

# Control del vector de *Candidatus Liberibacter asiaticus* con extractos vegetales y productos biorracionales en limón Mexicano

**Mario Alberto Miranda-Salcedo**, Campo Experimental Valle de Apatzingán-CIRPAC-INIFAP, km 17 carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, municipio de Parácuaro Michoacán, C.P. 60781, México; **José Mario Miranda-Ramírez\***, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, Innovación Agrícola Sustentable, Apatzingán, Michoacán México. km 3.5 carretera Apatzingán-Aguililla, Apatzingán Michoacán, C.P. 60710, México; **Catarino Perales-Segovia**, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, km 18 carretera Ags-S.L.P., Aguascalientes, Aguascalientes, C.P. 20330, México; **Diana Miranda-Medina**, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Av, Mariano Jiménez s/n, Apatzingán Michoacán, C.P. 60660, México.

\*Autor de correspondencia: jose@itsa.edu.mx.

Recibido: Agosto 15, 2022.

Aceptado: Octubre 27, 2022.

Miranda-Salcedo MA, Miranda-Ramírez JM, Perales-Segovia C y Miranda-Medina D. 2022. Control del vector de *Candidatus Liberibacter asiaticus* con extractos vegetales y productos biorracionales en limón Mexicano. Revista Mexicana de Fitopatología 40(4).

DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2022-3>

**Resumen.** En México, el Huanglongbing (HLB) se ha vuelto endémico en todas las áreas productoras de limón Mexicano. Esta enfermedad se transmite por el insecto *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). El objetivo del estudio fue evaluar diferentes extractos vegetales y productos biorracionales para el control de *D. citri* en limón Mexicano. Se hicieron dos evaluaciones; la primera, incluyó cinco tratamientos, con muestreo previo y a los 8, 20 y 27 días después de la aplicación. En la segunda, se evaluaron ocho tratamientos, con muestreo previo y a los 6, 21 y 27 días. La variable respuesta fue el número de adultos de *D. citri*. Se empleó un diseño experimental completamente al azar, con diez repeticiones por tratamiento. A los datos se les

aplicó una prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas, y fueron procesados mediante un análisis de varianza y separación de medias mediante Tukey ( $p \leq 0.05$ ). El extracto de meliloto (6.0 mL L<sup>-1</sup>) a los 20 días disminuyó la densidad poblacional de los insectos en un 59.2%, y el Pyrifluquinazon (0.58 mL L<sup>-1</sup>) a los 6 días la disminución fue de 31.3%. Todos los extractos mostraron ser una alternativa sustentable para el manejo de *D. citri*.

**Palabras claves:** *Diaphorina citri*, Fitosanidad, Huanglongbing, concentrados botánicos.

La enfermedad conocida como dragón amarillo de los cítricos o “Huanglongbing” (HLB), ha provocado efectos devastadores en la citricultura mundial. Países como China, Brasil, Estados Unidos, España y México son los principales productores de cítricos donde la enfermedad ha estado presente. El HLB afecta especies de la familia Rutaceae, y prácticamente a todas las especies cítricas cultivadas

en el mundo; su impacto provoca, desde una baja producción y deformación del fruto, hasta la muerte del árbol (Cazares, 2014). En México, la enfermedad se detectó por primera vez en julio de 2009 en árboles de limón Mexicano en traspatio, en una comunidad costera de Tizmín, Yucatán; y durante 2010, se obtuvieron nuevas detecciones en Campeche, Colima, Sinaloa y Michoacán. Actualmente, el HLB se ha vuelto endémico en todas las áreas productoras de limón Mexicano (Robles-González *et al.*, 2014).

El insecto asociado al HLB y a los cítricos, es *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), el que causa daños directos e indirectos. El primero lo ocasiona por la alimentación de ninfas y adultos; estos, extraen grandes cantidades de savia de las hojas y peciolo y excretan mielecilla en donde se desarrollan hongos tipo “fumagina”, que al cubrir las hojas reduce la fotosíntesis y puede causar defoliación del árbol. Además, al alimentarse inyectan una toxina que detiene el crecimiento terminal y causa malformación de las hojas y brotes, lo que impide el crecimiento normal de la planta. Los daños indirectos son más importantes. La plaga es transmisora de una de las bacterias más importantes denominada *Candidatus Liberibacter spp.*, la cual inhabilita el floema y ocasiona la enfermedad HLB, también conocida como “Greening de los cítricos” (Garza, 2014).

Ante ello, es importante establecer mecanismos eficientes de muestreo y vigilancia del HLB y su vector, respaldados por estudios sobre su desarrollo, con tecnologías de manejo probadas localmente para enfrentar este serio problema (Mora-Aguilera *et al.*, 2014). Entre las estrategias evaluadas recientemente para el manejo del HLB en plantas infectadas, está el uso de antibióticos como oxitetraciclina y la penicilina; esta última, aplicada con un surfactante presentó los mejores resultados en cuanto al control de la bacteria, aunque ambas presentaron

buenos resultados al incrementar el crecimiento de los árboles y mejorar la calidad del fruto (Zhang *et al.*, 2021). Otra estrategia para el manejo del HLB, es la evaluación de inductores de resistencia sistémica adquirida (SAR), como el acibenzolar-S-methyl (ASM), el ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA) y el ácido salicílico (SA), aplicados individualmente en aspersiones, al suelo y mediante inyección al tronco. Aunque ningún tratamiento mejoró la calidad del fruto, estos redujeron significativamente tanto la severidad de la enfermedad, como la población del vector y la caída de frutos, e incrementaron el rendimiento (Li *et al.*, 2021).

En relación al insecto vector, en el Estado de México, México, Bautista *et al.* (2014) estudiaron el control químico de *D. citri* en el limón Persa en condiciones de invernadero; para ello, evaluaron seis tratamientos químicos: imidacloprid + betacyflutrin, spirotetramat, Imidacloprid, thiamethoxam + lambda cialotrina y aceite parafínico de petróleo. Después de 48 h el imidacloprid y el aceite parafínico causaron el 83 y 100% de mortalidad, respectivamente.

En otro estudio desarrollado en California USA, en áreas comerciales de cítricos se implementó un programa de control biológico para *D. citri* que inició en 2012 con una duración de 10 años, con base en los parasitoides *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), especies originarias de Punjab, Pakistán, presumiblemente área de origen de *D. citri*. La plaga disminuyó en aproximadamente 70% debido a una combinación de parasitismo de ninfas por parte de *T. radiata*, y depredación por depredadores generalistas sírfidos (Hoddle *et al.*, 2022). Por su parte, Chen *et al.* (2022) en Florida USA, evaluaron en cítricos cuatro insecticidas: bifentrina, ciantraniliprol, dimetoato y tiame-toxam para medir la toxicidad directa en *D. citri*. Encontraron que las proporciones de resistencia

de las poblaciones de campo fueron 6.67–11.33, 3.20–36.37, 12.50–82.50 y 4.60–10.08%, a correspondencia. Por tanto, se propone como objetivo de este estudio evaluar diferentes extractos vegetales y productos biorracionales para el control de *D. citri* en limón Mexicano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron dos evaluaciones de insecticidas en campo para el control de *D. citri* en un huerto de limón Mexicano de dos años de edad establecido dentro del Campo Experimental Valle de Apatzingán [CEVA] del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP] en el municipio de Parácuaro, Michoacán, México a los 19° 00' 44, 10" N, 102° 13' 38, 57" O, 346 msnm (Google Earth, 2021).

**Tratamientos.** La primera evaluación en campo (1er EV) inició en marzo de 2020 y se evaluaron cinco tratamientos incluyendo el testigo (Cuadro 1). La segunda evaluación en campo [2da EV] inició en junio de 2020 y se evaluaron ocho tratamientos incluyendo al testigo (Cuadro 2).

**Variable de estudio.** La variable respuesta fue el número de adultos de *D. citri*; para ello, se desarrolló

un muestreo previo (*a priori*) a la aplicación de los tratamientos como punto de referencia.

**Muestreos.** Para la recolección de datos en la 1er EV se practicaron muestreos en campo a los 8, 20 y 27 días después de la aplicación (dda) de los tratamientos; y en la 2da EV, a los 6, 21 y 27 dda. El muestreo fue con base a la técnica de golpeteo, y como unidad de muestra, una rama de una altura del árbol de 1.5 m; ésta se golpeó tres veces con una aza de madera y los insectos caídos en una tabla de color morado de 38 x 21 cm, se cuantificaron (Miranda-Salcedo *et al.*, 2019).

**Diseño experimental y análisis estadístico.** Se usó un diseño experimental completamente al azar, con cinco y ocho tratamientos para la 1er y 2da EV, respectivamente; se establecieron diez repeticiones independientes, donde la unidad experimental fue un árbol.

Para los datos del número de insectos se aplicó una transformación logística Cox & Box. La transformación de Box y Cox (1964) se utiliza con el objetivo de que los supuestos de aditividad, normalidad y varianza constante sean satisfechos aproximadamente. La nueva variable transformada presenta una distribución cercana a la normalidad (Peña y Peña, 1986; Castaño-Vélez, 2011). Seguido se hizo la prueba de normalidad y homogeneidad de

**Cuadro 1. Tratamientos utilizados para el control de *D. citri* en limón Mexicano en la primera evaluación en campo.**

Número	Tratamiento	Dosis mL L <sup>-1</sup>	Producto comercial / Compañía / País
T1	Spirotetramat 5.87%	0.5	Palgus® / Corteva / México
T2	Extracto compuesto de ajo [ <i>Allium sativum</i> (Liliaceae)], manzanilla [ <i>Matricaria chamomilla</i> (Asteraceae)] y ruda [ <i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae)] 10%	4.0	BioCrack® / Berni Labs / México
T3	Extracto de cítricos + queratina 10%	4.0	Fractal® / Berni Labs / México
T4	Extracto de meliloto <i>Melilotus indicus</i> (Fabaceae) Solución base al 50%, 500 g de la planta por L de alcohol	6.0	Producto artesanal / México
T5	Testigo (agua)	-	-

**Cuadro 2. Tratamientos utilizados para el control de *D. citri* en limón Mexicano en la 2da EV.**

Número	Tratamiento	Dosis mL L <sup>-1</sup>	Producto comercial / Compañía / País
T1	Testigo (agua)	-	-
T2	Tolfenpirad al 15%	0.9	Hachi Hachi / Nichino / México
T3	Tolfenpirad al 15%	1.2	Hachi Hachi / Nichino / México
T4	Tolfenpirad al 15%	1.9	Hachi Hachi / Nichino / México
T5	Pyrufluquinazon al 20,2%	0.3	Pyriflu / Nichino / México
T6	Pyrufluquinazon al 20,2%	0.4	Pyriflu / Nichino / México
T7	Pyrufluquinazon al 20,2%	0.6	Pyriflu / Nichino / México
T8	Pyrufluquinazon al 20,2%	0.3	Pyriflu / Nichino / México

las varianzas de los datos [Post Hoc], un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ); todo lo anterior, con el paquete estadístico Statistica versión 13.3 (StatSoft Inc., 2017).

## RESULTADOS

Los resultados de la prueba de homogeneidad de las varianzas de los datos, mostraron una coincidencia satisfactoria de los datos sobre la línea recta en ambas evaluaciones; asimismo, los muestreos presentaron una distribución normal que corroboró la confiabilidad del experimento.

**1er EV.** El análisis de varianza indicó que en todos los muestreos no existieron diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre tratamientos para las medias poblacionales.

Los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), registraron un efecto diferencial entre tratamientos a los 8, 20 y 27 dda (Cuadro 3). A los 8 dda los tratamientos que mostraron una disminución de la población de *D. citri* fueron el T3 y T4 con diferencias estadísticas significativas en relación con los demás tratamientos, y el T5 mostró un incremento en la población. A los 20 dda el T2 presentó una diferencia estadística significativa en la disminución de la población;

**Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre *D. citri* Tukey (= \* $p \leq 0,05$ ) para la primera evaluación.**

Tratamiento	Previo	Días después de la aplicación		
		8	20	27
T1	3.48 a	1.16 b	0.69 a	2.30 b
T2	3.03 a	2.28 a	1.53 ab*	3.12 ab*
T3	3.51 a	1.87 ab*	2.23 b	3.46 a
T4	2.18 a	2.00 ab*	0.89 a	4.11 a
T5	2.04 a	2.30 a	1.91 b	4.15 a

T1= Spirotetramat 0.5 mL L<sup>-1</sup>; T2= Extracto compuesto de ajo + manzanilla y ruda 4.0 mL L<sup>-1</sup>; T3: Extracto de cítricos + queratina 4.0 mL L<sup>-1</sup>; T4= Extracto de meliloto 6.0 mL L<sup>-1</sup>; T5= Testigo (agua).

\* Medias seguidas de la misma letra dentro de columna son estadísticamente diferentes (\*=  $p \leq 0.05$ ).

sin embargo, el T1 presentó el valor numérico más bajo en todos las fechas de muestreo y los tratamientos; el T4 presentó también un valor numérico por debajo de 1. Para el muestreo efectuado a los 27 dda el T2 presentó diferencia estadística significativa en relación con los demás tratamientos; el T1 mostró un valor por debajo del muestreo previo y los T3, T4 y T5 presentaron valores numéricos que se ubican en un rango de 3 a 4 insectos vectores, valor por arriba del muestreo previo.

**2da EV.** El análisis de varianza indicó que en todos los muestreos no existe una diferencia estadística ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para las medias poblacionales, son estadísticamente iguales.

Los resultados en la prueba de medias Tukey ( $p \leq 0,05$ ) indicaron en todos los muestreos incluyendo el previo una diferencia estadística significativa (Cuadro 4). A los 6 dda solamente se presentó diferencia estadística significativa en el T7, sin embargo, para los T2 y T3 los valores numéricos alcanzados fueron los más bajos en relación a con las demás fechas de muestreo, evidenciando así la mayor disminución de la población de los insectos

de todos los tratamientos. A los 21 dda los T5, T6 y T7 mostraron pertenecer al mismo grupo (igualdad significativa entre tratamientos), sin embargo, la población de los insectos se incrementó; los T2, T4 y T8 mostraron pertenecer a diferentes grupos con diferencia significativa entre sí y con una disminución en la población. En el muestreo efectuado a los 27 dda solamente se presentó diferencia significativa en los T4 y T5, sin embargo, el T3 mostró un valor numérico por debajo de cero, evidenciando así una mayor disminución en la población de *D. citri*.

## DISCUSIÓN

Este trabajo corrobora un análisis sobre el control de las poblaciones del insecto vector en limón Mexicano. Los resultados evidenciaron que existe una alternativa sustentable para el manejo de las poblaciones del insectos, con insecticidas comerciales y botánicos.

Aunque los resultados obtenidos para spirotetramat en la prueba de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ) fueron

**Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre *D. citri* Tukey ( $=*p \leq 0.05$ ) para la segunda evaluación.**

Tratamiento	Previo	Días después de la aplicación		
		6	21	27
T1	3.37 ab*	2.61 d	3.15 b	2.94 a
T2	2.24 a	0.13 a	1.61 cd*	1.21 b
T3	2.81 ab*	0.13 a	1.35 c	0.77 d
T4	3.90 b	0.52 a	1.94 acd*	1.65 bc*
T5	2.08 a	1.91 b	2.58 ab*	2.79 a
T6	2.51 a	1.94 bc	2.87 ab*	2.39 a
T7	4.11 b	2.51 cd*	2.82 ab*	3.05 a
T8	2.40 a	1.62 b	2.26 abcd*	1.99 bcd*

T1= Testigo (agua); T2= Tolfenpirad 0.9 mL L<sup>-1</sup>; T3: Tolfenpirad 1.2 mL L<sup>-1</sup>; T4=Tolfenpirad 1.9 mL L<sup>-1</sup>; T5= Pyrifluquinazon 0.3 mL L<sup>-1</sup>; T6= Pyrifluquinazon 0.4 mL L<sup>-1</sup>; T7= Pyrifluquinazon 0.6 mL L<sup>-1</sup>; T8= Pyrifluquinazon 0.3 mL L<sup>-1</sup>.

\* Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes ( $=*p \leq 0.05$ ).

numéricos, controló las poblaciones de *D. citri* en todos los muestreos y a los 20 dda el efecto fue de 80.1% en relación al muestreo previo, por lo cual sigue representando una alternativa para el control del vector, esto conlleva, a realizar un muestreo en campo que determine el umbral de daño de la plaga antes de tomar la decisión de aplicar un producto. Por su parte, Miranda-Ramírez *et al.* (2021), observaron que el Spirotetramat causó los mayores efectos a los 20 dda, con una disminución poblacional del 36.9%. Fiaz *et al.* (2018), evaluaron este insecticida en dosis de 90 g de i.a. por ha<sup>-1</sup> para *D. citri* en plantas de cítricos y reportaron que la reducción máxima en la media de la población para el spiro-tetramat se observó a los 3 dda de los tratamientos, alrededor del 57 y el 66% respectivamente.

En relación a los extractos evaluados, el extracto de cítricos + queratina mostró una reducción en la densidad poblacional a los 8 y 20 dda (1.8 insectos vectores, 46.5% y 2.2 vectores, 36.4%) respectivamente. Miranda-Salcedo *et al.* (2020) observaron que el extracto de cítricos + queratina presentó valores de 1.2 *D. citri* en muestreo previo y a los 3, 7 y 18 dda los valores fueron 0, 0.3 y 0.6 respectivamente en limón Mexicano. En caso de los extractos de compuesto de ajo + manzanilla y ruda, y el extracto de meliloto mostraron un efecto de repelencia de los insectos hasta los 20 dda de 1.5 insectos con 49.4% y 0.89 con 59.2% a correspondencia, posiblemente debido al manejo agroecológico con que se trabaja en la huerta, la cual no recibe aplicaciones de insecticidas, cuenta con la presencia de plantas arvenses entre las hileras, lo cual mantiene el arraigo de los enemigos naturales. Sin embargo, Molina *et al.* (2022) destacan que entre las especies vegetales que se han utilizado para el control de insectos está el ajo por sus agentes activos alicina y disulfuro de alilpropilo. Romo-Asunción *et al.* (2016), reportaron que las especies del género *Melilotus indicus* y *M. albus*, contienen

varios compuestos bioactivos como terpenos, esteroides y polifenoles.

El Tolfenpirad mostró ser una buena alternativa en la disminución de las poblaciones del limón Mexicano, sin embargo, el uso intensivo de este insecticida basado en aplicaciones por calendario puede causar una evolución en de resistencia en el insecto. Al respecto Tang *et al.* (2020) encontraron que las aplicaciones foliares en cítricos de Tolfenpirad en dosis de 50 mg kg de ingrediente activo para *D. citri* con una eficacia de 78.1%, con un efecto de los 3 hasta los 30 dda.

Miranda-Ramírez *et al.* (2021) observaron que el Pyrifluquinazon en dosis de 0.5 mL L<sup>-1</sup> aplicado al follaje en limón Mexicano a 3 dda disminuyó la población del vector en un 87,7%, seguido a los 6 dda observaron todo lo contrario, un efecto nulo en la mortalidad de 0%. Lo anterior varía con lo encontrado en este trabajo para el Pyrifluquinazon en dosis de 0.5 mL L<sup>-1</sup> a los 21 dda se presentó una disminución en la población de los insectos de más de 31.31%, sin embargo, en las dosis de 0.3 y 0.4 mL L<sup>-1</sup> a los 21 incrementó la población. Lo anterior corrobora que la dosis y el tiempo de aplicación son dos factores importantes para la disminución de la población del insecto vector.

## CONCLUSIONES

Se logró obtener una alternativa para el manejo sustentable de *D. citri* a través de los productos con base en extracto de cítricos + queratina, extractos de compuesto de ajo + manzanilla y ruda, y el extracto de meliloto.

El Tolfenpirad mostró una la disminución significativa de las poblaciones del vector en limón Mexicano, sin embargo, hay que considerar que esta molécula con un uso excesivo puede llegar a causar resistencia al insecto.

Es recomendable realizar monitoreos constantes por semana del vector para tomar la decisión de aplicar un insecticida, además de rotar diferentes productos de bajo impacto ambiental en las dosis correctas.

#### AGRADECIMIENTOS

Estas investigaciones 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. Se agradece el apoyo a Bioibérica y Nichino México A. C. por proporcionar sus moléculas para este estudio.

#### LITERATURA CITADA

- Bautista N, Ruiz I, Sánchez H and Valenzuela F. 2014. Control Químico de *Diaphorina Citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) en Lima Persa. *Acta Zoológica Mexicana* 31(1): 41-47. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v31n1/v31n1a6.pdf>
- Box GEP and Cox DR. 1964. An Analysis of Transformations. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26(2): 211-252. <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfQWabCMboK68.pdf>
- Castaño-Vélez EA. 2011. Una estimación no paramétrica y robusta de la transformación Box-Cox para el modelo de regresión. *Lecturas de economía* 75: 89-106. <http://www.scielo.org.co/pdf/le/n75/n75a5.pdf>
- Cazares N. 2014. Estrategias biotecnológicas para el control de *Diaphorina citri* vector de la bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus*, agente causal del Huanglongbing [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas. Nuevo León, México.
- Fiaz M, Afzal M and Majeed MZ. 2018. Synergistic action of *Isaria fumosorosea* Wize (Hypocreales: Cordycipitaceae) and spirotetramat against Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) under field conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 31(2): 194-201. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2018/31.2.194.201>
- Garza E. 2014. El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* y su manejo en la zona media y Huasteca Potosina. (pp.22) [Folleto para Productores]. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/1000.pdf>
- Google Earth. 2021. Parácuaro Michoacán, México. Google Maps. USA. [https://earth.google.com/web/search/Antunez+municipio+de+Par%C3%A1cuaro+Michoac%C3%A1n+M%C3%A9xico/@19.01298263,-102.22692688,344.00993657a,769.03571349d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCer2pJF1GTJAEef2pJF1GTLAGewjuj\\_R2jbAlbAvgTraRV7](https://earth.google.com/web/search/Antunez+municipio+de+Par%C3%A1cuaro+Michoac%C3%A1n+M%C3%A9xico/@19.01298263,-102.22692688,344.00993657a,769.03571349d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCer2pJF1GTJAEef2pJF1GTLAGewjuj_R2jbAlbAvgTraRV7)
- Chen X D, Qureshi JA and Stelinski LL. 2022. Monitoring of *Diaphorina citri* populations from Florida reveals reduced susceptibility to cyantraniliprole and thiamethoxam. *Journal of Applied Entomology*. <https://doi.org/10.1111/jen.13011>
- Hoddle MS, Hoddle CD, Morgan DJW and Milosavljević I. 2022. Successful biological control of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in California, pp. 127-143. In: Van Driesche RG, Winston RL, Perring TM, and Lopez VM. (Eds.). *Contributions of Classical Biological Control to the U.S. Food Security, Forestry, and Biodiversity*. FHAAS-2019-05. USDA Forest Service, Morgantown, West Virginia, USA. <https://bugwoodcloud.org/resource/files/23194.pdf>
- Li J, Kolbasov VG, Pang Z, Duan S, Lee D, Huang Y, Xu J, Teper D, Lamichhane T and Wang N. 2021. Evaluation of the control effect of SAR inducers against citrus Huanglongbing applied by foliar spray, soil drench or trunk injection. *Phytopathology Research* (2021) 3:2: 1-15. <https://doi.org/10.1186/s42483-020-00079-2>
- Miranda-Ramírez JM, Perales-Segovia C, Miranda-Salcedo MA and Miranda-Medina D. 2021. Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle). *Revista chilena de entomología* 47 (4): 723-732. <https://dx.doi.org/10.35249/rche.47.4.21.09>
- Miranda-Salcedo MA, Perales-Segovia C, Cortés-Moncada E y Miranda-Ramírez JM. 2020. Manejo agroecológico de *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano, en Michoacán, México. *Entomología Mexicana* 7: 176-182.
- Molina LXZ, Díaz IFC, de los Santos-Villalobos S, Cárdenas CIC, Ramírez SR, and Anaya ER. 2022. Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 27: 69-79.
- Mora-Aguilera GJ, Flores-Sánchez G, Acevedo-Sánchez S, Domínguez-Monge C, Oropeza-Salín A, Flores-Olivas R, González-Gómez G and Robles-García P. 2014. Vigilancia Epidemiológica y Estatus Actual del Amarillamiento Letal del Cocotero, Punta Morada de la Papa y Huanglongbing de los Cítricos (HLB) en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 32(2): 120-131. [https://rmf.smf.org.mx/Vol3222014/AR/32-2\\_04.pdf](https://rmf.smf.org.mx/Vol3222014/AR/32-2_04.pdf)
- Peña D and Peña JI. 1986. Un contraste de normalidad basado en la transformación de Box-Cox. *Estadística Española*. 110: 33-46. [https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13880/contraste\\_pena\\_EE\\_1986.pdf](https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13880/contraste_pena_EE_1986.pdf)
- Robles-González MM, Orosco-Santos M, Manzanilla-Ramírez MA y Velázquez-Monreal JJ. 2014. Huanglongbing. P.p. 231-26). In: Orosco-Santos M, Robles-González MM,

- Velázquez-Monreal JJ, Manzanilla-Ramírez MA and Bermúdez-Guzmán M de J. (eds.). El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecmán. Colima México. 447 p.
- Romo-Asunción D, Ávila-Calderón MA, Ramos-López MA, Barranco-Florido JE, Rodríguez-Navarro S, Romero-Gómez S, Aldeco-Pérez EJ, Pacheco-Aguilar JR and Rico-Rodríguez MA. 2016. Juvenomimetic and insecticidal activities of *Senecio salingus* (Asteracea) and *Salvia microphylla* (Lamiaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae), Florida Entomologist 99(3): 345-351. <https://doi.org/10.1653/024.099.0301>
- Tang T., Zhao M, Wang P, Xiao Y, Kong Huang S and Wei, F. 2020. Field Efficacies and Joint Actions of Beta-cyfluthrin Mixed With Thiamethoxam or Tolfenpyrad Against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). Journal of Economic Entomology 20(20): 1–7. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa196>
- TIBCO Inc. 2017. STATISTICA data analysis software system, Version 13.3 for Windows, TIBCO Inc, Tulsa, OK, USA. Consultado el 7 de julio de 2021. [www.tibco.com/products/data-science](http://www.tibco.com/products/data-science)
- Zhang M, Karupaiya P, Zheng D, Sun X, Bai J, Ferrarezi R. S, Powell CA, and Duan Y. 2021. Field Evaluation of Chemotherapy on HLB-Affected Citrus Trees With Emphasis on Fruit Yield and Quality. Frontiers in Plant Science 12: 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.611287>.