

ABUNDANCIA ESTACIONAL DE *DIAPHORINA CITRI* (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN PLANTACIONES DE CÍTRICOS EN CAZONES, VERACRUZ, MÉXICO

LAURA D. ORTEGA-ARENAS,^{1*} ÁNGEL VILLEGAS-MONTER,² ALBERTO J.
RAMÍREZ-REYES¹ & EDGAR E. MENDOZA-GARCÍA¹

¹Programa en Entomología y Acarología y ²Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km 36.5, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, CP. 56230.

*Autor para correspondencia:<ladeorar@colpos.mx>

Ortega-Arenas, L. D., Villegas-Monter, A., Ramírez-Reyes, A. J. & Mendoza-García, E. E. 2013. Abundancia estacional de *Diaphorinacitri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazones, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 29(2): 317-333.

RESUMEN. Se evaluó la abundancia estacional del “Psílido Asiático de los Cítricos” *Diaphorina citri* Kuwayama, en plantaciones de cítricos en la región de Cazones, Veracruz, México. Durante el período de Febrero de 2010 a Febrero de 2012 se realizaron registros quincenales de adultos de *D. citri* en trampas amarillas, así como la presencia de huevos, ninfas, adultos y 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 en las plantaciones. Los incrementos en las infestaciones del psílido mostraron una relación positiva con respecto a la abundancia de brotes, y éstos a su vez, con la temperatura y precipitación. Durante el periodo de estudio, los enemigos naturales no fueron un factor determinante en la regulación de las poblaciones del psílido, mientras que la abundancia de brotes en los árboles de cítricos, representa un factor clave en el manejo integrado de esta plaga.

Palabras Clave: Psílido asiático de los cítricos, brotes, trampas amarillas, infestación, poblaciones.

Ortega-Arenas, L. D., A. Villegas-Monter, A. J. Ramírez-Reyes & E. E. Mendoza-García. 2013. Seasonal abundance of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in citrus groves in Cazones, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 29(2): 317-333.

ABSTRACT. Seasonal abundance of the “Asian Citrus Psyllid”, *Diaphorina citri* Kuwayama, was evaluated on citrus groves in the region of Cazones, Veracruz, Mexico. For the period from February 2010 to February 2012, biweekly records for adult specimens were made using yellow sticky cardboard traps, as well as the presence of eggs, nymphs, adults, and natural enemies on the flush shoots were also registered. Psyllid populations occurred throughout the period of study, detecting population peaks on February, March, April and July in the citrus plantations. Increases of psyllid infestations were positive-

ly related to the abundance of new shoot flushes, and these in turn, were related to the temperature and rainfall. Natural enemies were not a decisive factor in regulating livid populations, while the abundance of shoot flushes produced by citrus trees could play an important role in integrated psyllid management.

Key words: Asian Citrus Psyllid, flush shoots, yellow sticky traps, infestation, populations.

INTRODUCCIÓN

Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), también conocida como Psílido Asiático de los Cítricos (PAC), es considerada la plaga más importante de los cítricos en el mundo (Halbert & Manjunath 2004). La alimentación tanto de ninfas como adultos causa distorsión de brotes jóvenes y alteraciones en el crecimiento de los árboles. En caso de una infestación severa, los psílidos pueden matar los nuevos brotes o causar la abscisión de hojas o brotes terminales (Tsai *et al.* 2002, Halbert & Manjunath 2004). Sin embargo, el mayor peligro del PAC se relaciona con su capacidad para transmitir las bacterias *Candidatus Liberibacter* var. *asiaticus*, *africanus* y *americanus*, agentes causales de la enfermedad llamada “huanglongbing” (HLB) o reverdecimiento de los cítricos (Garnier & Bové 2000, Halbert & Manjunath 2004). El HLB es una de las enfermedades más devastadoras de los cítricos, responsable de la muerte de millones de árboles en el mundo (Roistacher 1996, Halbert & Manjunath 2004, Bové 2006).

Diaphorina citri actualmente está establecida en todas las entidades productoras de cítricos en Centro y Sudamérica (Cermeli *et al.* 2000, Halbert & Núñez 2004, Villalobos *et al.* 2004), Florida (EUA) (Halbert & Manjunath, 2004, Halbert & Núñez 2004) y México (Thomas 2002, López Arroyo *et al.* 2005 y SENASICA 2012). El HLB se detectó por primera vez en América en 2004, en el estado de São Paulo, Brasil y después en 2005 se confirmó su presencia en Florida, EUA, donde ha tenido efectos devastadores ya que la velocidad de diseminación ha sido vertiginosa y los daños en la producción de fruta son importantes (Halbert 2005). En México, se tiene registro de esta enfermedad en huertos comerciales y principalmente en plantas de traspatio en los Estados de Yucatán, Quintana Roo, Nayarit, Campeche, Colima, Sinaloa, Michoacán, Chiapas, Baja California Sur, Hidalgo y San Luis Potosí (SENA-SICA 2012). De acuerdo con los datos oficiales en México, el HLB representa una seria amenaza para las 549 mil hectáreas de cítricos establecidas en el país, lo que significa una producción de 7 millones de toneladas anuales, con valor de 465 millones de dólares (Salcedo *et al.* 2012), ya que a la fecha no existen métodos directos para el control de este patógeno de importancia cuarentenaria, razón por la que se están llevando a cabo actividades de control del psílido y confinamiento del HLB, a fin de minimizar el riesgo de diseminación hacia otras regiones de los mismos estados y del país. Veracruz es el principal estado productor de cítricos en México con 227,352 has, de las cuales 160,888 se destinan a la producción de naranja, 37,864 a limón persa, 11,617 a tangerina, 8,944 a mandarina y 7,100 a pomelo. De la citricultura dependen 15 mil familias y cada año se generan alrededor de 10 millones de jorna-

les en las labores de cultivo, industrialización y comercialización de sus productos. Dentro de la región norte del estado, los municipios de Álamo, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Papantla son los principales productores. De este panorama parte la importancia de realizar acciones preventivas, ya que si el HLB se expandiera en Veracruz, habrían afectaciones severas en los ámbitos laboral, económico y social (SENASICA 2012, SIAP 2012).

El control químico del vector, junto con la producción de plantas certificadas bajo invernadero y la eliminación de árboles infectados, son las tácticas que están siendo empleadas para reducir la dispersión del HLB en los huertos de cítricos (Childers *et al.* 2002, Stansly & Qureshi 2007, SENASICA 2012). Sin embargo, el control biológico siempre ha sido un componente importante en el manejo integrado de plagas en cítricos, incluyendo *D. citri* (Chiu & Ku 1989). Entre sus principales enemigos naturales presentes en México, se encuentran parásitoides como *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) (Coronado & Ruiz 2004, Ruiz *et al.* 2004), depredadores como *Cyclonedas anguinea* (L.), *Chilocorus cacti* (L.), *Exochomus cubensis* Dimm, *Scymnus distinctus* Casey (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) y *Ocyptamus* sp. (Diptera: Syrphidae), además de los hongos entomopatógenos *Hirsutella citriformis* Speare (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae), *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae), e *Isaria* sp. (Hypocreales: Cordycipitaceae) (Meyer *et al.* 2007, López-Arroyo *et al.* 2008). Algunos de estos enemigos naturales han sido registrados como los responsables de la reducción en 80-100% de las poblaciones de estados inmaduros, con su mayor incidencia durante la primavera y verano, pero casi ausentes durante el invierno, lo cual está íntimamente relacionado con los patrones de crecimiento y abundancia del PAC (Michaud 2004, López-Arroyo *et al.* 2008).

El PAC tiene preferencia exclusiva por plantas de la familia Rutaceae y su reproducción es dependiente de la disponibilidad de brotes jóvenes pequeños u hojas tiernas recién expandidas. Los adultos y ninfas deben alimentarse de brotes tiernos para madurar sus huevos y completar su desarrollo, mientras que los adultos también pueden alimentarse y sobrevivir por varios meses en hojas completamente desarrolladas (Tsai *et al.* 2002, Fernández & Miranda 2005, Stansly & Qureshi 2007, Qureshi & Stansly 2008). La dinámica de brotación de naranja en México (Veracruz) comprende un periodo máximo que inicia a finales del invierno y principio de la primavera (febrero-marzo), un flujo medio a principios del verano (junio-julio) y varias brotaciones de menor intensidad en el otoño e invierno (agosto-diciembre) con poco o nulo desarrollo de nuevo follaje (Curti *et al.* 1998, Medina *et al.* 2007).

Al respecto, Tsai *et al.* (2002) evaluaron la dinámica poblacional de *D. citri* en plantaciones de *Murraya paniculata* (L.) Jack y toronja (*Citrus x paradisi* Macfady), encontrando una abundancia poblacional similar en ambos hospederos, y anotan que el crecimiento continuo de brotes producidos por *M. paniculata*, podría jugar un

papel importante en mantener altas poblaciones de este insecto, cuando no hay disponibilidad de brotes en huertos comerciales de cítricos. Resultados similares obtenidos por Hall *et al.* (2008) indican que altas infestaciones pueden ocurrir en cualquier momento, siempre y cuando existan condiciones ambientales favorables y haya disponibilidad de brotes.

La producción de brotes es influenciada por el clima, edad y variedad de la planta (Tsai & Liu 2000, Medina *et al.* 2007) por lo que la presencia de éstos y en consecuencia la dinámica poblacional del PAC y sus enemigos naturales asociados puede variar entre regiones, esto hace necesario el conocimiento particular de dichas interacciones que den pauta al diseño de estrategias de manejo del PAC y HLB. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue estimar la abundancia estacional de *D. citri* y sus factores asociados, en diversas especies de cítricos en plantaciones de Cazones, Veracruz, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó durante el periodo de febrero de 2010 a febrero de 2012 en tres plantaciones de cítricos en la región de Cazones, localizada en la zona norte del Estado de Veracruz, ($20^{\circ} 42' N$ y $97^{\circ} 18' O$) a 10 m de altitud. Limita al Norte con Tuxpan, al Este con el Golfo de México, al Sur con Papantla, al Suroeste con Poza Rica de Hidalgo y al Oeste con Tihuatlán. El clima de la región es cálido-húmedo (tipo *Am*) con temperatura promedio de $25^{\circ}C$, con abundantes lluvias en verano, precipitación media anual de 2000 mm y humedad relativa promedio anual de 82% (SMN 2012). Las características particulares de las plantaciones estudiadas se presentan en el Cuadro 1. Ninguna de las plantaciones fue sujeta a programas de irrigación durante el estudio. La temperatura ambiental y humedad relativa se obtuvieron de registros regulares usando un data logger (HOBO® Pro v2 modelo U23-001) instalado en un árbol en la plantación de naranja Valencia. Los datos de precipitación y temperaturas máximas y mínimas mensuales se obtuvieron del Sistema Meteorológico Nacional (SMN 2012).

Muestreo de Adultos. Los adultos del PAC son atraídos al color amarillo, por lo que para estimar la abundancia de éstos se instalaron 40 trampas de impacto por plantación. Se utilizaron trampas amarillas de forma rectangular (14x21 cm) estampadas con una cuadricula negra de 1.0 cm. Cada trampa se cubrió con una capa ligera de adherente Stick Bug 50%®. En cada plantación se seleccionaron 20 árboles; 10 en la orilla Sur-Este y los otros 10 en línea transversal al cultivo. Cada árbol se etiquetó en forma progresiva considerando los de la orilla Sur Este 1 al 10, y los de la diagonal de 11 al 20. Cada árbol fue geo-referenciado, colocando dos trampas en caras opuestas, a una altura de 1.70 m, las cuales fueron remplazadas cada 15 días, cubriendo la cara adherente con una pieza de plástico transparente para su traslado al laboratorio y

Cuadro 1. Características de las plantaciones de cítricos estudiadas (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

Plantación	Superficie ha ⁻¹	Topografía	Densidad plantación	Edad (años)	Labores agrícolas	Sistema de cultivo
<i>Citrus sinensis</i> cv Mars	1.5	Lomerío	6 × 6	12	Deshierbe Poda saneamiento Fertilización	Monocultivo
<i>Citrus limetta</i>	1.0	Plano	7 × 7	10	Deshierbe Aplicación insecticidas Fertilización	Monocultivo
<i>Citrus sinensis</i> cv Valencia	3.0	Plano	5 × 6	7	Deshierbe Poda saneamiento Fertilización	Combinado con maíz

cuantificar con microscopio estereoscópico el número de adultos y sexo de los ejemplares capturados.

Infestación de brotes y enemigos naturales. Para cuantificar el número de brotes producidos e infestados por *D. citri*, se realizaron muestreos quincenales en cada una de las plantaciones. Para esto se colocó un marco de alambrón (40x40 cm) sobre la periferia de cada uno de los árboles seleccionados a 1.70 m de altura. Para estimar las densidades poblacionales de huevos, ninfas, adultos y enemigos naturales, se tomó al azar un brote de 5 cm de longitud de cada cuadrante y árbol, a una altura de 1.5 a 1.7 m. Cada brote colectado se depositó en una bolsa plástica con una toalla de papel secante, manteniéndola en refrigeración para su traslado al laboratorio. Ahí fueron examinados con un microscopio estereoscópico, para registrar el número de huevos, ninfas y adultos de *D. citri*; así como larvas y adultos de depredadores y ninfas parasitadas (Hall & Albrigo 2007).

Los brotes se revisaron durante varios días para detectar ninfas parasitadas, mismas que se aislaron de forma individual en cápsulas de gelatina hasta la emergencia de parasitoides. Los especímenes colectados se conservaron en alcohol 70% para su determinación taxonómica. Así mismo, para registrar la presencia de patógenos asociados a *D. citri* se colectó una rama infestada de 40 cm de longitud de cada árbol seleccionado. En ellas se cuantificó el número de insectos con presencia de hongos, los cuales fueron colocados sobre círculos de papel húmedo en cajas Petri y sellados con parafilm para su determinación taxonómica.

Análisis estadístico. Con los registros obtenidos se comparó la densidad poblacional de adultos por trampa e inmaduros por brote, así como el total de brotes producidos e infestados por *D. citri* en cada una de las parcelas experimentales. Las

medias se compararon mediante pruebas de ANOVA y Tukey ($p \leq 0.05$), considerando la fecha de muestreo como repetición. Se usaron estadísticas descriptivas para el análisis temporal de las poblaciones medias mensuales. También se realizaron análisis de correlación (Coeficiente de correlación de Spearman) entre la densidad de *D. citri* y las variables fenológicas y ambientales. Tanto los ANOVA como las correlaciones se realizaron con el programa SAS (v9.0) empleando los comandos PROC GLM y PROC CORR(SAS Institute 2002).

RESULTADOS

Diaphorina citri estuvo presente durante todo el periodo de estudio, y el perfil de crecimiento poblacional fue similar en las tres plantaciones ($GL = 68, p = 0.4163$). La mayor infestación de adultos en trampas amarillas se registró en naranja cv. Mars, durante la segunda semana de marzo con promedio máximo de 10 individuos por trampa, lo cual se atribuye a que este cultivar es de floración-brotación temprana (1-2 semanas antes que la naranja cv. Valencia y la “lima de chiche”) favoreciendo el arribo temprano de los insectos ($r = 0.87$). Contrario a ello, en la plantación de lima (*C. limetta*) la población de adultos a lo largo del estudio fue baja ($\times = 3$) aunque hubo disponibilidad de brotes, lo cual sugiere una menor preferencia hacia este hospedero ($r = 0.39$).

Durante Febrero, Marzo, Abril y Julio se registraron las mayores infestaciones de adultos que coincidieron con la mayor disponibilidad de brotes y temperaturas favorables (25 a 29°C) para el desarrollo del psílido. Cabe resaltar que durante el periodo de Julio de 2010 a principios de Enero de 2011 la población de adultos casi desapareció en las tres plantaciones lo cual se asocia con la abundante precipitación y/o temperaturas desfavorables para su desarrollo. Hubo sincronía entre el desarrollo de brotes y el crecimiento poblacional de adultos, pues justamente se registró la mayor incidencia poblacional en el periodo de mayor brotación ($r = 0.39, 0.52$ y 0.87). La población de hembras ($GL = 68, p = 0.5631$) y machos ($GL = 68, p = 0.7928$), fue similar en los tres cítricos estudiados, aunque con tendencia favorable a las hembras en la plantación de naranja cv. Mars (Figs. 1 y 2, Cuadro 2).

En las tres plantaciones se presentó el patrón típico de brotación (Curti *et al.* 1998, Medina *et al.* 2007) que comprendió un periodo máximo que inició a finales del invierno y principios de la primavera (febrero-marzo); sin embargo, las brotaciones de verano (junio-septiembre) y otoño e invierno (septiembre- febrero) fueron erráticas y con poco o nulo desarrollo de nuevo follaje. Cabe señalar que en la plantación de lima, durante el periodo de marzo a noviembre de 2010 se presentaron brotaciones de poca intensidad, excepto en diciembre y enero, pero la presencia del psílido fue escasa lo que se relacionó con condiciones ambientales y de hospedera adversas para su desarrollo. No se encontraron diferencias significativas para la presencia de brotes infestados entre plantaciones ($GL = 68, p = 0.7890$) (Fig. 2, Cuadro 2).

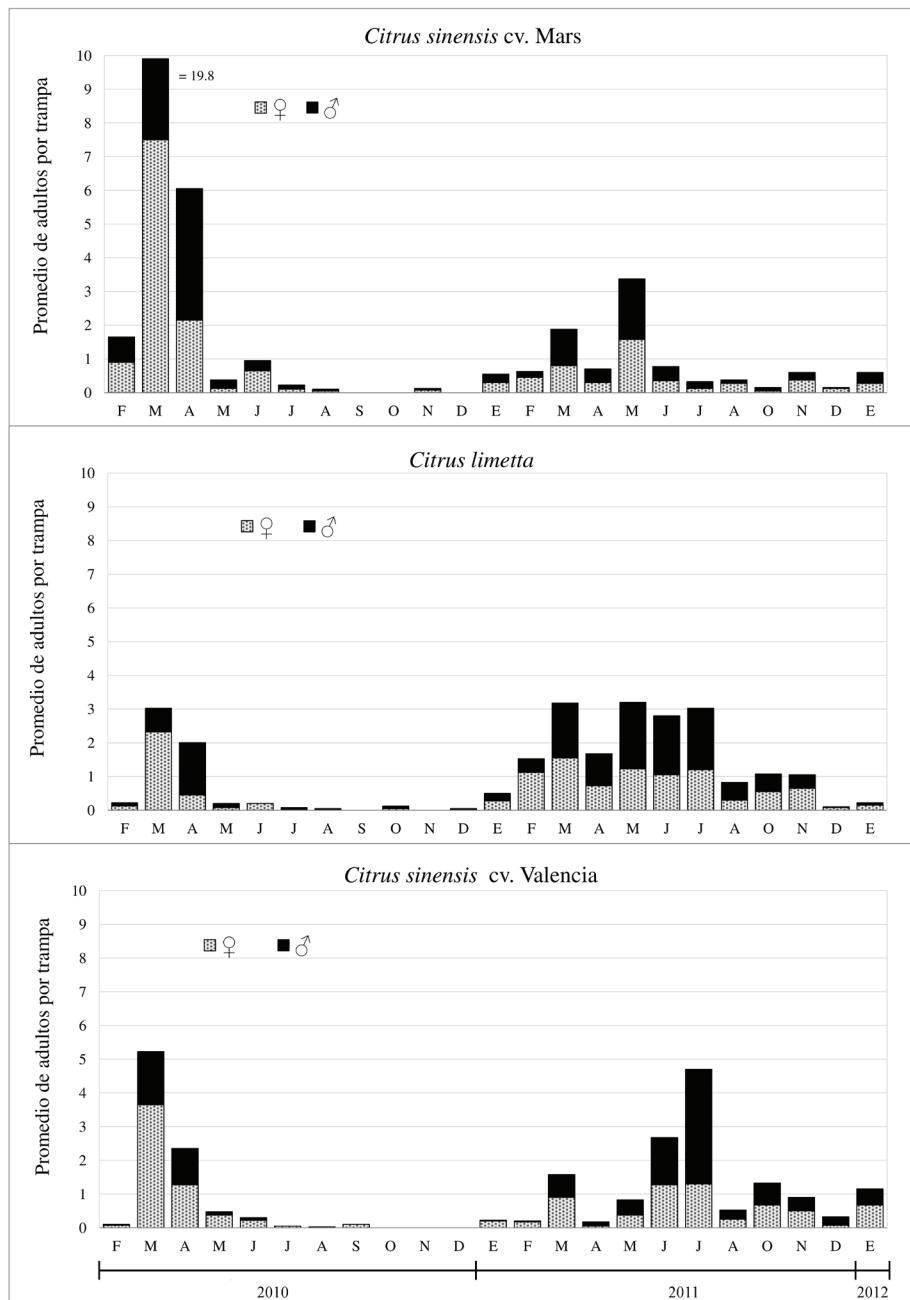


Figura 1. Promedio de adultos de *Diaphorina citri* por trampa colocadas en tres plantaciones de cítricos (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

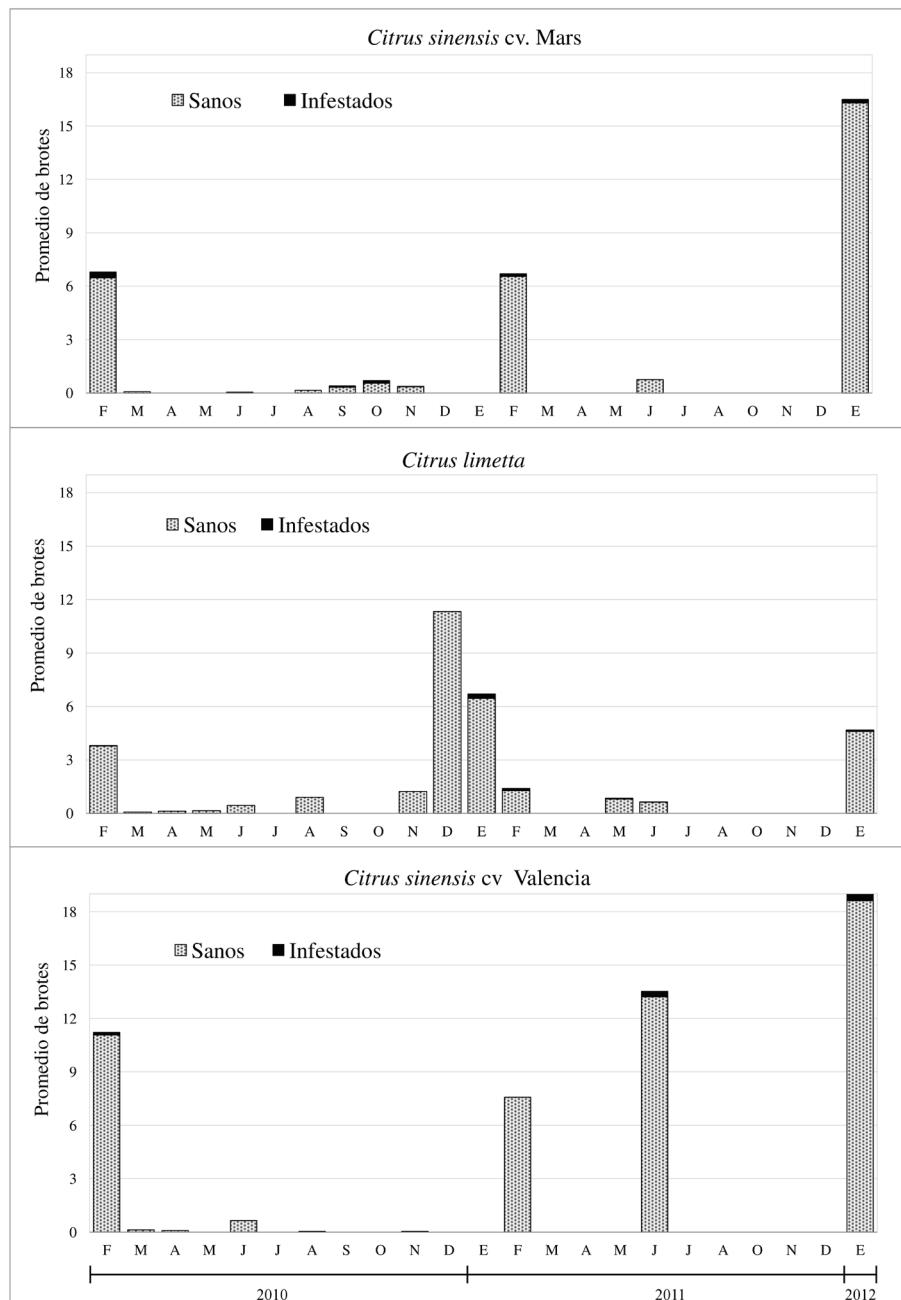


Figura 2. Promedio de brotes sanos e infestados por *Diaphorina citri* en tres plantaciones de cítricos (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

Cuadro 2. Densidad promedio de individuos de *Diaphorina citri* y brotes en tres plantaciones de cítricos (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

Plantación	Adultos	Hembras	Machos	Inmaduros	Brotes	Brotes infestados
<i>C. sinensis</i> cv Mars	2.01 a*	1.04 a	0.66 a	0.15 a	1.41 a	
<i>C. limetta</i>	1.21 a	0.53 a	0.56 a	0.09 a	1.40 a	0.02 a
<i>C. sinensis</i> cv Valencia	1.02 a	0.52 a	0.47 a	0.62 a	2.27 a	0.03 a

*Medias con la misma literal dentro de cada variable son estadísticamente iguales (Tukey, $p \leq 0.05$).

Las tres plantaciones de cítricos estudiadas, resultaron igualmente susceptibles a la presencia de estados inmaduros del PAC ($GL = 68$, $p = 0.1591$), sin embargo, en la naranja cv. Valencia se registró la densidad promedio más alta por brote, constituidas en su mayoría por huevos y ninfas de los primeros estadios (Fig. 3).

Las temperaturas prevalecientes en la zona de estudio, tuvieron un efecto determinante en la abundancia del psílido, ya que en períodos de baja temperatura ($\leq 20^{\circ}\text{C}$) la población del insecto fue incipiente aun con la presencia de brotes. El análisis de correlación indica que las densidades medias poblacionales fueron relacionadas significativamente con las temperaturas medias y la precipitación. La temperatura mensual promedio más baja (16.1°C) se registró en febrero de 2012, mientras que la máxima en mayo (29.4°C), en tanto que las plantaciones experimentaron períodos de alta precipitación (Junio-Agosto), lo cual afectó posiblemente el arribo y permanencia del psílido (Fig. 4, Cuadro 3).

En todas las plantaciones estudiadas se observó la presencia de enemigos naturales de *D. citri*. Como depredadores se recolectaron especímenes (dato que se corroboró al ofrecerles ninñas que consumieron) de *Olla v-nigrum* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Azyaspis*, *Scymnus bicolor* Germain, *Curinus coeruleus* Mulsant, *Brachiacantha* sp, e *Hyperaspis* sp. (Coleoptera: Coccinellidae); *Allograpta obliqua* Say (Diptera: Syrphidae) y algunos ejemplares de Chrysopidae (Neuroptera) y Araneae. A partir de ninñas parasitadas se obtuvieron ejemplares de *Tamarixia radiata* Waterson (Hymenoptera: Eulophidae). Además y aunque en bajo número, en todas las fechas de muestreo se recolectaron cadáveres de adultos infectados por el hongo *Hirsutella citriformis* Speare (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) en las tres plantaciones, y pocas ninñas infectadas por *H. besseyi* Fisher en la plantación de naranja Valencia.

DISCUSIÓN

La abundancia estacional de adultos capturados en trampas amarillas mostró una tendencia similar a la población registrada en los brotes, en consecuencia se asumió que las capturas registradas en las trampas colgadas en la periferia de los árboles fueron buenos indicadores de la población de adultos en las plantaciones. Aubert & Quilici

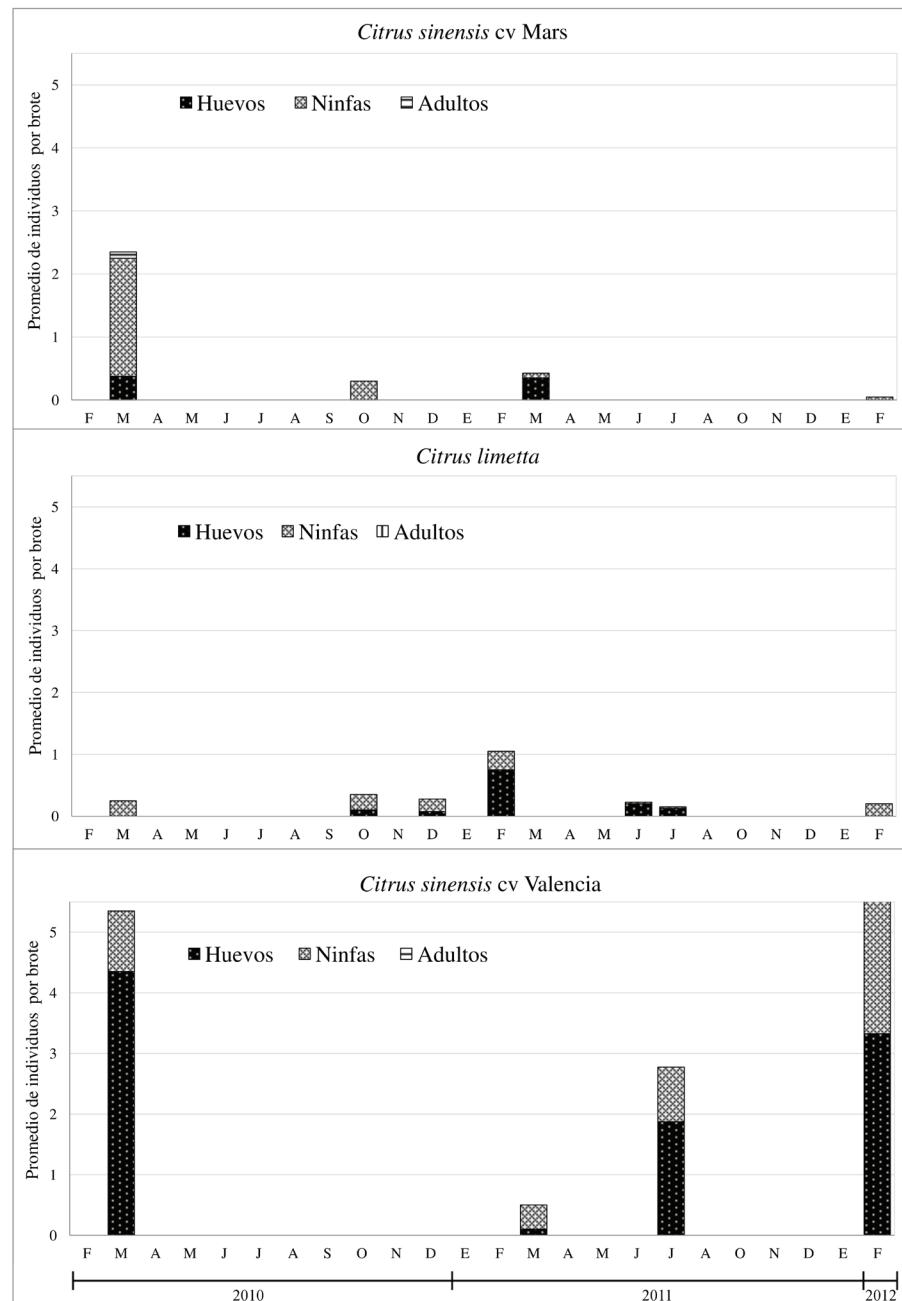


Figura 3. Promedio de individuos de *Diaphorina citri* por brote en tres plantaciones de cítricos (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

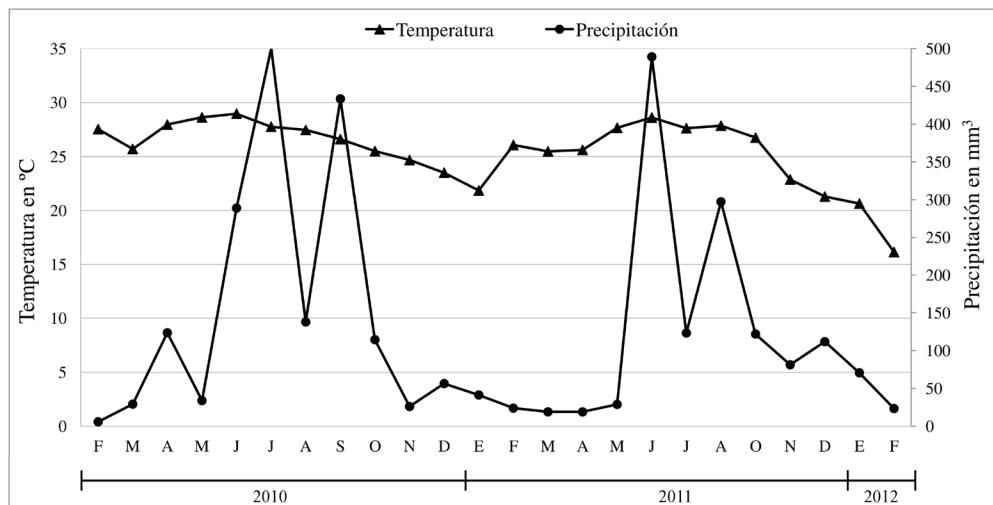


Figura 4. Temperatura promedio y precipitación pluvial mensual en plantaciones de cítricos (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

(1988) y Flores *et al.* (2009) reportaron que las trampas adhesivas amarillas fueron útiles para monitorear las poblaciones del psílido, con un ligero sesgo hacia las hembras. En este caso no se registraron diferencias significativas entre plantaciones ($p \geq 0.05$) y similar a lo reportado por Aubert & Quilici (1988), se encontró una tendencia a favor de las hembras (radio sexual ~60%). En todas las plantaciones, a mediados de marzo de 2010 se capturaron más hembras, comportamiento que coincidió con los períodos de mayor abundancia del psílido y brotación. El aumento en la captura de hembras podría relacionarse con un incremento en la actividad de vuelo de éstas en la búsqueda de brotes para ovipositar, lo cual se restringe a horas de mayor luminosidad (Aubert & Quilici 1988, Halbert & Manjunath 2004, Wenninger & Hall 2007, 2008). Un comportamiento típico del insecto adulto es saltar y realizar vuelos de 3 a 5 m cuando se mueven las hojas, cuando están sobre pobladas o cuando poseen escasas condiciones para su desarrollo. En algunas ocasiones, estos vuelos alcanzan alturas de 5 a 7 m del suelo, de donde los insectos son arrastrados por las corrientes del aire y trasladados a distancias de 0.5 a 4 km o aún mayores (Fung & Chen 2006, Hall 2008).

La presencia de brotes vegetativos tuvo influencia directa en la abundancia de *D. citri* debido a que la oviposición se realiza en brotes tiernos y el desarrollo de las ninfas transcurre en brotes jóvenes (Liu & Tsai 2000, Pluke *et al.* 2008). En las tres plantaciones se presentó la brotación típica abundante de primavera (febrero-abril 2010-2012)(Curti *et al.* 1998, Medina *et al.* 2007), pero no la brotación media esperada de julio-agosto. Probablemente estas diferencias fueron ocasionadas por la abun-

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Spearman para las variables que intervienen en la abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Cazones, Veracruz, México 2010-2012).

Huerto/Variable	Inmaduros	Adultos	Infestación	Brotación
<i>C. sinensis</i> cv Mars				
Temperatura	-0.175	0.195	0.101	0.37
Precipitación	-0.188	-0.337**	-0.144	0.478
Brotación	0.687***	0.874	0.678***	1
<i>C. limeetta</i>				
Temperatura	-0.031	0.470	0.049	0.84
Precipitación	-0.211	-0.255	-0.28	-0.172
Brotación	0.580***	0.390	0.58***	1
<i>C. sinensis</i> cv Valencia				
Temperatura	-0.152	0.135	0.128	0.995
Precipitación	-0.142	-0.005	-0.016	0.677
Brotación	0.738***	0.528	0.572***	1

Correlaciones de Spearman fueron significativas a valores iguales o mayores de 0.05 (), 0.005 (**) y 0.0001 (***)).

dante precipitación registrada durante 2010. Los datos de temperatura mostraron una relación directa con los períodos de brotación ($r = 0.37, 0.84$ y 0.99). En la parcela de “lima” ocurrieron varias brotaciones de baja intensidad, con escaso desarrollo de follaje, lo cual se atribuye a las intensas labores de poda y aplicaciones de fertilizantes e insecticidas a la que estuvo sometida la plantación (Albrigo 1999).

Los períodos donde se registró la mayor infestación del psílido (Febrero – Abril, Julio) coincidieron con la disponibilidad de brotes y temperaturas favorables (25 a 29°C) para el desarrollo del insecto (Pluke *et al.* 2008). Sin embargo, en otras fechas durante el estudio (Diciembre - inicio de Febrero), el número de brotes fue un pobre indicador de la abundancia de huevos, ninfas y adultos, como ocurrió en la plantación de lima, en donde la población del psílido fue escasa aun cuando hubo presencia de brotes. En este sentido, estudios realizados en plantaciones de cítricos en Florida (Stansly & Qureshi 2007, Hall *et al.* 2008) señalaron que la abundancia de brotes resultó un indicador inconsistente de la densidad media del psílido por brote, debido a que la incidencia del insecto fue dependiente de la combinación de precipitación, temperatura y presencia de brotes vegetativos.

Al igual que los adultos, las poblaciones de huevos y ninfas fueron más abundantes durante febrero y marzo en las tres plantaciones, por lo que las mayores infestaciones de *Diaphorina* serían comunes durante la época de invierno-primavera en los cítricos de Veracruz, sin embargo, es posible que ocurran otras infestaciones en cualquier época del año dependiendo de factores ambientales, operacionales y la disponi-

bilidad de brotes. Esta aseveración es soportada por varios investigadores (Atwal *et al.* 1968, Aubert & Hua 1990, Tsai *et al.* 2002, Hall *et al.* 2008) quienes señalan que si se pudieran predecir los períodos de brotación/floración por región agroecológica y variedad, así como la relación que guardan con factores ambientales, los agricultores podrían limitar las aplicaciones de insecticidas justo antes del inicio de la brotación para prevenir el crecimiento poblacional del psílido y justificar la aplicación de una medida de control.

Las condiciones prevalecientes durante el estudio, en general fueron favorables para el desarrollo de las poblaciones de *D. citri*. El rango de temperatura óptima se encuentra entre los 24-28 °C, mientras que temperaturas constantes de 16°C son perjudiciales para los adultos (Liu & Tsai 2000, Fung & Chen 2006). La temperatura media diaria osciló entre 25-28°C durante febrero, marzo y julio, lo que coincidió con los máximos picos poblacionales. Sin embargo, un descenso notable de la temperatura ocurrió durante diciembre a enero en los dos años de estudio lo cual tuvo repercusión negativa en las poblaciones del psílido, aun con presencia de brotes. Según Fung & Chen (2006) las temperaturas frías suprimen la oviposición y prolongan el desarrollo de los inmaduros. Si el frío daña al brote es de esperarse que también perezcan los huevos y ninfas presentes en estos, debido a la estrecha dependencia que existe entre ambos. Un periodo de altas temperaturas (~ 30 °C) durante abril y mayo parece no haber afectado al psílido. Fung & Chen (2006) señalaron que la longevidad del adulto de *D. citri* en *M. paniculata* se reduce de 84 días a 20°C a 36 días a 28 °C.

Aparentemente, la precipitación también tuvo repercusión importante en la abundancia poblacional, ya que justo en los períodos de máxima precipitación, la población disminuyó notablemente. En tal sentido, Sohail *et al.* (2004), determinaron una correlación negativa entre la abundancia poblacional de *D. citri* y la humedad relativa. Al respecto Hall *et al.* (2008) notaron que valores de precipitación mensual superior a 150 mm disminuyen drásticamente la densidad de ninfas y huevos, debido a un efecto de voldeo por lavado, dado que *D. citri* ovipone en brotes superiores de la planta, quedando las ninfas completamente expuestas al impacto de la lluvia. Aubert (1987) señala que las poblaciones de *D. citri* no toleran la humedad cercana al punto de saturación, debido a que esta situación promueve epizootias fungales, a las cuales las ninfas son susceptibles. Sin embargo, la alta humedad registrada en Florida no previno el alto incremento de las poblaciones del psílido durante el verano (Hall *et al.* 2008).

Aun cuando el psílido puede hospedarse en diversidad de especies de las rutáceas, este muestra preferencia por plantas de *M. paniculata* y *C. aurantifolia* para alimentarse, ovipositar y reproducirse (Aubert & Hua 1990). Al respecto, Liu & Tsai (2000), Tsai *et al.* (2002) y Nava *et al.* (2007) observaron diferencias en la duración del ciclo ninfal y la fecundidad de *D. citri*, resultando favorables la “lima Rangpur” (*Citrus limonia*), y la “limonaria” (*M. paniculata*), no así la “mandarina Sunki” (*Citrus sunki*). Sin embargo, con base en diversos estudios con *D. citri* en toronja (*C. paradisi*) y *M.*

paniculata, Skelley & Hoy (2004) indicaron que en iguales condiciones, el psílido no tiene preferencia por uno u otro hospedero, determinando la selección por la disponibilidad continua de brotes para el mantenimiento de altas poblaciones, además de la tolerancia de *M. paniculata* al daño por alimentación directa del psílido. También comentan que la disponibilidad constante de brotes en *M. paniculata* juega un papel determinante en el mantenimiento de altas poblaciones del psílido, sobre todo cuando no existen brotes en los huertos comerciales.

En relación con los enemigos naturales recolectados, no se encontraron evidencias suficientes que mostraran que las diversas especies tuvieran injerencia directa en la dinámica poblacional de *D. citri*. Sin embargo, es importante resaltar que su presencia fue constante a lo largo del periodo de estudio en las tres plantaciones, particularmente en plantas de *M. paniculata* en donde su abundancia mantiene estrecha relación con las poblaciones de *D. citri*. Durante el verano-invierno, en las tres plantaciones también se encontraron adultos de *D. citri* infectados por el hongo *Hirsutella citriformis* Speare, y en naranja cv. Valencia aparecieron algunas ninfas infectadas, al parecer por la especie *H. besseyi* Fisher, aspecto importante a considerar, ya que estos hongos patógenos fueron el principal factor de mortalidad de *D. citri*, en áreas donde la humedad relativa prevaleciente fue mayor de 80% (Aubert 1987, Étienne *et al.* 2001).

Por tanto, debido a que el PAC y la enfermedad HLB están ahora presentes en México, y existen las condiciones ambientales favorables para su desarrollo, es imprescindible la implementación de estrategias de manejo del cultivo que reduzcan o limiten las épocas de producción de brotes para mantener las poblaciones de este insecto a bajos niveles, y así minimizar el impacto de ésta enfermedad en la producción de cítricos de México.

AGRADECIMIENTOS. Al CONACYT por el apoyo financiero para la realización de este estudio como parte del proyecto FONSEC-SAGARPA-CONACYT 2009-10859: “Manejo de la Enfermedad Huanglongbing (HLB) mediante el control de las poblaciones del vector *Diaphorina citri*”; a los Dres. J. Refugio Lomelí Flores (Colegio de Postgraduados) y Alejandro González Hernández (Universidad Autónoma de Nuevo León) por su apoyo en la determinación taxonómica de parasitoides; al Ing. Marco A. Mellín Rosas (Centro Nacional de Referencia en Control Biológico, Colima), y Dr. José L. Rosas Acevedo (Universidad Autónoma de Guerrero) por el apoyo en la determinación de hongos entomopatógenos. A la familia Villegas-Velázquez por el apoyo logístico y facilidades brindadas para la realización del estudio en las plantaciones de su propiedad.

LITERATURA CITADA

- Albrigo, L. C.** 1999. Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. *Proceedings Florida State Horticulture Society*, 112:1-4.
- Atwal, A. S., Haudhary, J. P. & Amzan, M. R.** 1968. Studies on the development and field population of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Psyllidae: Homoptera). *Journal Research Punjab Agriculture University*, 7: 333-338.

- Aubert, B.** 1987. *Trioza erytreae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42: 149-162.
- Aubert, B., & Hua, X. Y.** 1990. Monitoring flight activity of *Diaphorina citri* on citrus and *Murraya* canopies, pp. 181-187. In: Aubert,B., Tontyaporn,S. & Buangsuwon, D. (Eds.), Rehabilitation of Citrus Industry in the Asia Pacific Region. *Proceedings of the 4th Asia Pacific International Conference on Citriculture, Thailand*.
- Aubert, B. & Quilici, S.** 1988. Monitoring adult psyllas on yellow traps in Reunion Island, pp. 249-254. In: Garnsey, S. M., Timmer, L. W. & Dodds, J. A. (Eds.). *Proceedings of the 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Univ. California, Riverside, CA*.
- Bové, J. M.** 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal Plant Pathology*, 88: 7-37.
- Cermeli, M., Morales, P. & Godoy, F.** 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Psyllidae) en Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, 15: 235-243.
- Childers, C. C., Simms, M. K. & Threlkeld, D. K.** 2002. Evaluation of insecticides for control of Asian citrus psylla (ACP) on Florida citrus, 2001. *Arthropods Management Tests*, 27: D2.
- Chiu, S. C. & Ku, S. C.** 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan. *Fruits*, 44: 404-407.
- Coronado, B., J. M. & Ruiz, C. E.** 2004. Registro del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) para México. *Folia Entomológica Mexicana*, 43:165-166.
- Curti, D. S., Díaz Z., U., Loredo S., X., Sandoval R., J. A., Pastrana A., L., & Rodríguez C., M.** 1998. Manual de Producción de Naranja para Veracruz y Tabasco. *Libro Técnico N°2*. CIRGOC-INIFAP-- SAGAR. 175 pp.
- Étienne, J., Quilici, S., Marival, D., & Franck, A.** 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits* 56: 307-315.
- Fernández, M. & Miranda, I.** 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III: Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar. *Revista Protección Vegetal*, 20:161-164.
- Flores, D., Hall, D. G., Jenkins, D. A. & Setamou, M.** 2009. Abundance of Asian Citrus Psyllid on Yellow Sticky Traps in Florida, Puerto Rico, and Texas Citrus Groves. *Southwestern Entomologist*, 34: 1-12.
- Fung, Y. C., & Chen, C. N.** 2006. Effects of temperature and host plant on population parameters of the citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama). *Formosan Entomologia*, 26:109- 123.
- Garnier, M., & Bové, J. M.** 2000. Huanglongbing in Cambodia, Laos, and Myanmar. pp. 378-380. In: *Proceedings of 14th Conference IOCIV, IOCIV, Riverside2000*.
- Halbert, S. E. & Nuñez, C. A.** 2004. Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist*, 87: 401-402.
- Halbert, S. E.** 2005. The discovery of huanglongbing in Florida. Pages H-3 In: *Proceedings of 2nd International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop*. Florida Citrus Mutual. Orlando, FL.
- Halbert, S. E. & Manjunath, K. L.** 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87: 330- 353.
- Hall, D. G.** 2008. Biology, History and World Status of *Diaphorina citri*.11 pp. In: *Memorias del I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (Candidatus Liberibacter spp) y el psílido asiático de los cítricos (Diaphorina citri)*. 7-9 de Mayo, 2008. Hermosillo, Sonora, México.

- Hall, D. G., Hentz, M. G. & Adair Jr., R. C.** 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environmental Entomology*, 37:914-924.
- Hall, D. G. & Albrigo, L. G.** 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. *Hortscience*, 42:364-368.
- Liu, Y. H. & Tsai, J. H.** 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 137:201-206.
- López-Arroyo, J. I., Jasso, J., Reyes, M. A., Loera-Gallardo, J., Cortez-Mondaca, E. & Miranda, M. A.** 2008. Perspectives for biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Mexico. p. 289. *Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing. Orlando, Florida*.
- López-Arroyo, J. I., Peña, M. A., Rocha Peña, M. A. & Loera, J.** 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp. C68. In: *Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología*. Chihuahua, Chih., México.
- López-Arroyo, J. I., Peña, M. A., Rocha-Peña, M. A. & Loera, J.** 2004. Occurrence of the Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Mexico, pp. 179. In: *XI Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Abstracts*. November 2004. Monterrey, Nuevo León, México.
- Medina U. M., Zapiaín E., G., Robles G., M. M., Pérez Z., O., Orozco S., M., Williams, T. & Bécerra, S. R.** 2007. Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30:133-143.
- Meyer J. M., Hoy, M. A. & Boucias, D. G.** 2007. Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. *Journal of Invertebrate Pathology*, 95: 101-109.
- Michaud, J. P.** 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in Central Florida. *Biological Control*, 29: 260-269.
- Nava, D. E., Torres, M. L. G., Rodrigues, M. D. L., Bento, J. M. S. & Parra, J. R. P.** 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem.,Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 131: 709-715.
- Pluke, R. W. H., Qureshi, J. A. & Stansly, P. A.** 2008. Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) populations and parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. *Florida Entomologist*, 91: 36-42.
- Qureshi, J. A. & Stansly, P. A.** 2008. Rate, placement, and timing of aldicarb applications to control Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in oranges. *Pest Management Science*, 64: 1159-1169.
- Roistacher, C. N.** 1996. The economics of living with citrus diseases: huanglongbing (greening) in Thailand. Pp. 279-285. In: *Proceedings of 13th Conference IOCV, IOCV, Riverside*.
- Ruiz, C. E., Coronado B., J. M. & Myartseva, S. N.** 2004. The Asian citrus psyllid in Mexico. *52nd Annual Meeting of the Entomological Society of America*. Salt Lake City, UT. Chien.
- Ruiz, C. E., Coronado B., J. M. & Myartseva, S. N.** 2006. Situación actual del manejo de las plagas de los cítricos en Tamaulipas, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*78: 94-100.
- Salcedo B. D., González H., H., Rodríguez L., E., Vera V., E., Múzquiz F., C. & 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.
- SAS Institute.** 2002. The SAS System SAS Institute 2002 for Windows. Version 9.0.

- SENASICA.** 2012. Situación actual y perspectivas del huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México. (Disponible en línea con actualizaciones en <http://www.senasica.gob.mx>) (Consulta: 03-febrero-2012).
- SIAP.** 2012. Producción agrícola por cultivo y por estado. México (Disponible en línea con actualizaciones en http://www_siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (Consulta: 03-febrero-2012).
- SMN.** 2012. Mapa de lluvias de días anteriores. Climatología, CONAGUA (Disponible en línea con actualizaciones en: http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=124&Itemid=10 (Consulta: 01-marzo-2012).
- Skelley, L. H. & Hoy, M. A.** 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control*, 29: 14-23.
- Sohail, A., Nisar, A. & Rasool, R. K.** 2004. Studies on Population Dynamics and Chemical Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6: 970-973.
- Stansly, P. A. & Qureshi, J. A.** 2007. Insecticidal control of Asian citrus psyllid through foliar applications on orange, 2006. *Arthropod Management Tests*, 32: D10.
- Thomas, D. B.** 2002. Trip report: Status of the brown citrus aphid in the Mexican state of Campeche: April 2002. USDA-ARS. Kika de la Garza Subtropical AgricultureResearch Center. Weslaco, Texas. 9 p.
- Tsai J. H., Wang, J. J. & Liu, Y. H.** 2002. Seasonal abundance of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida. *Florida Entomologist*, 85:446-451.
- Tsai J. H. & Liu, Y. H.** 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) on four host plants. *Journal of Economic Entomology*, 93:1721-1725.
- Villalobos, W., Godoy, C. & Rivera, C.** 2004. Occurrence of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), the vector of Huanglongbing, in Costa Rica. In: *Proceedings of the XVI Conference of the International Organization of Citrus Virologists*. Monterrey, MX. pp. 7-13.
- Wenninger, E. J. & Hall, D. G.** 2007. Daily timing of mating and age at reproductive maturity in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 90: 715-722.
- Wenninger, E. J., & Hall, D. G.** 2008. Daily and seasonal patterns in abdominal color in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101: 585-592.