

EVALUACIÓN DE ASPERSIONES REGIONALES DE INSECTICIDAS CONTRA *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN GENERAL TERÁN, N. L., MÉXICO

Santos Díaz-Martínez¹, J. Isabel López-Arroyo²✉ y Edgardo Cortez-Mondaca³

¹Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

²INIFAP, Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental General Terán, Km 31 carretera Montemorelos-China, Hacienda Las Anacuas, Gral. Terán, N. L., México. C. P. 67400.

³INIFAP, Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Fuerte, Km 1609 carretera México-Nogales, J.J. Ríos, Sinaloa, México. C. P. 81110.

Autor de correspondencia: lopez.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN. En México, el manejo del vector del patógeno asociado al Huanglongbing, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) se realiza mediante la aspersión regional de insecticidas en las unidades estratégicas de manejo conocidas como Áreas Regionales de Control (ARCOs). Se desconoce la efectividad de esta medida para reducir el nivel poblacional del vector o sus infestaciones. El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de las aspersiones regionales de insecticidas en el ARCO General Terán, N. L. En forma semanal se efectuaron muestreos de la población de *D. citri* mediante el uso de trampas pegajosas y revisión directa de brotes vegetativos en 30 árboles de 10 huertas que se encuentran bajo manejo en el ARCO y dos más fuera de éste que fueron consideradas como testigos. Los resultados obtenidos muestran que las poblaciones del vector en huertas con árboles maduros en producción, se encuentran en niveles mínimos comparados con los registros existentes efectuados en el período 2008-2011, con densidades que permanecen en la mayoría de los muestreos por abajo del umbral de intervención de 0.2 insectos/trampa. En el caso de los árboles jóvenes de cítricos en el área, las poblaciones son abundantes y permanecen sin cambios con respecto al período arriba indicado.

Palabras clave: Área Regional de Control, Huanglongbing, psílido asiático de los cítricos, manejo.

Evaluation of regional insecticide sprays against *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in General Terán, N. L., Mexico

ABSTRACT. In Mexico, the management of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) the vector of the pathogen associated with Huanglongbing, is carried out through the regional spraying of insecticides in the strategic management units known as Regional Control Areas (ARCOs). The effectiveness of this measure to reduce the population level of the vector or its citrus infestations is unknown. The objective of the present study was to evaluate the impact of regional sprays of insecticides in the ARCO General Terán, N. L. Weekly samplings of the *D. citri* population were carried out using sticky traps and direct observation of vegetative shoots in 30 trees from 10 citrus orchards that are under management in the ARCO and two more outside it that were considered the checks. The results showed that vector populations in citrus orchards with mature trees in production are at minimum levels compared to the existing records made in the 2008-2011 period, with densities that remain in most of the samples below the threshold of intervention (0.2 insects/trap). In the case of young citrus trees in the area, vector populations are abundant and remain unchanged with respect to the period indicated above.

Key words: Regional Control Areas, Huanglongbing, Asian citrus psyllid, management.

INTRODUCCIÓN

Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), el psílido asiático de los cítricos (PAC), constituye actualmente uno de los insectos de mayor importancia económica para el país, esto debido a que es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, patógeno asociado a la enfermedad catastrófica de los cítricos conocida como Huanglongbing (HLB); ésta es

actualmente la amenaza fitosanitaria más importante para la actividad citrícola a nivel mundial, principalmente por del manejo tanto de la bacteria asociada, como del vector, y por las múltiples implicaciones sociales y económicas involucradas (da Graca, 1991; Halbert y Manjunath, 2004; Bové, 2006). La estrategia de manejo del HLB a escala internacional, se basa en: 1) la eliminación de fuentes de inóculo por medio de la erradicación de los árboles enfermos; 2) producción de plantas en ambiente protegido; y 3) el control del vector (Bové, 2006; National Research Council, 2010); el propósito de esto es reducir al máximo las poblaciones de *D. citri*, disminuir y retrasar la presencia y diseminación del HLB (Bassanezi *et al.*, 2013; Stansly *et al.*, 2013). Se han planteado algunas estrategias que fundamentan el control regional de *D. citri* versus el control parcelario, siendo el planteamiento de Bassanezi *et al.* (2013) el más completo al demostrar el efecto en la reducción epidémica; sin embargo, está limitado al carecer de criterios para definir la dimensión del área regional para optimizar el manejo (Flores-Sánchez *et al.*, 2017). Con base en lo anterior y con el objetivo de optimizar los recursos federales disponibles para el control de *D. citri*, en 2013 se concretó la estrategia metodológica para determinar el número, tamaño y localización de Áreas Regionales de Control del PAC (ARCOs) en 24 estados citrícolas de México.

La base fundamental de su desarrollo es la necesidad de operar de manera coordinada en áreas extensivas para aplicar medidas de control que impacten significativamente poblaciones del vector y evitar principalmente el escape o migración a áreas vecinas fuera de manejo, además de contribuir a facilitar la toma de decisiones en los diferentes niveles (Mora-Aguilera *et al.*, 2013, 2016). Las acciones para el control de poblaciones del vector del HLB en las ARCOs se efectúan considerando la dinámica de poblaciones del insecto, así como su ciclo biológico y la fenología de la planta. Estratégicamente, dentro de los ARCOs se realizan aplicaciones de plaguicidas regidos por un esquema de control químico del vector para la citricultura convencional y orgánica en el país, característicamente integrado por insecticidas convencionales y alternativos aprobados por el ente regulatorio, armonizados para constituir un programa sustentable de manejo de la resistencia a insecticidas, para su recomendación y uso a nivel nacional (Cortez *et al.*, 2013); dicho programa enfatiza la rotación de los diferentes grupos toxicológicos para el manejo de la resistencia del insecto.

Las aplicaciones de los productos son de manera regional, generalizada y coordinada para que todas las huertas del ARCO sean protegidas en un periodo menor a 15 días, el cual presente un impacto directo en las poblaciones del vector y disminuir la densidad poblacional de la generación subsecuente. Hasta el momento se han realizado inversiones de recursos financieros significativos para controlar al insecto en los ARCOs programados anualmente, donde se realizan dos aspersiones regionales de plaguicidas consideradas estratégicas para reducir poblaciones del vector (www.senasica.gob.mx). Hasta el momento, se carece de certidumbre en cuanto a los posibles alcances de dicha estrategia, por lo que el objetivo de este estudio fue la evaluación de los efectos para valorar su aportación para resolver esta problemática nacional que afecta la citricultura desde el año 2009.

MATERIALES Y MÉTODO

Los estudios se desarrollaron en diez huertas citrícolas participantes en el ARCO de General Terán, N.L., y en dos más fuera de su área de influencia consideradas como testigos de referencia; las huertas están ubicadas en los municipios de Gral. Terán, y Montemorelos, N. L., Méx. De éstas, tres son de plantas jóvenes de naranja Valencia (La Palma [25° 16' 10'' N, 99° 35' 50'' O]; Laureles de la cañada [25° 14' 45'' N, 99° 48' 03'' O]; Santo Tomás 3 [25° 15' 52'' N, 99° 42' 57'' O]), una de Marrs (De Rosa [25° 16' 35'' N, 99° 40' 47'' O]), y una de mandarina Tango (Santo Tomás 2 [25° 15' 44'' N, 99° 40' 57'' O]); dos huertas son de árboles adultos de naranja

Valencia (CEGET [25° 18' 20'' N, 99° 40' 47'' O], Santo Tomás 1 [25° 14' 59'' N, 99° 42' 44'' O]); dos de toronja Rio Red (María Auxiliadora [25° 14' 09'' N, 99° 48' 49'' O], Los Cascabeles [25° 20' 09'' N, 99° 33' 24'' O]), una de limón italiano Eureka (Soledad de la Mora [25° 16' 36'' N, 99° 40' 57'' O]), y los testigos son de naranja Valencia (La Isca [25° 21' 13'' N, 99° 40' 25'' O] y Parcelas [25° 09' 46'' N, 99° 51' 59'' O]). En la región citrícola de N. L., hasta antes de la presente evaluación, se han realizado aspersiones regionales de insecticidas por un período de cuatro años consecutivos dentro de la estrategia de manejo del vector, durante el cual se han efectuado dos aspersiones regionales anualmente en aproximadamente 2000 ha que estuvieron basadas en los insecticidas imidacloprid+betaciflutrina 300 ml ha⁻¹, y aceite mineral 5 l ha⁻¹ (2013); aceite mineral 5 l ha⁻¹ (2014); imidacloprid 300 ml ha⁻¹ (2015); abamectina 500 ml ha⁻¹ + 3 l aceite mineral, imidacloprid 300 ml ha⁻¹ (2016). En 2017, la primera aspersión fue de abamectina 600 mL ha⁻¹ + 3 l aceite mineral en el mes de febrero, y 3 l ha⁻¹ de aceite mineral durante el mes de noviembre, ambas en una extensión del ARCO ampliada a 7883 ha.

Para la evaluación del impacto de las aspersiones regionales de insecticidas en el ARCO, semanalmente se realizaron muestreos para definir la densidad y dinámica poblacional del PAC, además de la infestación de la plaga en la brotación vegetativa de los árboles en las huertas seleccionadas. Se contabilizaron adultos de *D. citri* y con la ayuda de una lupa entomológica de 20X se registraron ninfas de primero a quinto instar en un brote tierno por árbol en 30 árboles, distribuidos por el margen de la huerta (en la parte sureste de la misma) y dos hileras de cinco árboles ubicadas en las líneas siete y 15 de dicho lado del huerto. Los árboles fueron seleccionados en forma alternada, con un árbol de separación entre ellos. Los brotes tiernos de 2 a 5 cm de longitud se tomaron en el lado sur de cada árbol muestreado. Antes de tocar el brote tierno a inspeccionar se contabilizaron adultos presentes y posteriormente se procedió a contar y registrar a las ninfas. En cada uno de estos árboles también se colocaron trampas pegajosas para la captura de adultos de *D. citri*. Estas fueron instaladas entre 1.5-2 m de altura con respecto al suelo, en el lado sur o libre de la copa del árbol. Las trampas son de cartón plastificado, rectangulares de tamaño 15 × 22 cm y con la coloración del patrón INIFAP que simula un moteado verde-amarillento. Después de la instalación se descubrieron las dos caras de la trampa; cada una de éstas fue revisada semanalmente para contabilizar especímenes capturados. Todas las trampas fueron removidas dos semanas después de su instalación y fueron reemplazadas por nuevas. Los datos obtenidos a través de los diferentes métodos de muestreo fueron analizados para determinar estadísticas descriptivas y son presentados gráficamente con intervalos de confianza al 95 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región citrícola del estado de Nuevo León, la temporada de 2017 marcó un período de cinco años consecutivos de aplicación regional de insecticidas dentro de la estrategia de manejo del vector del patógeno asociado al HLB, durante el cual se han efectuado dos aspersiones regionales anualmente. Al igual que en años anteriores, donde en práctica fue difícil percibir los efectos de la aspersión general de insecticidas en el ARCO establecido, en el año 2017 también se observó lo anterior (Fig. 1), con abundancia menor del insecto en huertas fuera del ARCO; sin embargo, al analizar la posible causa de lo anterior -la diversidad de especies y variedades cultivadas, y manejo-, el diseño del estudio efectuado permitió separar las huertas por edad (Figs. 1, 2, 3 y 4). Con lo anterior fue posible observar que en donde existen árboles adultos o maduros se presentan poblaciones reducidas del vector (Figs. 1 y 3), que mostraron intervalos de confianza para la media diferentes a los existentes en una de las huertas fuera de la estrategia de aspersiones generalizadas en el ARCO (Testigos, Fig. 4), incluso dichas densidades poblacionales son menores

al umbral de intervención utilizado en América (0.2 insectos) (Monzo *et al.*, 2015; Monzo y Stansly, 2017).

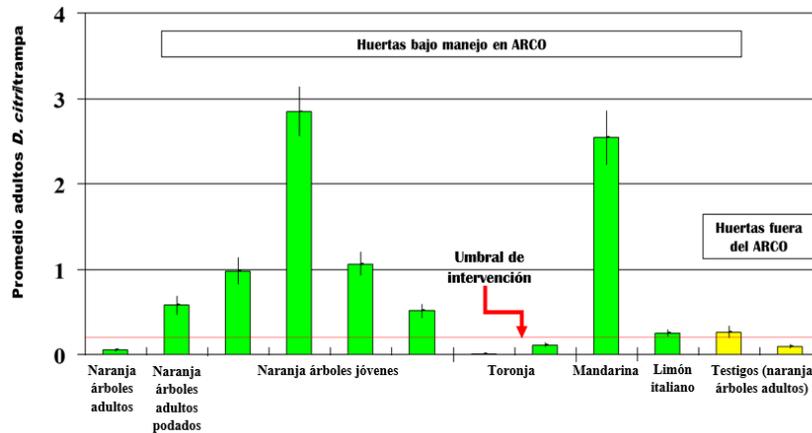


Figura 1. Abundancia poblacional de *Diaphorina citri*, el psílido asiático de los cítricos, en huertas de cítricos bajo manejo en el ARCO General Terán, y fuera del área de control. General Terán, Nuevo León (2017-2018). Líneas en las barras indican el intervalo de confianza al 95 % de probabilidad.

La figura 2 muestra el desarrollo temporal de las poblaciones en árboles jóvenes de mandarina Tango, los cuales contaban con un año de edad; en éstos resalta la densidad poblacional alcanzada por *D. citri* y en los cuales es notable la abundancia del insecto con máximos de hasta 16 adultos/trampa, cantidad que se mantiene similar a los registros en el período 2008-2011 en plantas con emisión frecuente de brotes (López-Arroyo *et al.*, 2011). Lo anterior se presenta prácticamente como un patrón en las diferentes huertas con árboles jóvenes (Fig. 2), con abundancia muy alta del insecto durante la mayor parte del estudio, para decaer en el período de temperatura fresca de finales de otoño e invierno, y escaso o nulo flujo vegetativo. Esta reducción en la abundancia poblacional de *D. citri* también estuvo asociada a la aspersión generalizada en el ARCO en la región (Figs. 2 y 3).

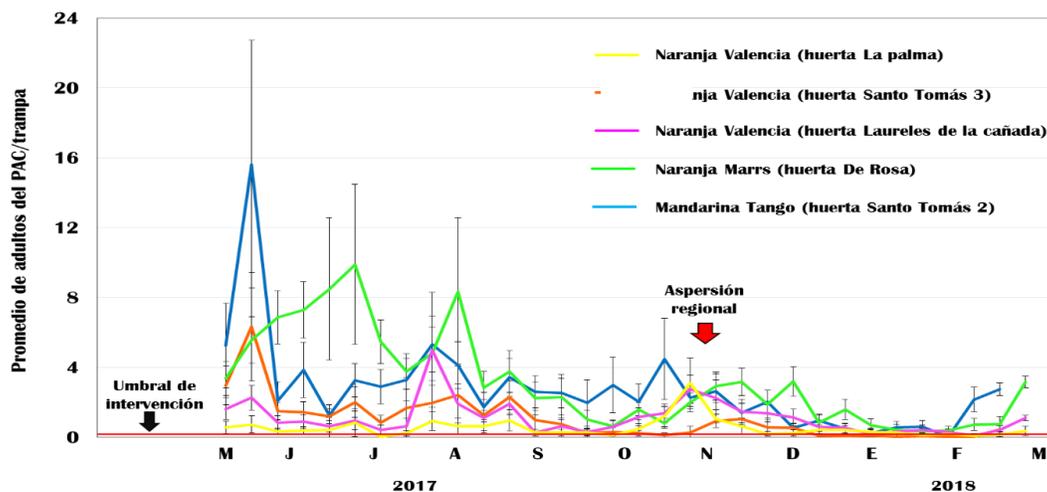


Figura 2. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri*, en árboles jóvenes de diversas especies y variedades de cítricos en el ARCO General Terán, en el estado de Nuevo León (2017-2018). Líneas verticales indican el intervalo de confianza al 95 % de probabilidad.

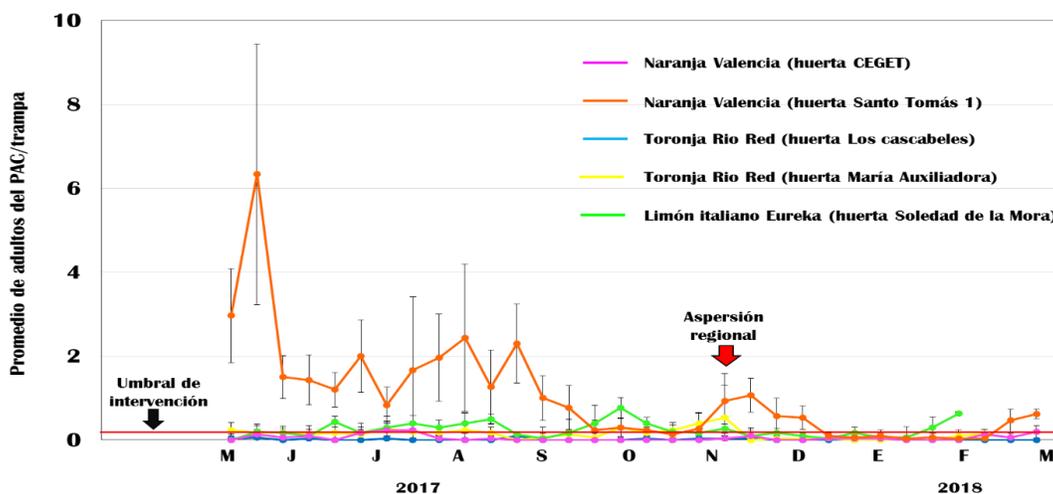


Figura 3. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en árboles adultos de diversas especies de cítricos en el ARCO General Terán, en el estado de Nuevo León (2017-2018). Huerta Santo Tomás 1 de árboles podados. Líneas verticales indican el intervalo de confianza al 95 % de probabilidad.

En las figuras 1 y 3 resalta el efecto en los árboles adultos de naranja Valencia, en la huerta CEGET donde se registró presencia mínima del insecto e incluso es difícil notar que superen al umbral observado. Esta abundancia contrasta con la existente en estudios previos en el mismo huerto, ya que en el período de 2008-2011 se presentaba abundancia alta del insecto hasta tener registros promedios de 2-4 insectos por trampa (López-Arroyo *et al.*, 2011).

Las Figuras 1 y 3 muestran la abundancia y fluctuación poblacional del insecto en árboles maduros podados, en los cuales se registraron niveles altos de población de *D. citri* durante al menos cinco meses, posiblemente asociados a la presencia abundante de brotes vegetativos susceptibles de ataque por el insecto, emitidos por la estimulación producida por la práctica de la poda mecánica. Esta abundancia poblacional del insecto posteriormente disminuyó por efectos de la aspersión regional y posiblemente también por la lignificación de los tejidos de los brotes estimulados. En contraste a lo anterior, en toronja Rio Red, en árboles de 5 y 20 años, se registraron también mínimos poblacionales (Figs. 1 y 3), los cuales es posible que estén asociados al manejo particular de dichas huertas, con manejo intensivo de plagas en vivero de cítricos al descubierto, vecino a la primera huerta; y aspersiones de azufre principalmente para el control del ácaro *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) en la segunda huerta. Limón italiano mostró también presencia del insecto en densidades por encima del umbral observado (Figs. 1 y 3); sin embargo, a diferencia de las especies de limón mexicano y persa, la abundancia estuvo asociada al manejo de la plaga, en lugar de la fenología de la planta, ya que el patrón de brotación vegetativa es más similar al de los cítricos dulces, con brotaciones marcadas y estacionales, a diferencia de la brotación abundante y frecuente que se presenta en los limones mexicano y persa cultivados en el país.

La abundancia poblacional descrita en la sección previa fue estimada con el uso de trampas pegajosas; en el método de muestreo de revisión directa de brotes vegetativos (Cuadro 1), el 70 % de las huertas bajo el ARCO mostraron una declinación en el número de ninfas, y 40 % de ellas registraron un promedio de adultos de *D. citri* menor o igual al umbral de 0.2 especímenes (Monzo *et al.*, 2015; Monzo y Stansly, 2017), el cual también fue inferior en una de las huertas consideradas como testigos de referencia (Cuadro 1, huerta La Isca, Fig. 4).

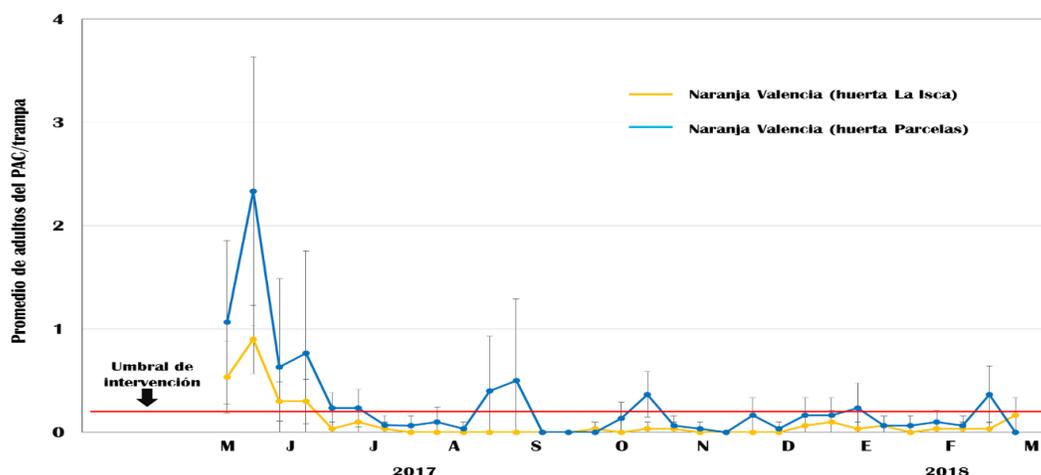


Figura 4. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en árboles adultos de naranja Valencia en las huertas Testigos, localizadas fuera del área de control del insecto en el ARCO General Terán, en el estado de Nuevo León (2017-2018). Líneas verticales indican el intervalo de confianza al 95 % de probabilidad.

Dichos decrementos en abundancia de ninfas y adultos, posiblemente estuvieron asociados a factores como la actividad de enemigos naturales, ya que, en las fechas de estudio, los huertos carecieron de la aplicación de control químico de plagas. En lo que respecta a la infestación de los brotes por el PAC (Cuadro 1), huertas con árboles jóvenes registraron los porcentajes promedios mayores, con valores que variaron de 8-20.5 % de infestación; los registros menores correspondieron a las huertas con árboles maduros (1.9 %) o con manejo eficiente del insecto (1.4 %); en las huertas testigo el nivel de infestación fue de 3.9 % y 5.5 %. Los valores encontrados en los árboles jóvenes son notorios porque los registros máximos están cercanos a mantener prácticamente una cuarta parte de la brotación vegetativa afectada por el insecto (en algunas huertas la infestación semanal alcanzó hasta 86 %), lo que representaría un alto número de árboles contribuyendo a mantener una producción elevada de adultos del PAC en la región, con lo que sería difícil abatir los niveles poblacionales al umbral establecido, y consecuentemente el objetivo de la estrategia regional es afectado, al reducir el posible impacto en el área.

De la comparación de la información de la abundancia poblacional de *D. citri* en el presente estudio contra la registrada en el período 2008-2011 (López-Arroyo *et al.*, 2011), es posible notar un decremento notorio en la presencia del insecto en huertas con árboles maduros de cítricos, en niveles que son considerados como metas para lograr manejo del HLB bajo un esquema de eliminación de árboles infectados por la bacteria (Bassanezi *et al.*, 2013); sin embargo, la abundancia constante del insecto en árboles jóvenes podría indicar nulidad de efectos a nivel región, ya que la abundancia permanece sin cambios. Consideramos que una estrategia regional, aplicada en forma coordinada, debería de mostrar impactos en toda la zona de influencia, por lo que se esperaría que la población de *D. citri* disminuyera dentro de un rango apropiado de efectividad en cualquier huerta del área. Por esto, para la estrategia utilizada de manejo regional en la citricultura mexicana es necesario considerar esta situación y proponer cambios dirigidos a concentrar el control del vector en plantaciones jóvenes de cítricos, esto por constituir los principales sitios de cría del insecto al desarrollarse en plantas con concentración y disponibilidad de recursos alimenticios que son exclusivos para su desarrollo y que se presentan con gran constancia a través del año (Hall y Albrigo, 2007; Cifuentes-Arenas *et al.*, 2018; Díaz-Martínez y López-Arroyo, 2019); estos árboles constituyen hasta el momento severos focos de infestación. De

otra forma, las huertas en general se encontrarán en riesgo inminente de infección o re-infección por *Ca. L. asiaticus* al mantener altos niveles poblacionales del vector en la región.

Cuadro 1. Abundancia de ninfas y adultos de *Diaphorina citri* en las huertas de cítricos bajo manejo en el ARCO y fuera de éste.

Huerta	Especie	Especímenes de <i>D. citri</i> /brote vegetativo			Infestación
		Ninfas 1-3 instar	Ninfas 4-5 instar	Adultos	(%)
Manejo dentro del ARCO					
La Palma	N. Valencia ¹	0.38 ± 0.15	0.02 ± 0.13	0.28 ± 0.05	8.0 ± 8.7
Santo Tomás 3	N. Valencia ¹	0.72 ± 0.25	0.26 ± 0.09	0.40 ± 0.06	10.6 ± 16.0
Laureles de la cabaña	N. Valencia ¹	0.52 ± 0.27	0.51 ± 0.30	0.44 ± 0.09	15.7 ± 23.1
De Rosa	N. Marrs ¹	1.35 ± 0.36	1.12 ± 0.29	0.90 ± 0.12	20.5 ± 19.8
CEGET	N. Valencia ²	0.03±0.03	0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.01	1.9 ± 5.1
Santo Tomás 1	N. Valencia ²	0.28 ± 0.21	0.09 ± 0.06	0.91 ± 0.18	2.8 ± 4.3
Don Mario	T. Rio Red ²	0.45 ± 0.18	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	1.4 ± 1.8
María Auxiliadora	T. Rio Red ²	0.59 ± 0.34	0.30 ± 0.19	0.08 ± 0.02	4.6 ± 8.4
Santo Tomás 2	M. Tango ¹	0.90 ± 0.30	1.22 ± 0.41	0.91 ± 0.10	18.2 ± 19.1
Soledad de la Mora	L. Eureka ²	0.71 ± 0.26	0.25 ± 0.11	0.21 ± 0.04	10.9 ± 15.1
Manejo fuera del ARCO					
La Isca	N. Valencia ²	0.11 ± 0.08	0.19 ± 0.12	0.03 ± 0.01	5.5 ± 14.8
Las Parcelas	N. Valencia ²	0.29 ± 0.17	0.32 ± 0.30	0.10 ± 0.03	3.9 ± 5.7

Promedio* ± Intervalo de confianza al 95 % (n = 30).

*Datos de monitoreo del 23-05-17 al 06-03-18. N = naranja. T = Toronja. M = mandarina. L = Limón italiano. 1 = árboles jóvenes. 2 = árboles adultos.

En el estado de Nuevo León, México, HLB a la fecha se encuentra en una fase incipiente, con detecciones principalmente en áreas urbanas (www.senasica.gob.mx); esto ocurre después de diez años de la primera detección en México (Mora-Aguilera *et al.*, 2016), y siete del primer registro de la enfermedad en la citricultura del Valle del Río Bravo, Texas, E.U.A. (da Graça *et al.*, 2015), vecina del área citrícola de Nuevo León. Esta situación impidió la estimación de efectos de la estrategia regional de aspersiones de insecticidas contra el vector en el desarrollo de la epidemia, de la forma como ha sido indicada por Bassanezi *et al.* (2013). No obstante, los resultados encontrados en el presente estudio sobre el impacto de las aspersiones regionales en el vector, es probable que, si se careciera de éstas, la situación respecto al desarrollo de la epidemia de HLB en la región fuese peor a la existente actualmente.

CONCLUSIONES

Se concluye que las aspersiones regionales de insecticidas bajo la estrategia ARCOs, han afectado notablemente poblaciones de *D. citri* en huertos con árboles maduros de cítricos en producción; mientras que, en forma diferencial, se mantienen infestaciones altas en huertas con plantas jóvenes.

Agradecimientos

Se agradece al SENASICA-DGSV, al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Chiapas, y al INIFAP por los fondos para efectuar el presente estudio. También damos las gracias a la Lic. Rosa María De León Hernández y auxiliares de campo por su ayuda en los diferentes experimentos.

Literatura Citada

- Bassanezi, R. B., Montesino, L. H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P. T., Gottwald, T. R., Amorim, L. and A. Bergamin-Filho. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of Huanglongbing in young sweet orange plantings. *Plant Disease*, 97: 789–796. DOI: [10.1094/PDIS-03-12-0314-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-03-12-0314-RE).
- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *The Plant Pathology Journal*, 88: 7–37. DOI: [10.4454/jpp.v88i1.828](https://doi.org/10.4454/jpp.v88i1.828).
- Cifuentes-Arenas, J. C., de Goes, A., de Miranda, M. P., Beattie, G. A. C. and S. A. Lopes. 2018. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. *PLoS ONE*, 13(1): e0190563. DOI: [10.1371/journal.pone.0190563](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190563).
- Cortez, E., Loera, J., Hernández, L., Barrera, J., Fontes, A., Díaz, U., Jasso, J., Reyes, M. A., Manzanilla, M. y J. I. López. 2013. *Manual para el Uso de Insecticidas Convencionales y Alternativos en el Manejo de Diaphorina citri Kuwayama en Cítricos, en México*. Folleto Técnico No. 36. INIFAP.
- da Graça, J. V. 1991. Citrus greening disease. *The Annual Review of Phytopathology*, 29: 109–136. DOI: [10.1146/annurev.py.29.090191.000545](https://doi.org/10.1146/annurev.py.29.090191.000545).
- da Graça, J. V., Kunta, M., Sétamou, M., Rascoe, J., Li, W., Nakhla, M. K., Salas, B. and D. W. Bartels. 2015. Huanglongbing in Texas: Report on the first detections in commercial citrus. *Journal of Citrus Pathology*, iocv_journalcitruspathology_27939.
- Díaz-Martínez, S. and J. I. López-Arroyo. 2019. Advances in the evaluation of localized chemical control of *Diaphorina citri* on Valencia orange young trees in Mexico, IRCHLB-P. Pp. 7–75. In: *Proceedings of the Joint Conference of the International Organization of Citrus Virologists XXI and VI International Research Conference on Huanglongbing*. March 10-15, Riverside, Ca., U.S.A.
- Flores-Sánchez, J. L., Mora-Aguilera, G., Loeza-Kuk, E., López-Arroyo, J. I., Gutiérrez-Espinosa, M. A., Velázquez-Monreal, J. J., Domínguez-Monge, S., Bassanezi, R. B., Acevedo-Sánchez, G. and P. Robles-García. 2017. Diffusion model for describing the regional spread Huanglongbing from first-reported outbreaks and basing an area-wide disease management strategy. *Plant Disease*, 101: 1119–1127. DOI: [10.1094/PDIS-04-16-0418-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-04-16-0418-RE).
- 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. *Florida Entomologist*, 87 (3): 401–402. DOI: [10.1653/0015-4040\(2004\)087\[0330:ACPSPA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2004)087[0330:ACPSPA]2.0.CO;2).
- Hall, D. G. and L. G. Albrigo. 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. *Hortscience*, 42(2): 364–368. DOI: [10.21273/HORTSCI.42.2.364](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.364).
- López-Arroyo, J. I., Reyes-Rosas, M. A., Cortez-Mondaca, E., Torres-Acosta, R., Díaz-Padilla, G. y J. Loera-Gallardo. 2011. Respuesta poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) a factores físicos catastróficos. Implicaciones para el manejo regional. Pp. 64. In: J. I. López-Arroyo y V. W. González-Lauck (Comp.). 2° *Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México*. Montecillo, Edo. de México, México, 5 y 6 de diciembre, 2011. Campo Experimental General Terán, General Terán, N.L., Méx. CD-ROM. Memoria Científica.
- Monzo, C., Arevalo, H. A., Jones, M. M., Vanaclocha, P., Croxton, S. D., Qureshi, J. A. and P. A. Stansly. 2015. Sampling methods for detection and monitoring of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). *Environmental Entomology*, 44 (3): 780–788. DOI: [10.1093/ee/nvv032](https://doi.org/10.1093/ee/nvv032).
- Monzo, C. and P. A. Stansly. 2017. Economic injury levels for Asian citrus psyllid control in process oranges from mature trees with high incidence of Huanglongbing. *PLoS ONE*, 12(4): e0175333. DOI: [10.1371/journal.pone.0175333](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175333).
- Mora-Aguilera, G., Robles, P., González, R., Flores, J., Acevedo, G. y S. Domínguez. 2013. Criterios epidemiológicos para priorizar zonas de establecimiento de ARCOS. In: *Memorias de la Reunión Nacional de Sanidad Vegetal*. México, D.F. 16-19 abril. SENASICA. México.
- Mora-Aguilera, G., Robles-García, P., López-Arroyo, J. I., Flores-Sánchez, J., Acevedo-Sánchez, G., Domínguez-Monge, S., Gutiérrez-Espinosa, A. y E. Loeza-Kuk. 2016. Situación Actual y

Perspectivas del Manejo del HLB de los Cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 32(2): 108–119.

National Research Council. 2010. *Strategic Planning for the Florida Citrus Industry: Addressing Citrus Greening Disease*. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: [10.17226/12880](https://doi.org/10.17226/12880).

Stansly, P. A., Arevalo, H. A., Qureshi, J. A., Jones, M. M., Hendricks, K., Roberts, P. D. and F. M. Roka. 2013. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing *Pest Management Science*, 70(3): 415–426. DOI: [10.1002/ps.3577](https://doi.org/10.1002/ps.3577).