

Coccinélidos como potenciales enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, México

Coccinellids as potential natural enemies of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in a citrus orchard in Tuxpan, Veracruz, Mexico

Julio César GONZÁLEZ CÁRDENAS¹, Ignacio Esteban CASTELLANOS STUREMARK² ✉, Leopoldo Jan FUCIKOVSKY ZAC³, Maritza LÓPEZ HERRERA² y Gerardo SÁNCHEZ ROJAS²

¹Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Carretera Tuxpan-Tampico. Km 7,5. Tuxpan, Veracruz, México; ²Laboratorio de Interacciones Biológicas, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo S/N. AP.69-1. Pachuca, Hidalgo, México y ³Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco. Km. 35,5. C.P. 56230. Montecillo, Estado de México, México. E-mails: juliogonzalez@uv.mx e ignacioe@uaeh.edu.mx ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 22/02/2011

Fin de arbitraje: 01/03/2012

Revisión recibida: 10/10/2012

Aceptado: 08/12/2012

RESUMEN

El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama es el principal vector de la enfermedad denominada Huanglongbing o enverdecimiento de los cítricos. El insecto se reportó en México por primera vez en el 2002 en el estado de Campeche, y actualmente se encuentra en todas las regiones citrícolas del país. La enfermedad fue identificada por primera vez en 2009 en el estado de Yucatán y actualmente se encuentra distribuida en los estados de Quintana Roo, Campeche, Jalisco, Nayarit, Colima, Sinaloa, Michoacán, Chiapas, Baja California Sur, Hidalgo, Tabasco, Guerrero y podría llegar a distribuirse en todas las regiones citrícolas del país. Se determinó la abundancia e identificación de coccinélidos en 480 árboles de la variedad valencia temprana (*Citrus sinensis* L.) en el municipio de Tuxpan, Veracruz, México, y se evaluó su capacidad de consumir ninfas de *D. citri*. Las especies de coccinélidos encontrados fueron: *Curinus coeruleus* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Chilocorus stigma* S. e *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville. La especie de coccinélido más abundante durante el periodo de muestreo fue *C. coeruleus*. *Curinus coeruleus* fue el coccinélido que consumió las ninfas en el menor tiempo, seguida de *C. stigma* y por último *C. sanguinea* e *H. convergens*. Estos resultados muestran que las cuatro especies de coccinélidos pueden ser considerados como posibles agentes de control biológico de *D. citri* en Veracruz, una de las principales regiones citrícolas de México.

Palabras clave: Control biológico, *Diaphorina citri*, Coccinellidae, abundancia promedio, tiempo de depredación

ABSTRACT

The Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama is the main vector of the greening disease or Huanglongbing on citrus. The insect was reported for the first time in 2002 in Campeche State and today it is present in all the citrus areas of Mexico. The disease was initially reported in Yucatan State and to date it has been reported in Quintana Roo, Campeche, Jalisco, Nayarit, Colima, Sinaloa, Michoacán, Chiapas, Baja California Sur, Hidalgo, Tabasco, Guerrero. The disease could potentially be distributed in all the country. Identification and quantification of coccinellids were determined on 480 citrus trees (*Citrus sinensis* L.) cv Valencia in Tuxpan, Veracruz, Mexico and their capacity to feed on *D. citri* nymphs also was evaluated. The species of coccinellids identified were: *Curinus coeruleus* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Chilocorus stigma* S. and *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville. *Curinus coeruleus* was the most abundant species during the sampling period and also it fed on nymphs in the shortest period of time. After, *C. coeruleus*, *C. stigma*, *C. sanguinea*, and *H. convergens* fed also on *D. citri* nymphs in a longer period of time, respectively. These results suggest that the four species of coccinellids could be considered as potential biological control agents of *D. citri* in Veracruz, one of the main citrus production regions in Mexico.

Key words: Biological control, *Diaphorina citri*, Coccinellidae, Average abundance, predation time

INTRODUCCIÓN

El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama es el principal vector de la bacteria

Candidatus Liberibacter spp. y su único vector en el continente Americano causante de la enfermedad denominada Huanglongbing o enverdecimiento de los cítricos, causada por la bacteria (García, 2007). El

enverdecimiento de los cítricos, se desarrolla en el floema de las plantas y es considerada como la enfermedad de mayor importancia en los cítricos, reduciendo la producción y calidad de los frutos y provocando un severo debilitamiento de los árboles (Bové, 2006).

Diaphorina citri se describió en Taiwan en 1907, se reportó en América por primera vez en Brasil en 1940 (Lima, 1942) y posteriormente en Florida en 1998 (Halbert *et al.*, 2000). El primer registro para México data del 2002 en el estado de Campeche y actualmente se encuentra en todas las regiones citrícolas del país (López *et al.*, 2005). En México, para junio del 2012, los estados con presencia de Huanglongbing son Sinaloa, Baja California Sur, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán e Hidalgo (SENASICA, 2012).

La oviposición y la alimentación durante los estadios ninfales del insecto se llevan a cabo exclusivamente en yemas y hojas jóvenes de plantas de la familia Rutaceae, particularmente de especies de cítricos, mientras que los adultos pueden sobrevivir en hojas maduras (Michaud, 2004; Qureshi y Stansly, 2009). Actualmente existe una gran preocupación por las pérdidas que podría ocasionar esta enfermedad y mucho interés por desarrollar estrategias para controlar al vector debido a que México es uno de los principales productores de cítricos en el mundo y la enfermedad podría llegar a distribuirse en todas las zonas citrícolas del país.

El control biológico es una de las alternativas para el manejo de *D. citri*. En otros países se ha llevado a cabo utilizando hongos entomopatógenos, parasitoides y depredadores (Halbert y Manjunath, 2004; Yang *et al.*, 2006). Dentro del grupo de los depredadores, los escarabajos de la familia Coccinellidae han sido de los más estudiados y en algunos casos fueron reguladores importantes de *D. citri* (Michaud, 2001, 2002, 2004; Qureshi y Stansly, 2009). En México, Cortez-Mondaca *et al.*, (2011) comentaron que se tiene muy poco conocimiento sobre los enemigos naturales que podrían controlar las poblaciones del vector y limitar su potencial de transmitir inóculo suficiente para causar la enfermedad. Tomando en cuenta la importancia de los coccinélidos como depredadores de *D. citri*, la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar la abundancia y diversidad de coccinélidos en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, una de las principales zonas citrícolas de México, así como

evaluar su capacidad de consumir individuos de *D. citri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en un huerto de cítricos de la variedad Valencia temprana (*Citrus sinensis* L.) en el ejido Zapote Bueno, municipio de Tuxpan, Veracruz, México ubicado en las coordenadas geográficas de 21° 02,349' N y 097° 26,369' W, con una temperatura máxima de 40,8°C y una mínima de 15,6 °C y una precipitación máxima de 1868 mm y una mínima de 780 mm (INEGI, 2010). El huerto tiene una superficie de tres hectáreas y cuenta con árboles de cuatro años sembrados a una distancia de 7x 7 m en un sistema de siembra marco real con un total de 204 plantas por hectárea.

Abundancia de coccinélidos

Se realizaron muestreos semanales durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2009, periodo donde se presentó una brotación de yemas, etapa fenológica que se asocia positivamente con la presencia de ninfas de *D. citri* (Tsai *et al.*, 2002; Hall *et al.*, 2008). Se tomaron al azar 30 árboles diferentes cada semana, dando un total de 480 árboles en el periodo. Se colectaron de forma directa los coccinélidos adultos durante 10 minutos por árbol entre las 08:00 y las 13:00 h. Se calculó la abundancia promedio semanal por árbol para cada especie.

Se colectaron especímenes adultos de coccinélidos encontrados, se colocaron en un frasco con cianuro y posteriormente en alcohol al 70% para trasladarlos al laboratorio de Parasitología Agrícola de la Facultad de Ciencias Biológicas Agropecuarias de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Tuxpan, Veracruz, México, en donde fueron identificados. La identificación taxonómica se realizó utilizando un microscopio estereoscópico y siguiendo las claves de González (2006, 2009) e ITIS (2011).

Pruebas de aceptabilidad

Los coccinélidos y las ninfas de *D. citri* utilizados en el experimento se colectaron de las plantas de Valencia temprana *C. sinensis* durante la brotación de yemas que se presentó en el mes de febrero de 2009. Para determinar la capacidad que

tienen los diferentes coccinélidos para consumir individuos de *D. citri*, se comparó el tiempo en que éstos consumen ninfas del insecto. Ocho individuos adultos de cada especie de coccinélido fueron privados de alimento durante 24 h y posteriormente colocados individualmente en cajas petri de 5 cm de diámetro con diez ninfas de *D. citri* del quinto estadio ninfal. Se registró el número de ninfas consumidas por cada individuo cada 60 min hasta que consumieron el total de las ninfas. En el fondo de las cajas petri se colocó un papel blanco con la finalidad de tener mejor visibilidad. Las pruebas de depredación se realizaron en condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$).

Análisis estadístico

La abundancia de las diferentes especies de coccinélidos, así como los tiempos que les tomó a éstos consumir las ninfas de *D. citri*, se analizaron utilizando un análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis debido a que los datos, aún transformados, no cumplieron con los supuestos de normalidad. Posteriormente se realizaron comparaciones múltiples mediante pruebas de Mann-Whitney utilizando la técnica de Bonferroni (Sokal y Rohlf, 1995). Los análisis de varianza, las comparaciones múltiples y la verificación de sus supuestos se realizaron con el paquete estadístico Sigma Stat versión 3,5.

RESULTADOS

Abundancia de coccinélidos

Se encontraron cuatro especies de coccinélidos durante las observaciones realizadas en el periodo de muestreo: *Curinus coeruleus* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Chilocorus stigma* S. e *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville.

La especie de coccinélido más abundante en el periodo evaluado fue *C. coeruleus*, siendo esta significativamente mayor que las otras especies ($H = 92,641$, g.l. = 3, $P < 0,001$) (Figura 1). La mayor abundancia de *C. coeruleus* se presentó en los meses de febrero ($H = 16,599$, g.l. = 3, $P < 0,001$), marzo ($H = 83,137$, g.l. = 3, $P < 0,001$) y abril ($H = 16,379$, g.l. = 3, $P < 0,001$); en mayo, las cuatro especies de coccinélidos no difirieron significativamente ($H = 4,498$, g.l. = 3, $P = 0,213$) (Figura 2).

Depredación de *D. citri*

Se encontraron diferencias significativas entre los tiempos de consumo de *D. citri* por las diferentes especies de coccinélidos ($H = 26,084$, g.l. = 3, $P < 0,001$). La especie de coccinélido que consumió las

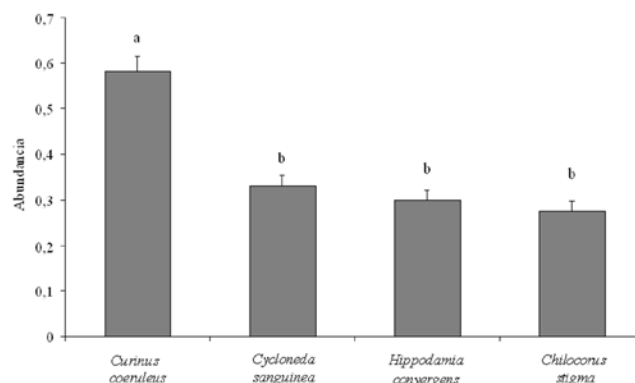


Figura 1. Abundancia promedio semanal por árbol ($N = 480$ árboles) de coccinélidos adultos presentes en un huerto de cítricos en la comunidad de Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz, México durante cuatro meses de muestreo. Las barras representan promedios $\pm$ error estándar. Los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Mann-Whitney con corrección por Bonferroni.

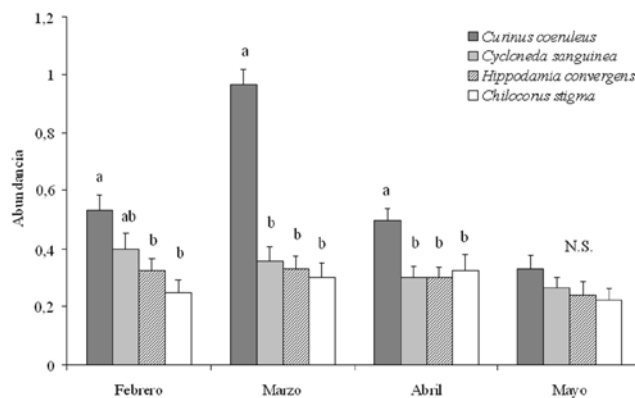


Figura 2. Abundancia promedio semanal por árbol ($N = 120$ árboles) de coccinélidos adultos presentes en un huerto de cítricos en la comunidad de Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz, México para cada uno de los meses de muestreo. Las barras representan promedios $\pm$ error estándar. Para cada mes, los promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Mann-Whitney con corrección por Bonferroni. N.S. = no se detectaron diferencias significativas.

ninfas en el menor tiempo fue *C. coeruleus* ($345,0 \pm 9,26$ min), seguida por *C. stigma* ($510,0 \pm 10,69$ min) y por último *C. sanguinea* ($622,5 \pm 10,35$ min) e *H. convergens* ($622,5 \pm 18,32$ min) (Figura 3). No se detectaron diferencias significativas entre los tiempos de consumo de las últimas dos especies (Figura 3).

DISCUSIÓN

De las cuatro especies de coccinélidos encontradas en el ejido Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz, *C. coeruleus*, *C. sanguinea* e *Hippodamia convergens* han sido reportadas anteriormente como especies depredadoras de *D. citri* en huertos de cítricos en Florida, E.U.A. y Puerto Rico (Michaud 2002, 2004; Michaud y Olsen, 2004; Pluke *et al.*, 2005; Qureshi y Stansly, 2009). La especie *C. stigma* se le había reportado en cítricos, pero alimentándose de cóccidos (Collins y Whitcomb, 1975; Michaud *et al.*, 2002), aunque una especie congénica (*Chilocorus cacti* L.) ya ha sido reportada como depredadora de *D. citri* en Puerto Rico (Pluke *et al.*, 2005).

Curinus coeruleus fue el depredador más abundante en este estudio, contrario a lo reportado en huertos de cítricos de Florida donde su abundancia fue baja, considerablemente menores que *C. sanguinea*, (Michaud, 2001, 2004; Michaud y Olsen, 2004; Qureshi y Stansly, 2009). *Curinus coeruleus* es

una especie originaria del continente Americano, al parecer introducida a Estados Unidos desde México (Gordon, 1985) y aparentemente adaptada a climas tropicales (Michaud *et al.*, 2002; Michaud y Olsen, 2004). En huertos de cítricos en regiones tropicales, *C. coeruleus* es una especie abundante y ha sido exitosa en programas de control biológico clásico en Hawaii, India, Filipinas e Indonesia (Michaud y Olsen, 2004), por lo que la región de Tuxpan, Veracruz, representa un sitio favorable para esta especie. Actualmente se desconocen las causas del cambio en la abundancia de *C. coeruleus* a lo largo de los meses de muestreo, por lo que son necesarios estudios para determinarlo.

Los resultados de este trabajo muestran que las ninfas de *D. citri* constituyen presas aceptables para las cuatro especies de coccinélidos presentes en el ejido Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz. La especie que consumió las ninfas en el menor tiempo fue *C. coeruleus*, seguida por *C. stigma*. Al igual que en este estudio, Michaud y Olsen (2004) observaron que el consumo de ninfas de *D. citri* por *C. coeruleus* fue significativamente mayor que el de *C. sanguinea*. De forma similar a lo encontrado en este estudio, Pluke *et al.* (2005) no detectaron diferencias significativas en la velocidad de consumo de ninfas de *D. citri* entre *H. convergens* y la subespecie *C. s. limbifer*.

Actualmente se desconoce el grado de especialización alimenticia de las cuatro especies presentes en el sitio de estudio. Se sabe que en Florida tanto *C. coeruleus* como *C. sanguinea* pueden completar su desarrollo de ninfa a adulto con una dieta exclusiva de *D. citri*; sin embargo, solamente *C. coeruleus* puede reproducirse con este tipo de dieta (Michaud y Olsen, 2004). También se sabe que la preferencia de *H. convergens* por ninfas de *D. citri* y del pulgón café de los cítricos *Toxoptera citricida* Kirkaldy no difiere en Puerto Rico (Pluke *et al.*, 2005). Debido a que los árboles de cítricos en Tuxpan generalmente presentan una diversidad de especies de insectos fitófagos (e. g., psílidos, áfidos y cóccidos) (J.C. González Cárdenas, observación personal), es necesario estudiar el grado de especialización y preferencia alimenticia de los coccinélidos presentes en la región citrícola de Tuxpan. Sin embargo, los resultados encontrados en este trabajo confirman que las especies de coccinélidos pueden ser considerados como posibles agentes de control biológico de *D. citri* en Veracruz, México.

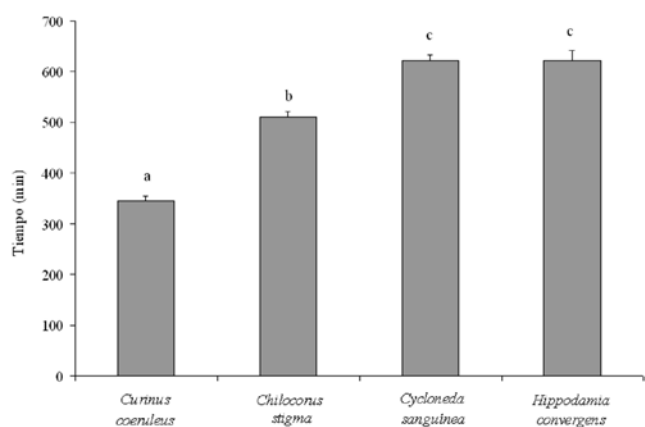


Figura 3. Tiempo promedio en el que se llevó a cabo la depredación de 10 ninfas de *Diaphorina citri* por diferentes especies de coccinélidos provenientes de un huerto de cítricos en la comunidad de Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz, México. Las barras representan promedios $\pm$ error estándar. Las especies con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Mann-Whitney con corrección por Bonferroni.

CONCLUSIONES

Curinus coeruleus Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Chilocorus stigma* S., e *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, son las especies de Coccinélidos que se encontraron en el ejido Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz, México depredando a *D. citri*.

Curinus coeruleus Mulsant es la especie de Coccinélido más abundante que se encuentra en el ejido Zapote Bueno, Tuxpan, Veracruz.

Curinus coeruleus Mulsant es la especie de Coccinélido que consume ninfas de *D. citri* en menor tiempo, seguida por *C. sanguinea* L., y por último *H. convergens* Guérin-Meneville.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico en la realización de tesis de doctorado.

LITERATURA CITADA

- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.* 88 (1): 7-37.
- Collins, F. A. and W. H. Whitcomb. 1975. Natural enemies of the white peach scale *Pseudaulacaspis pentagona* (Homoptera: Coccidae), in Florida. *Fla. Entomol.* 58 (1): 15-21.
- Cortez Mondaca, E.; N. E. Lugo Angulo, J. Pérez Márquez y M. A. Apodaca Sánchez. 2011. Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. *Revista Científica UDO Ag.* 11 (1): 97-103.
- García, D. C. 2007. Distribución del Huanglongbing (HLB) – Greening en el mundo. Dirección de Vigilancia y Monitoreo. Disponible en <http://www.senasa.gov.ar/>. Consulta: enero 2010.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2000. Enciclopedia Municipal Veracruzana. Tuxpan. Secretaría Técnica. p. 28-29.
- González, G. 2006. Los Coccinellidae de Chile. Disponible en <http://www.coccinellidae.cl/>. Consulta: marzo 2010.
- González G. 2009. Los coccinellidae de Argentina. Disponible en <http://coccinellidae.cl/paginasWebArg.htm> Consulta: marzo 2010.
- Gordon, R. D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of México. *J. New York Entomol. Soc.* 93: 826-828.
- Halbert, S. E.; C. L. Niblett, K. L. Manjunath, R. F. Lee and L. G. Brown. 2000. Establishment of two new vectors of citrus pathogens in Florida. En: *Proc. Intl. Soc. Citriculture IX Congress.* ASHS Press, Alexandria, Virginia. United States of America. p. 1016-1017.
- Halbert, S. E. and K. L. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha:Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Fla. Entomol.* 87 (3): 330-353.
- Hall, D. G.; M. G. Hentz and R. C. Adair Jr. 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environ. Entomol.* 37 (4): 914-924.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Sistema de Información Municipal. Disponible en www.veracruz.gob.mx. Consulta: septiembre 2012.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2011. *Chilocorus stigma*. Disponible en http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?s_earch_topic=TSN&search_value=114345. Consulta: enero 2011.
- López, A. J. I.; M.A. Peña, P. M. A Rocha y J. Loera. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) p. C68. In: *Memoria del VII Congreso Internacional de Fitopatología.* Chihuahua, México.
- Lima, A. M. Da C. 1942. Insectos do Brazil: Homopteros 8, Rio de Janeiro (Imprensa Nacional). 101 p.
- Michaud, J. P. 2001. Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of Asian citrus psyllid, (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. *Fla. Entomol.* 84 (4): 608-612.

- Michaud, J. P. 2002. Biological control of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: a preliminary report. Entomol. News 113 (2): 216-222.
- Michaud, J. P.; C. W. McCoy and S. H. Futch. 2002. Ladybeetles as biological control agents in citrus. Document-873. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. p. 1-4.
- Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. Biol. Control 29 (2): 260-269.
- Michaud, J. P. and L. E. Olsen. 2004. Suitability of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, as prey for ladybeetles. BioControl 49 (4): 417-431.
- Pluke, R. W. H.; A. Escribano, J. P. Michaud and P. A. Stansly. 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. Fla. Entomol. 88 (2): 123-128.
- Qureshi, J. A. and P. A. Stansly. 2009. Exclusion techniques reveal significant biotic mortality suffered by Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations in Florida citrus. Biol. Control 50 (2): 129-136.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2012. Muestreo de la campaña contra el Huanglongbing. Junio de 2009 a junio de 2012.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. Biometry. W. H. Freeman and Company, Nueva York. United States of America. 887 p.
- Tsai, J. H.; J. J. Wang and Y. H. Liu. 2002. Seasonal abundance of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in southern Florida. Fla. Entomol. 85 (3): 446-451.
- Yang, Y; M. Huang, G. Andrew, C. Beattie, Y. Xia, G. Ouyang and J. Xiong. 2006. Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for China. Int. J. Pest Manage. 52 (4): 343-352.