

MANEJO AGROECOLÓGICO DE *Diaphorina citri* KUWAYAMA 1908 (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN LIMÓN MEXICANO, EN MICHOACÁN, MÉXICO

Mario A. Miranda-Salcedo¹ ✉, Catarino Perales-Segovia², Edgardo Cortes-Mondaca³, José M. Miranda-Ramírez⁴

¹Campo Experimental Valle de Apatzingán-CIRPAC-INIFAP, Km 17 carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, C. P. 60781.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes Km 18 carretera Ags-S.L.P., C. P. 20330.

³Campo Experimental Valle del Fuerte-CIRNO-INIFAP, Km 1609, carretera México-Nogales J.J. Ríos, Sinaloa C. P. 81110.

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, carretera Apatzingán-Aguililla Km 3.5, C. P. 60710.

✉ Autor de correspondencia: miranda.marioalberto@inifap.gob.mx

RESUMEN. El Huanglongbing HLB es la enfermedad más importante de los cítricos, en Michoacán, México, se detectó en diciembre del 2010 y actualmente afecta a todos los municipios citrícolas de Michoacán. El vector *Diaphorina citri* se presenta durante todo el año con altas poblaciones principalmente en enero, mayo y julio. Los principales enemigos naturales encontrados en la región son *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763), *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842, *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) y *Zelus renardii* (Kolenati, 1857). Los insecticidas con mejor efecto fueron Biocrack®, Fractal® y el extracto de *Reseda luteola* extract.

Palabras claves: *Diaphorina citri*, control, Huanglongbing, Enemigos naturales.

Agroecological management of *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Liviidae) in mexican lime, in Michoacan, Mexico

ABSTRACT. Huanglongbing HLB is the most important disease of the citrus, is present in Michoacan; Mexico since December 2010; presently, 100 % municipalities from Michoacán, Mexico with lime orchards, are affected by disease. The vector occurs throughout the whole year with high population levels mainly during January, May and July. The most important natural enemies of *D. citri* in the region are *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763), *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842, *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) y *Zelus renardii* (Kolenati, 1857). The best insecticides were Biocrack®, Fractal® and the *Reseda luteola*.

Keywords: *Diaphorina citri*, control, Huanglongbing, Natural enemies.

INTRODUCCIÓN

México es el primer productor de limón mexicano en el mundo en una superficie de 120 mil hectáreas, Michoacán presenta 75,000 has, con una producción de 900,000 ton y una derrama económica de \$ 2,595 mil millones de pesos (SIAP, 2020). Se estima que en el estado alrededor de 10,000 familias dependen de este cultivo. El Huanglongbing (HLB), es la enfermedad más devastadora de los cítricos, afecta a todas las especies y variedades de cítricos (Bove, 2006), es propagado por el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Kuwayama) 1908 (Hemiptera: Liviidae). En 2006 se reportó su presencia en Michoacán y en diciembre del 2010 se detectaron plantas enfermas por HLB. De acuerdo a las experiencias de otros países (Bové, 2006; Bassanezi, 2012; Stansly, 2012) se debe controlar las poblaciones del psílido, usar plantas certificadas de cítricos y erradicar las primeras plantas positivas a HLB. En el Valle de Apatzingán, a partir de la llegada de *D. citri*; se

incrementaron las aplicaciones químicas (alrededor de 40 por año para control de diferentes plagas y enfermedades) y la resurgencia de plagas secundarias (ie., trips, escamas, arañas rojas, minador de la hoja, mosca prieta, mosca blanca, etc.). Por lo cual, ante un escenario con el 100 % de las huertas comerciales con árboles enfermos de HLB y la resistencia del psílido a insecticidas de amplio espectro; la alternativa sustentable es el uso de productos de bajo impacto y la implementación de estrategias de control biológico por conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar insecticidas biorracionales sobre *D. citri* y determinar su impacto en los enemigos naturales para mitigar el efecto y nivel de daño de esta plaga.

MATERIALES Y MÉTODO

El monitoreo de *D. citri* y la prueba de efectividad biológica contra el psílido y el impacto en sus enemigos naturales, se realizó en una huerta de limón mexicano de ocho años de edad, ubicada en el Campo Experimental Valle de Apatzingán (CEVA). El estudio inició el 21 de junio del 2019 y los muestreos continuaron hasta marzo del 2020. Se evaluaron los siguientes productos y dosis: **1)** Extracto de meliloto *Melilotus indicus* (L.) 1785 (Fabaceae) (4 mL/L de agua); **2)** Extracto de cebadilla *Bromus catharticus* (Poaceae) (4 mL/L de agua); **3)** Extracto de ajeno cimarrón *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae) (4 mL/L de agua); **4)** Extracto de pasto africano *Pennisetum clandestinum* (Poaceae) (4 mL/L de agua); **5)** Extracto de reseda *Reseda luteola* (Resedaceae) (4 mL/L de agua); **6)** Biocrack® (extracto de ajo más manzanilla y ruda 5 mL/L agua); **7)** Fractal® (extracto de cítricos más queratina 4 mL/L de agua); **8)** Biocrack® más Fractal® (5 + 4 mL/L agua); **9)** Ecoswing® (extracto de limón 2 mL/L agua); **10)** Agrogarlic® (extracto de ajo más ruda y agave 4 mL/L agua), **11)** Palgus® (spirotetramat 0.75 mL/L agua) y Testigo absoluto (agua). Los extractos vegetales se prepararon en una solución base, en la que a 500 gr de material seco se le agregó un litro de alcohol al 96 %. Cada tratamiento constó de diez réplicas (cada árbol era una repetición) y se aplicó un litro del producto por árbol con una mochila manual. Para cuantificar los especímenes, se usó la técnica del golpeteo, la cual consistía en seleccionar una rama a una altura de 1.5 m, con un palo se daban tres golpes y los especímenes se cuantificaban en una tabla de color morado de 38 x 21 cm. Las variables de respuesta fueron: el número de psílicos, el número de crisopas, el número de coccinélidos, el número de redúvidos, y el número de arañas por unidad de muestreo. Posteriormente, las muestras se colectaron y se guarda en recipientes con alcohol al 70 %, para su determinación con claves taxonómicas (Núñez *et al.*, 1992). Se realizó un muestreo previo a la aplicación y a los 3, 7 y 18 días después de la aplicación. Se usó un diseño experimental completamente al azar y se realizaron las pruebas de normalidad y homocedasticidad a los datos, posteriormente se efectuó el ANOVA con la ayuda del programa estadístico SAS, la prueba de comparación de media utilizada fue la de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales del Valle de Apatzingán, favorecen la presencia durante todo el año de *D. citri* (Figura 1), lo cual dificulta su manejo si solamente se sustenta en la aplicación de productos químicos sintéticos (Miranda-Salcedo y López-Arroyo, 2009, 2010; Cortés *et al.*, 2010). En la actualidad se realizan alrededor de 40 aplicaciones de diferentes insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades del limón mexicano, este hecho ha seleccionado la resistencia del psílido a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos (Miranda-Salcedo, 2014; Osorio *et al.* 2019) y la resurgencia de plagas secundarias (trips, escamas, ácaros) (Miranda-Salcedo, 2019). Por lo cual, los productos de bajo impacto ambiental y el uso de enemigos naturales son una alternativa

para el manejo integrado de la plaga (Ables y Ridgway, 1981). A diferencia de los insecticidas de amplio espectro, los insecticidas bioracionales, no causan una mortalidad de inmediato (Cortés *et al.*, 2010; Osorio *et al.*, 2019). En este trabajo se observó que después de tres y siete días de aplicado el producto, existen diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos que mostraron la menor cantidad de adultos del *D. citri* fueron el extracto de ajo más manzanilla y ruda (Biocrack®) y el extracto de cítricos más queratina (Fractal®) en comparación con el Spirotetramat (Palgus®) (testigo químico regional) y el Testigo sin aplicación. Sin embargo, las densidades de la plaga fueron relativamente bajas en todos los tratamientos. Esto está relacionado con el manejo agroecológico de la huerta experimental (sin aplicaciones de insecticidas, presencia entre las hileras de plantas arvenses, arraigo de enemigos naturales y el inicio del período de lluvias). El periodo residual de los tratamientos evaluados contra *D. citri* fue de 18 días posteriores a la aplicación y en general todos los tratamientos presentan baja presencia de la plaga (Cuadro 1). Finalmente, la interacción de los enemigos naturales, ambiente, manejo y el muestreo, inciden en determinar el nivel de la plaga y en una mejor toma de decisiones. Un punto a considerar, es que la mayoría de los productores aplican por calendario y no tienen datos del muestreo y del umbral económico de la plaga (4 adultos/trampa), lo que ocasiona un exceso de aplicaciones químicas (Miranda-Salcedo, 2019). Se ha estimado que reducir una aplicación química en las 75,000 ha de cítricos del Valle de Apatzingán, representa un ahorro de 35 millones de pesos y si se extrapola a las 40 aplicaciones que se realizan en promedio al año, el costo sería de 1,400 millones de pesos, con los daños ecológicos y de salud humana, animal que esto implica. Posiblemente, el monitoreo y la aplicación de medidas agroecológicas en las huertas permitirá convivir mejor con el complejo de plagas presentes en el Valle de Apatzingán y reducir significativamente el número de aplicaciones que se realizan en la actualidad.

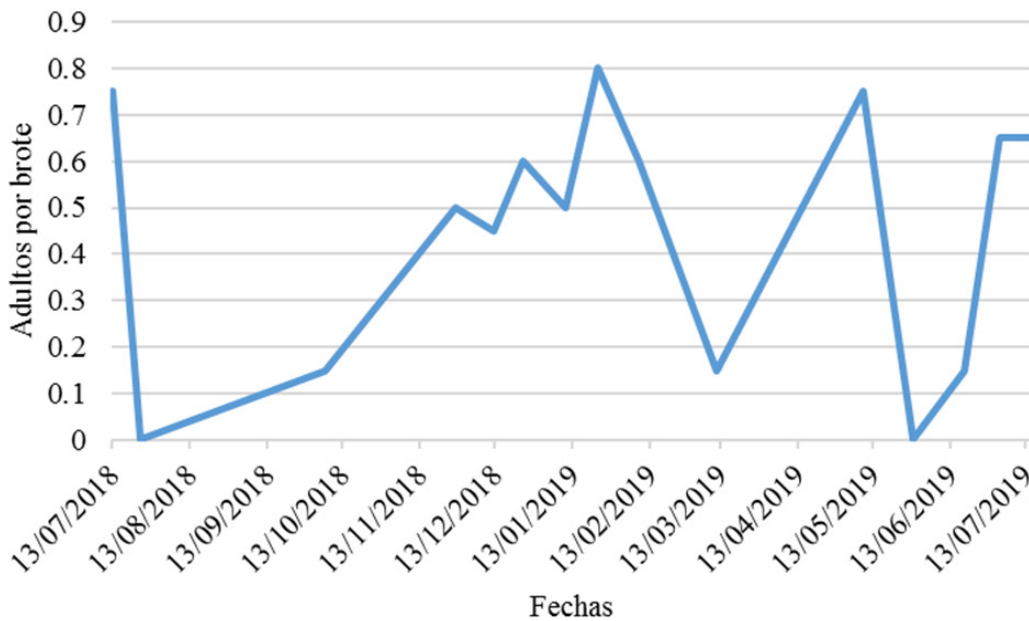


Figura 1. Fluctuación poblacional de *D. citri* en una huerta de limón mexicano en el CEVA 2018-2019.

Varios de los insecticidas evaluados son una alternativa para el control de *D. citri*, ya que actualmente presenta resistencia a insecticidas convencionales, además de que los productos evaluados para este trabajo afectan menos a los enemigos naturales. Por ejemplo, el Spirotetramat impactó de manera significativa la presencia de los enemigos naturales más abundantes, que fueron las crisopas (Figura 2). Los productos bioresiduales actúan en sinergia e incrementan la bioresidualidad (mortalidad total que incluye al producto químico más la mortalidad producida por factores biológicos), por ejemplo, *Cereaochrysa valida* puede consumir 3000 presas en su vida (López y Villanueva, 2019). El extracto de ajo más manzanilla y ruda a la dosis de 1 litro por hectárea, tiene un costo de 400 pesos (incluido el costo de la aplicación). En contraste, el Spirotetramat® a la dosis de 250 mL/ha (testigo del productor) tiene un costo de 680 pesos por hectárea.

Cuadro 1. Control de adultos de *D. citri* en limón mexicano con productos biorracionales (Tukey 0.05).

Tratamiento	Previo F11,108;P<0.1202	3 días F11,108;P<0.0331	7 días F11,108;P<0.0010	18 días F11,108;P<0.0336
1) <i>M. indicus</i>	1.1 a	0.6 ab	1.1 a	1.3 a
2) <i>B. catharticus</i>	0.5 a	0.4 a	0.7 a	0.3 a
3) <i>P. hysterothorus</i>	0.8 a	1.4 a	1.0 b	0.8 a
4) <i>P. clandestinum</i>	1.9 a	0.7 ab	0.4 b	1.1 a
5) <i>R. luteola</i>	0.7 a	0.2 ab	0.5 b	0.2 a
6) Biocrack®	0.6 a	0.1 b	0.3 b	0.3 a
7) Fractal®	1.2 a	0.0 b	0.3 b	0.6 a
8) Briocrack-Fractal®	1.8 a	0.3 ab	1.3 b	0.5 a
9) Ecoswing®	0.5 a	0.6 ab	1.4 ab	0.9 a
10) Agrogarlic®	0.7 a	0.8 ab	0.9 ab	0.3 a
11) Spirotetramat®	2.0 a	0.8 a	1.5 ab	0.4 a
12) Testigo	2.0 a	0.4 ab	2.9 a	1.5 a

*los datos corresponden al número de adultos por unidad de muestreo, las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

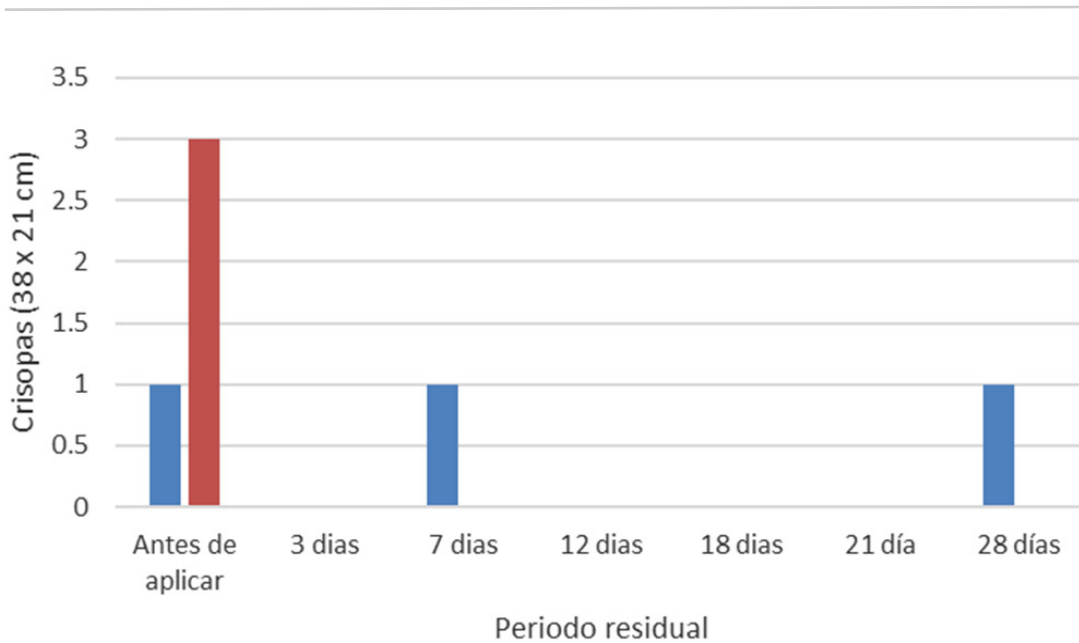


Figura 2. Impacto de dos productos biorracionales en la abundancia de crisopas en limón mexicano

La campaña contra el HLB en Michoacán apoya al productor con una aplicación al año. En 2019, la campaña apoyó una superficie de 20,000 ha, principalmente de huertas de menos de tres años de edad. Los productos que se aplicaron en bandas alternas fueron Spirotetramat® (Movento® 250 mL/ha) y Flonicamid® (Belea® 300 g/ha) durante la última semana de diciembre. En un estudio posterior se determinará el impacto de estas aplicaciones en el control de *D. citri* en el Valle de Apatzingán. Sin embargo, datos preliminares muestran que la aplicación en bandas alternas no evita la presencia de focos de infección del psílido, que en pocos días afectan a los árboles de cítricos, aunado a que el programa no cuenta con los recursos para atender las 75,000 ha, muchas de estas huertas son colindantes donde se aplica por lo que ocurren reinfestaciones. Por lo tanto, es importante replantear la estrategia de la campaña contra el psílido asiático de los cítricos-HLB en Michoacán, debido a la resistencia de este insecto a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos. Con base a estos resultados, se deben impulsar estrategias más amigables que incluyan el empleo de plantas arvenses intercaladas entre las hileras de árboles que sirvan de refugio al amplio gremio de enemigos naturales presentes como *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae), *Chrysoperla rufilabris* Burmeister, 1839, *Ceraochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (L., 1763), *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842, *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae), *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera: Reduviidae) y diferentes especies de arañas, y su atracción al follaje con aplicación de semioquímicos (melaza, piloncillo, leche en polvo con azúcar, sueros de leche). Los productos mencionados son accesibles al productor y su costo varía entre los 75 y 150 pesos el litro. La tecnología generada puede ser implementada a escala regional en 75,000 ha de cítricos en Michoacán y beneficiar a los productores de limón mexicano, limón Persa y toronja del Valle de Apatzingán y los organismos auxiliares como las Juntas Locales de Sanidad Vegetal y el CESAVEMICH, porque adecúan sus estrategias de control de las plagas de cítricos.

CONCLUSIONES

Diaphorina citri se presenta durante todo el año. Los máximos picos poblacionales ocurren en enero, mayo y julio.

Existe un amplio gremio de enemigos naturales que atacan a *D. citri*, como *T. radiata*, *C. rufilabris*, *C. cincta*, *C. sanguínea*, *H. convergens*, *O. v-nigrum*, *Z. renardii* y diferentes especies de arañas. Los depredadores más abundantes fueron las crisopas *C. rufilabris* y *C. cincta*.

Los productos que controlaron significativamente mejor a *D. citri* fueron el extracto de ajo más manzanilla y ruda (Biocrack®), el extracto de cítricos más queratina (Fractal®) y *Reseda luteola*. Sin embargo, el resto de los productos también pueden ser una alternativa a baja densidad de la plaga y bajo una rotación de insecticidas.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones aquí reportadas fueron financiadas a través del proyecto “Validación y transferencia de tecnología para recuperar la productividad de plantaciones de limón mexicano en ambientes de alta incidencia de HLB en Colima, Michoacán, Oaxaca y Guerrero” apoyado por el Sistema Producto Nacional de limón mexicano.

LITERATURA CITADA

- Ables, J. R., and R. L. Ridgeway. 1981. Augmentation of entomophagous arthropods to control insect pests and mites. In: *Biological control in crop production*. pp: 273-305. G. Papavizas (ed.) Allandheld, Osmun Pub. London.
- Bassanezi R. B. 2012. Epidemiology of Huanglongbing in Citrus. *IV Simposio Nacional y III Internacional de Bacterias Fitopatógenas*. Guadalajara. Jalisco. México.
- Bové J.M. 2006. Invited review. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88 (1), 7-37. Recuperado de <https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00000377.pdf>
- Cortés, M.E., J. I. López-Arroyo, L. M. Hernández, A. F. Castillo. y J. G. Loera. 2010. Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces en México: Selección de Insecticidas y épocas de aplicación. Folleto Técnico No 35. INIFAP-México 22 p.
- López, D. E., y J. J. A. Villanueva. 2019. Podrá *Ceraeochrysa valida* reducir la población de *Diaphorina citri*. Memoria XLII Congreso Nacional de Control Biológico, Veracruz. 33 p.
- Miranda-Salcedo, M.A. 2014. Efectividad del Isoclast en el Manejo Integrado de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en Michoacán. Memorias XXXVII Congreso Nacional de Control Biológico Mérida Yucatán, México 6-7 noviembre. 177-182 pp.
- Miranda-Salcedo, M.A. 2019. Manejo agroecológico de plagas de los cítricos en el valle de Apatzingán. Memoria XLII Congreso Nacional de Control Biológico, Veracruz. 37-49 pp.
- Miranda-Salcedo, M. A. y J. I. López-Arroyo. 2009. Ecología del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Michoacán. Memorias XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Villahermosa Tabasco. 55-59 pp.
- Miranda-Salcedo, M. A. y J. I. López-Arroyo. 2010. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) y efectividad de insecticidas para su control en Michoacán. *Entomología Mexicana*. 9:577-582. Recuperado de <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000049196>
- Núñez, P. E., E. J. M. Tizado y J. M. N. Nieto. 1992. *Coccinélidos* (Coleoptera: Coccinellidae) depredadores de pulgones (Homoptera: Aphididae) sobre plantas cultivadas de León. *Boletín*

Sanidad Vegetal de Plagas. 18: 765-775. Recuperado de https://entomologia.net/L_Coleoptera/Coccinellidae/Coccin%EA9lidos_y_sus_pulgones.pdf

Osorio, A. F., J. A. J. Villanueva, L. D. A. Ortega, U. Z. Díaz, V. M. García, J. O. Luna, y S. J. Zamora. 2019. Susceptibilidad de *Diaphorina citri* a insecticidas en los 24 estados que operaron la campaña contra HLB. Memorias Congreso XXXII Investigación, Agrícola, Pecuario, Forestal, Acuícola, Pesquero y Desarrollo Rural de Veracruz, 2284-2294 pp.

SIAP, 2020. Producción anual estatal, distrital y municipal. SAGARPA. México. www.siap.gob.mx 20 enero 2020.

Stansly, P. 2012. Biology and management of *Asian citrus psyllid* and HLB in Florida. *IV Simposio Nacional y III Internacional de Bacterias Fitopatógenas*. Guadalajara. Jalisco. México.