueron bajas en las huertas en el momento del muestreo, lo que representa poco alimento para estas especies, tal como lo menciona Douthett (1964), los depredadores son organismos de vida libre a través de toda su vida, matan a su presa al consumirla y generalmente son más grandes que ésta, la mantis religiosa, arañas, crisopas y muchas especies de catarinitas son buenos ejemplos de depredadores. Los depredadores difieren de los parasitoides en que sus larvas o ninfas, según el caso, requieren varias o muchas presas individuales para completar su desarrollo, e inclusive, en algunas especies, como adultos continúan depredando en cantidades considerables (De Bach y Rosen, 1991). Consecuencia de lo anterior es que, mientras que en parasitoides el número de huéspedes atacados define el número

de progenie del mismo para la siguiente generación, en los depredadores no existe una relación clara, ya que, en este caso, esto se ve más determinado por la cantidad de presas que tiene que ingerir cada especie para completar su desarrollo (Badii y Quiroz- Martínez, 1993).

XI. CONCLUSIONES

Se observó la presencia de *Diaphorina citri* durante todos los periodos de muestreo en ambos sistemas agronómicos, sin embargo, la mayor abundancia del psílido se presentó en la temporada de brotación “primaria” en el mes de marzo.

La mayor diversidad de artrópodos se registró en la huerta con sistema agronómico orgánico $H' = 2.063$, en comparación con la huerta convencional en la cual sólo se registró un valor de $H' = 1.768$.

Si bien, se ha reportado que la presencia de arvenses favorece la abundancia y diversidad de enemigos naturales, en este estudio, no se observó la relación entre *Diaphorina citri* y los artrópodos asociados.

El manejo orgánico vs convencional puede ser el factor que determine la abundancia de *D. citri* en las huertas estudiadas; en este caso, la huerta orgánica más diversa y compleja en su funcionamiento muestra menor número de ninfas y adultos.

Se recomienda analizar el efecto de las condiciones climáticas (precipitación-temperatura) en la abundancia de *D. citri*.

XII. REFERENCIAS

Adams, P. A. y Penny, P. A. (1987). Europtera of the Amazon Basin, Part 11a. Introduction and Chrysopini. *Acta Amazonica* 15: 413-479.

Aguilar, R. L., Villanueva, J. J.A., Cabrera, M. H., Díaz, C. A., Canela, C.J. J. y Asunción Pérez, A. J.W. (2011). Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), y enemigos naturales en toronja en la zona central costera de Veracruz. 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México, 2011.

Altieri, M. A. y Letourneau, D. K. (1982). "Vegetation management and biological control in agroecosystems", *Crop Protection*, 1, 405-430.

Altieri, M. A. y Nicholls C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72, 203-211.

Altieri, M.A. (1992). Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL Ediciones, Valparaíso, 162p.

Araya, M. N., Araya, J. E., y Guerrero, M. A. (2004). Efectos de algunos insecticidas en dosis subletales sobre adultos de *Aphidius ervi* Haladay (Hymenoptera: Aphididae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*, 30, 247-254.

Arredondo B. H. (2000). Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) y reconocimiento de especies de *Chrysoperla*. Entrenamiento de cría de entomófagos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Tecomán, Colima, México. Pp. 24-33.

Aspöck H., Aspöck U. y Hölzel H. (1980): Die Neuropteren Europas. Eine zusammenfassende Darstellung der Systematik, Ökologie und Chorologie der Neuropteroidea (Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia) Europas. 2 vols, Goecke & Evers, Krefeld.

Asteraki, E.J., Hart, B.J. Ings, T.C. y W.J. Manley. (2004). Factors influencing the plants and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 102: 219-231.

Aubert, B. y Quilici, S. (1987). Monitoring adult psyllas on yellow traps in Reunion Island, L.W. Timmer, S.M. Garnsey, L. Navarro (Eds.), Proceedings of the 10th IOVC. p. 249-254

Aurambout, J. P., Finlayb, K. J., Luckb, J., y Beattied, G. A. C. (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 ris. *Ecological Modelling*. 220: 2512-2524.

Awan, M. S., Wilson, L. T. y Hoffman, M. M. P. (1989). Prey location by *Oechalia schellebergii*. *Entomologia Experimentalis. et Applicata.*, 51: 225-231.

Badii, M. H. y H. Quiroz-Martínez. (1993). Depredación. 34 - 57. En: IV Curso nacional de control biológico. SMCB. Nuevo León, México.

Baev, P. V. Y Penev, L. D. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

Baeza-Nahed, U. (2008). Parasitoides del minador de la hoja de los cítricos y del psílido asiático en la costa de Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. IPN. CIIDIR-Oaxaca. Oaxaca.

Bassanezi, R. B., Montesino, L. H. y Stuchi, E. S. (2009). Effects of huanglongbing on fruit quality of sweet orange, *European Journal of Plant Pathology*, 125, 565–572.

Bohac, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 74: 357-372.

Borror, D., Triplehorn, C. y Johnson, N. (1989). An introduction to the study of insects. United States. 6nd. Sarenders College Publishing, p. 736.

Brooks, S. J. y Barnard, P. C. (1990). The green lacewings of the world: A generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum of Natural History*. (Ent.) 59: 117-286.

Büchs, W. (2003). Biodiversity and agri-environmental indicators general scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 98: 35-78.

Cabrera-Mireles, H., Murillo-Cuevas, F. D., Villanueva-Jiménez, J. A., Díaz Zorrilla, U. A. y Cerezo-Aparicio, S. (2010). Enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: psyllidae) en la región centro de Veracruz. Memoria del 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Monterrey, N.L., Méx. p. 46-53.

CATIE. (1990). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Informe técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. P. 138

Chiou-Nan, C. (1998). Ecology of the Insect Vectors of Citrus Systemic Diseases and Their Control in Taiwan. FFTC Publication Database. (En línea). Disponible en www.agnet.org/library/eb/459a/. (Consulta: 20-8-2016).

Clausen, C. P. (1979). Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: A world review. U. S. Department of Agriculture. Handbook # 480. 545 p.

CONAGUA. (2017). Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias. México. Accedido el 20 de abril de 2017 desde: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>.

Coronado, B., Ruiz, J. M., Nicolaevna, S. y Gaona-García, G. (2003). *Tamarixia* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide del psílido asiático de los cítricos. XXVI Congreso Nacional de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, México. p. 71-73.

Cortez M, E., López, J. I., Hernández, L. M., Castillo, F. A. y Loera, G. J. (2010). Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces, en México: Selección de insecticidas y épocas de aplicación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. Folleto técnico No 35.

Curti-Díaz, S., Díaz, Zorrilla, U. A., Loreda-Salazar, X., Sandoval, J.A., Pastrana-Aponte, L. y Rodríguez-Cuevas, M. C. (1998). Manual de

producción de naranja en Veracruz y Tabasco. Libro Técnico No. 2. CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 175p.

Danielo, O. (1998). Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. In Congreso Latinoamericano.1998. Tema 3. CD-ROM. IUFRO 1, Valdivia.

De Bach, P. (1964). Éxitos, tendencias y posibilidades futuras. Capt. 24: 789 - 831. In: De Bach, P. (Ed.). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. C.E.C.S.A. México

De Bach, P. y Rosen, D. (1991). Biological control by natural enemies. Cambridge University Press.

Díaz-Zorrilla, U. A. (2010). Estudio de evaluación de efectividad biológica de Engeo®, para controlar *Diaphorina citri* en limón persa (*Citrus latifolia* Tan.). 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Críticos y el Huanglongbing en México. Monterrey, N.L., Méx. p. 396-407.

Doles, J.L., Zimmerman, R.J. y Moore, J.C. (2001). Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado, USA. *Applied Soil Ecology*. 18: 83-96.

Doutt, R. L. (1964). Características biológicas de los adultos entomofagos. Capt. 6: 179 - 204. In: De Bach, P. (Ed.). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. C.E.C.S.A. México.

Edwards, C. A. (1975). Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook Agricultural*. 8:243-244.

Etienne, J.; Quilici, S., Marival, D. y Franck, A. (2001). Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits*. 56(5): 307-315.

Feber, R.E., Firbank, L.G., Johnson, P.J. y Macdonald, D.W. 1997. The effects of organic farming on pest and non-pest butterfly abundance. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 64: 133-139.

Fernández, M. y Miranda, I. (2005). Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Revista de Protección Vegetal*. 20(1): 27-31.

Freeman, R., Corbett, A., Lamb, C., Reberg-Horton, C., Chandler, J. y Stimmann, M. (1998). Beneficial insects move from flowering plants to nearby crops. *California Agriculture*. 52:23-26

Frouz, J. (1999). Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: A review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 74: 167-186.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira, S., Carvalho, R. P. L., de batista, G. C., Berti filho, E., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B. y Vendramin, J. D. (1988). Manual de entomología agrícola. 2 a ed. Ceres Ltda., São Paulo.

García-Pérez, F., Ortega-Arenas, L. D., Lomelí-Flores, J. R., Romero-Nápoles, J., López-Arroyo, J. I. y González-Hernández, A. (2010). Caracterización morfológica de psílidos asociados a cítricos en Cazonas, Veracruz. En: Memoria del 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010. Monterrey, N.L., Méx. p. 19-24.

González, C., Borges, M., Gómez, M., Fernández, M., Hernández, D., Tapia, R. J., Cabrera, I. R. y Beltrán, A. (2003). Manejo de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en agroecosistemas cítricos de Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. p. 14.

González-Hernández, A., Lomelí-Flores, J. y García-Negroe, B. (2008). Determinación de parasitoides de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en México. Pp. 101-103. *In: XXXI Congreso Nacional de Control Biológico.* 16 a 21 noviembre, 2008.

Halbert, S. E. (1998). Asian citrus psyllid a serious potential exotic pest of Florida citrus FLDACS, Division of Plant Industry. Accedido el 20 de Agosto, 2016, desde www.ifas.ufl.edu.

Halbert, S. E. y Manjunath, K. L. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus a literatura review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*.

Hall, G. D. (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, Son., Méx. p. 1-11.

Hart, E. R. (1972). A sistematyc revision of the genus *Zelus* Fabricius (Hemiptera: Reduviidae). PhD Diss., Texas A & M University, College Station.

Hart, E. R. (1986). Genus *Zelus* Fabricius in the United States, Canada and Northern Mexico (Hemiptera: Reduviidae). *Annals of the Entomological Society of America.*, 79 (3): 535-548.

House, G.J. y Parmalee, R.W. (1985). Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. *Soil and Tillage Research*. 5: 351-360.

<http://www.fao.org/faostat/es/#compare> Consultada agosto, 2016.

INAFED. (2013). Plan municipal de desarrollo, H. Ayuntamiento Constitucional de Tlapacoyan, Veracruz. México. 4-5 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. -- México: INEGI, c2016

Kevan, P.G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 74: 373-393.

Kross, S. y Schaefer, M. (1998). The effect of different farming systems on epigeic arthropods: A five-year study on the rove beetle fauna (Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 69: 121-133.

La Salle, J. y Gauld, I.D. (1993). Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms, p.1-26. In J. La Salle & I.D. Gauld (eds.) Hymenoptera and biodiversity. CAB Institute of Entomology Publications, Wallingford, 348p.

Landis, D.A., Wratten, S.D. y Gurr, G.M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Annual Review of Entomology*. 45: 175-201.

Letourneau, D.K. y Goldstein, B. (2001). Pest damage and arthropod community structure in organic versus conventional tomato production in California. *Journal of Applied Ecology*. 38: 557-570.

Liu, P. (2003). World markets for organic citrus and citrus juices. FAO commodity trade policy research working paper No. 5. 31 p.

Lomelí-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Valdez, J. M. y Ortega-Arenas, L. D. (2010). Géneros de Coccinellidae asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en México. 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Monterrey, N.L., Méx. p. 64-77.

López A., J. I., Valencia, L. y Loera, J. (2003). Introducción a Chrysopidae (Neuroptera): taxonomía y bioecología. Pp: 30-34. 2° Curso Nacional de identificación y Aprovechamiento de Depredadores en Control Biológico Chrysopidae Y Coccinellidae. Monterrey, Nuevo León, México.

López-Arroyo, J. I. (2010). Proyecto manejo de la enfermedad Huanglongbing (HLB) mediante el control de poblaciones del vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) el psílido asiático de los cítricos. Fase I. 2° Encuentro Internacional de Investigación en Cítricos. Martínez de la Torre, Ver. México.

López-López, R., Ortega-Arenas, L. D., Lomelí-Flores, J. R., Cedillo-Portugal, E. y Gómez-Tovar, L. (2010). Abundancia de *Diaphorina citri* y entomófagos asociados en huertos citrícolas con diferentes sistemas de manejo de arvenses. 2 do. Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo, edo. de Mexico. p. 177-187.

Mäder, P., Fließbach, A. Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. y Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*. 296:1694-1697.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Maldonado-Capriles, J. (1990). Systematic catalogue of the Reduviidae of the world (Insecta:Heteroptera). Caribbean Journal of Sciences, University of Puerto Rico, Mayaguez. 694 p.

Márquez, L, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. UAEH, Hidalgo, México.

Mata, B. I., y Mosqueda, V. R. (1995). La Producción del Mango en México. UTEHA Noriega Editores. México. pp: 83-103.

Mead, F. (1977). The Asiatic citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry. *Entomology Circular*. No. 180 4p.

Melnychuk, N.A., Olfert, O., Youngs, B. y Gillott, C. (2003). Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 95: 69-72.

Michaud, J. P. (2004). Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in Central Florida. *Biological Control*, 29, 260-269.

New, T. R. (2001). Introduction to the systematic and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae and Chrysopidae used in pest management. In: Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University. Pp: 6.28.

Nieto-Reyes H. R. (1998). Problemática Actual de la Comercialización de Naranja en Tamaulipas. Fitotecnia, UACH.

Nordlund, D. A. y Legaspi, J. C. (1994). Hwhitefly predators and their posible use biological control. International Bemisia Workshop. Shoresh, Israel. p. 25.

Ortega, A. L. D., Villegas, M. A. Ramírez, R. A. J., y Mendoza, G. E. E. (2012). ABUNDANCIA ESTACIONAL DE *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS EN CAZONES, VERACRUZ, MÉXICO. *Acta Zoológica Mexicana*. 29(2): 317-333.

Ortega, A. L. D., Villegas, M. A., Orduño, C. N., Vega, C. J., Lomelí, F. J. R. y Rodríguez, L. E. (2010). FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Diaphorina citri* Y ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A ESPECIES DE CÍTRICOS EN CAZONES, VERACRUZ, MÉXICO. 1^{er}. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México, 2010.

Oswald, D. J. (2002). Bibliography of the Neuropterida. A Working Bibliography of the Literature on Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World <http://insects.tamu.edu/research//neuropterida/bibhome.html>

Paoletti, M.G. (1999). Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 74: 1-18.

Peck, S.L., Mcquaid, B. y Campbell, C.L. (1998). Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology*. 27: 1102-1110.

Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 285-307.

Polek, M., Vidalakis, G. y Godfrey, K. (2007). Citrus bacterial canker disease and Huanglongbing (Citrus greening). ANR Publ. 8218. University of California. Davis.

Preza, D. A. (2011). Enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) en tres sitios del estado de Veracruz. (tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. Xalapa, Enríquez, Veracruz.

Qureshi, J. A., y Stansly, P. A. (2008). Role of chemical control in the integrated management of *Diaphorina citri* and Huanglongbing disease in Florida Citrus. In: 11th International Citrus Congress, October 2008, Wuhan, China. (Abstracts). P. 49 (R:81).

Rainio, J. y Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*. 12:487-506.

Rendón, S. G. (1994). Muestreo. Aplicación en la estimación simultanea de varios parámetros. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 246 p.

Robles G. M.M., Velázquez M. J.J., Manzanilla R. M.A., Orozco S. M., Flores V. M. y López A. J.I. (2011). Control químico de *Diaphorina citri* en limón mexicano Insecticidas convencionales, productos alternativos y épocas de aplicación. Folleto Técnico Núm. 1, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Delegación Coyoacán México, D.F.

Rodríguez. R. L. (1999). Cría masiva de agentes de control biológico. X Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, Colegio de Postgraduados. P. 99- 105.

Rogers, M. E., y Stansly, P. A. (2006). Biology and management of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida citrus. Bulletin 739. Institute of Food and Agricultural Sciences of the University of Florida. IFAS Extension. ENY-739 7 pp.

Ryszkowski, L., Karg, J., Margarit, G., Paoletti, M.G. y Zlotin, R. (1993). Above-ground insect biomass in agricultural landscapes of Europe, p.71-82. In R.G.H. Bunce, L. Ryszkowski, & M.G. Paoletti (eds.), Landscape ecology and agroecosystems. Boca Raton, Lewis Publishers, 288p.

SAGARPA. (2009). Estudio estadístico sobre cultivos orgánicos en baja california. México.

Salcedo B. D., González, H. H., Rodríguez, L. E., Vera, V. E., Múzquiz, F., C. y Hurtado, A. A. (2012). Evaluación de la Campaña contra el HLB en 2008, 2009 y 2010. *Publicación Especial IICA, SAGARPA, SENASICA.* México, D.F. 126 pp.

Sánchez-Anguiano, H. y Robles-García, P. (2011). Situación actual y manejo regional del Huanglongbing de los cítricos en México. 5ª Semana Internacional de la Citricultura. Martínez de la Torre, Ver., Méx. Pp: 38.

Sandoval-Rincón, J. A., Curti-Díaz, S. A., Díaz-Zorrilla, U. A., Medina-Urrutia, V. M. y Robles-González, M. M. (2010). Alternativas para el manejo del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama). 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Críticos y el Huanglongbing en México. Monterrey, N.L., Méx. p. 154-173.

Schuh, R. T. y Slater, J. A. (1996). True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). Cornell University Press, New York, 157 pp.

Setamou, M., Flores, D., French, J. V. y Hall, D. G. (2008). Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of Economic Entomology*. 101 (4), 1478-1487.

SIAP. (2013). Producción agrícola por cultivo y por estado. México. Accedido el 4 de agosto, 2016, desde http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

Sohail, A., Nisar, A. y Rasa, R. K. (2004). Studies on population dynamics and chemical control of citrus psylla, *Diaphorina citri*. *International Journal Agriculture and Biology*, 6, 970-973.

Sosa, A. J. M., López, M. V., Alia, T. I., Hernández, F. A. D., y Jiménez, G. D. (2011). Fluctuación poblacional del psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayaa (HEMIPTERA: PSYLLIDAE), en tres huertas de cítricos en el estado de Morelos. 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México, 2011.

Stinner, B. J., Mc cartney, D. A y Van Doren, J. R. (1988). Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn (Maize, *Zea mays* L.) systems after 20 years of continuous cropping. *Soil and Tillage Research*. 11:147-158.

Tamayo, M. P. J. (2007). Enfermedades del aguacate. *Politécnica*, 4, 51-70.

Tang, L.C. y Su, T.H. (1984). Rearing method and developmental stages of the citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama. (National Chungsing University, Taichung, Taiwan. *Bull. Soc. Entomol.* 5(17): 27-33.

Timmer, L. W., Garnsey, S. M. y Broadbent, P. (2003). Diseases of citrus in: Disease of tropical fruit crops (ed. R. C. Ploetz) APS. Press, USA. 163-195.

Tsai, J. H., Wang, J. J. y Liu, Y. H. (2002). Seasonal abundance of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida. *Florida Entomologist*. 85(3): pp 446-451.

Van den Bosch, R., Messenger, P. S., y Gutiérrez, A. P. (1982). An introduction to biological control, Nueva York y Londres, Plenum Press, 247 p.

Van Emden, H. F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Entomologist*. 17: 121-126.

Vendramin, J. D. y Rodríguez, C. H. (2003). Insecticidas y resistencia vegetal. Bases para el Manejo racional de insecticidas. In: Silva, G y Hepp, R. (Eds.). Concepción, Chile Pp. 53.

Wackers, F.L. (2004). Assessing the suitability as parasitoid food sources: Flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control*. 29: 307-314.

Woodcock, B.A., A.D. Watt y S.R. Leather. (2003). Influence of management type on Diptera communities of coniferous plantations and deciduous woodlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 95: 443-452.

"Cuando creíamos que teníamos todas las respuestas, de pronto cambiaron todas las preguntas".

Mario Benedetti