

EFFECTIVIDAD DE CIPERMETRINA E IMIDACLOPRID EN EL CONTROL DE *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: LIVIIDAE)

Benito Hernández-Castellanos

Facultad de Biología, Universidad
Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre
Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090.
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0001-6475-5232

Araceli Flores-Aguilar

Maestría en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad
Veracruzana, Zona Universitaria, Xalapa,
Veracruz, México

Víctor Hugo García-Méndez

Instituto de Fitosanidad. Entomología y
Acarología. Colegio de Postgraduados.
56230. Montecillo, Estado de México

Julio César Castañeda-Ortega

Facultad de Biología, Universidad
Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre
Beltrán s/n, Zona Universitaria, 91090.
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0003-2663-9155

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El Psílido Asiático de los Cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), es el vector transmisor de *Candidatus Liberibacter* causante de la enfermedad Huanglongbing, la cual ha sido clasificada como la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial. *D. citri* se ha distribuido en prácticamente todas las zonas citrícolas de México y el principal manejo de Huanglongbing es por medio del control químico del vector. Por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de los insecticidas de uso comercial cipermetrina e imidacloprid por medio de la DL50, para el control del vector *D. citri*. Individuos adultos de *D. citri* criados en condiciones de laboratorio fueron expuestos de manera tópica a diferentes concentraciones (1, 0.1, 0.01, 0.001 y 0.0001 mg/ml) de cipermetrina e imidacloprid, con su respectivo control (agua destilada), siguiendo la metodología propuesta por Tiwari et al, (2011) y García (2016). Se tuvieron cuatro réplicas por tratamiento, teniendo un total de 48 unidades experimentales con 10 individuos cada una. Se registró la mortalidad 24 horas después de la aplicación, con los datos obtenidos se realizó una prueba de Kruskal Wallis y como prueba a posteriori se realizó una prueba de Dunn, se utilizó un modelo lineal general (MLG) utilizando el programa Statistica v.8. Los resultados en condiciones de laboratorio indican que para el ingrediente activo cipermetrina la DL50 por aplicación tópica en *D. citri* es de 0.001 mg/ml, mientras que para imidacloprid la DL50 es de 0.01 mg/ml. *D. citri* mostró mayor susceptibilidad a cipermetrina lo cual indica que es efectivo para su control y una buena alternativa a otros insecticidas utilizados. *D. citri* presentó resistencia a imidacloprid, ya que se requiere 10 veces más del ingrediente activo para alcanzar la DL50.

Palabras clave: Huanglongbing, *Candidatus Liberibacter* spp, DL50, Imidacloprid,

Cipermetrina.

INTRODUCCIÓN

México es el quinto productor de cítricos en el mundo (SIAP, 2017). La citricultura tiene gran importancia en la economía del país y principalmente en las regiones donde se realiza esta actividad citrícola, en poco más de medio millón de hectáreas en regiones de clima tropical y subtropical (SAGARPA, 2012), en las 24 entidades federativas se cultivan cítricos (SIRVEF, 2018), de la cual el 80% se destina a cítricos dulces principalmente de naranja (83%), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%). Lo cual representa un factor grande de ingresos, donde dependen aproximadamente 69 mil productores y 154 mil empleos (SAGARPA, 2012). Veracruz es el principal productor de este insumo en el país, cubre el 48 % de la producción nacional, destaca en su producción de naranja con más de 2 mil toneladas y junto a 26 municipios que se dedican a esta producción generan 329 millones de pesos, en una extensión territorial de 230 mil hectáreas (SIAP, 2017). No obstante, la producción de cítricos se ha puesto en riesgo por la llegada de plagas y enfermedades, donde destaca Huanglongbing una enfermedad irreversible para la citricultura, donde a través de dependencias gubernamentales como SADER y SENASICA se han puesto en práctica programas y campañas para la prevención de la enfermedad por medio de control químico.

La primera detección de Huanglongbing fue en junio de 2009 en la península de Yucatán (SENASICA, 2017), lo que ocasionó graves pérdidas en la actividad productora citrícola. Huanglongbing conocida también como el enverdecimiento de los cítricos, está asociada con la infección de tres especies de bacterias: *Ca. Liberibacter asiaticus*, *Ca. Liberibacter americanus* y *Ca. Liberibacter africanus*, estas se alojan en los tubos cribosos del floema del huésped y en las glándulas salivales del insecto

vector (Bové, 2006). *Ca. Liberibacter asiaticus* se transmite por *Diaphorina citri*, ambos pueden tolerar temperaturas superiores a los 35°C y humedad baja (Bové, 2006); afectan a cultivos de la familia Rutacea (Lieftinget *al.*, 2008); y en combinación son una amenaza para la citricultura (Salcedo *et al.*, 2010), debido a esto *D. citri* se considera como la plaga más importante de los cítricos en el mundo (Halbert y Manjunath, 2004), (Figura 1). En México se han tomado diversas medidas de control como el uso de plantas certificadas, remoción de árboles sintomáticos y control químico del insecto (Camacho *et al.*, 2015; Mora *et al.*, 2016).



Figura 1. En la imagen (A) se observa el árbol infectado por Huanglongbing y en (B y C) frutos cítricos con deformación, signo característico de la enfermedad. Fotografías tomadas por Hernández-Castellanos, 2018.

DESARROLLO

Diversos estudios realizados en otros países han demostrado que *D. citri* muestra resistencia a la aplicación de algunos insecticidas que se utilizan para su control, Tiwari *et al.* (2010) señalan que psílidos positivos a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* tienen mayor susceptibilidad;

insecticidas del grupo neonicotinoides son más tóxicos para psílidos positivos al actuar la nicotina sobre receptores de acetilcolina, a diferencia de los piretroides sintéticos que se dirigen a los canales de sodio. En Florida Tiwari *et al.* (2011) observaron que *D. citri* es resistente a imidacloprid 35X, Clorpirifos 17.9X, tiametoxam 15X, malatión 5.5X y fenpropatrina 4.8X, destacando el grupo de los neonicotenoides; señalando que la resistencia se debe a las enzimas glutatión transferasa y Citocromo P450 oxidasas (Tiwari *et al.*, 2012), con cinco genes de resistencia del Citocromo P450 (Tiwari *et al.*, 2013).

García *et al.* (2016) estudiaron la susceptibilidad de *D. citri* en el estado de Veracruz con dos poblaciones Cazones y Martínez de la Torre, las cuales mostraron susceptibilidad diferencial a los siete insecticidas evaluados, en el caso de la población de Cazones, al obtener la DL_{50} los que mostraron mayor nivel toxicológico fueron lambdacialotrina y abamectina, del grupo de los piretroides y microbiales (PIRT e I-MICR), siendo los más efectivos para el control del vector, y con un mayor nivel de resistencia a dimetoato (87.52X) y metomilo (83.58X). La susceptibilidad a los insecticidas varía entre las diferentes etapas de desarrollo de *D. citri* los insecticidas que se utilizan para el control de esta especie recomiendan la misma dosis para estadios ninfales y adultos, sin embargo, para tener un mejor control de la plaga es necesario comprender los niveles de resistencia que presentan durante su desarrollo biológico, para determinar las dosis que pueden ser aplicadas en campo. El estado de Veracruz es un alto productor cítrico, por ello es importante identificar a que insecticidas *D. citri* es resistente, para tomar medidas en campo con el control químico que se aplica, se ha registrado que en zonas cítricas de Florida *D. citri* presenta resistencia principalmente a neonicotinoides, organofosforados y algunos

piretroides (Tiwarriet *al.*, 2011).

La cipermetrina, son insecticidas comúnmente utilizados en el campo desde los años 80's, los insectos tratados sufren parálisis nerviosa por cambios que se generan en la membrana, estimulan descargas de impulsos nerviosos, paralizan el cuerpo, ocasiona convulsiones, afectando sistema nervioso central y el periférico; por su parte el imidacloprid pertenece al grupo de los neonicotinoides se utilizan en la agricultura desde los años 90's, están relacionados con la nicotina; actúan como insecticidas de contacto contra psílicos, su modo de acción es sistémico, contacto y estomacal, actúa en el sistema nervioso central (Lagunes y Villanueva, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

PSÍLIDOS DE DIAPHORINA CITRI

Se recolectaron psílicos adultos *Diaphorina citri* Kuwayama en el mes de agosto de 2017 en la localidad Tres Encinos en el municipio Martínez de la Torre del estado de Veracruz de Ignacio de Llave, sus coordenadas latitud 20.10678 y longitud -97°020, en un cultivo de lima persa *Citrus latifolia* Tanaka de 4.5 hectáreas, con una edad de la planta de aproximadamente cinco años. El muestreo para las huertas fue sistémico de 24 plantas con la técnica "T" (3x3) aplicable para huertos menores de 5 ha, se colectaron de 5 a 10 psílicos por árbol muestreado. Los psílicos recolectados fueron trasladados en jaulas entomológicas de (60x30) forradas de tela de organza al laboratorio de la Facultad de Biología, para su mantenimiento y reproducción. Como planta huésped de *D. citri* se utilizó *Murraya paniculata* sin exposición a insecticidas. Fue a partir de la de la quinta generación que se realizaron experimentos con ejemplares a los cuales se procedió a la aplicación tópica de Cipermetrina. Para lograr su exitosa reproducción fueron puestos en una

cámara climática artificial marca ECOSHEL modelo C1000D a una temperatura de 27°C, 60% HR (humedad relativa) y fotoperiodo 14:10 luz: oscuridad (Tiwari *et al.*, 2011).

INSECTICIDAS

Se evaluó la efectividad DL_{50} de dos insecticidas comerciales ROTAPRID 350 SC y CIMETRIN 200, con su ingrediente activo (i.a.) Imidacloprid: (E)-1-(6-cloro-3piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ilidenamina, equivalente a 350 g de i.a y Cipermetrina: (\pm)-Alfa-Ciano-3-fenoxibencil (\pm)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato, equivalente a 200 g de i.a. preparados al 1% de la formulación comercial de 5 a 6 dosis por i.a , diluidos con agua destilada el día del bioensayo.

MODELO EXPERIMENTAL

Se utilizó la técnica tópica propuesta por Tiwari *et al.* (2011) y con algunas modificaciones García (2013), para la aplicación de psílicos adultos mixtos en el pronoto, con un aspirador bucal se colectaron diez psílicos adultos en una punta de micropipeta cubierta en la parte de arriba con tela de organza y recortada la punta; en una bolsa se colocaron dos puntas de micropipetas selladas con parafilm para anestesarlos con CO₂ (la anestesia dura aproximadamente de 15 a 20 segundos), se colocaron en cajas Petri de 6 cm de diámetro, perforadas y cubierta la tapa con tela de organza para la respiración de los psílicos, con un soporte de 4 ml de agar-agar al 1.5% y sobre el agar una hoja de naranja, de esta forma se hizo la aplicación tópica a los psílicos con una jeringa para cromatografía Hamilton de 10 μ L y con un aplicador se inyectaron 2 μ L (2 μ L= disparo) de insecticida a cada psílico, para ser sellada finalmente con papel Parafilm, las cajas petri se mantuvieron en la cámara climática para no alterar sus condiciones de clima. Por tratamiento se

tuvo un control con agua; fueron probados a diferentes dosis (1, 0.1, 0.01, 0.001 y 0.0001 mg/ml) con cuatro réplicas, teniendo un total de 20 unidades experimentales. Se registró la mortalidad 24 horas después de la aplicación, y se consideraron muertos a los psíidos que no mostraron movilidad.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados para determinar la DL_{50} (dosis que mata el 50% de la población expuesta, expresada en mg/ml) para ambos insecticidas, con los datos obtenidos a las diferentes dosis se realizó una prueba de Kruskal Wallis y como prueba a posteriori se realizó una prueba de Dunn, se utilizó un modelo lineal general (MLG) utilizando el programa Statistica v.8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DOSIS LETAL (DL_{50}) CIPERMETRINA

El modelo lineal general indica que existen diferencias significativas entre la mortalidad que causan las diferentes dosis de cipermetrina ($p=0.00001$), por su parte la prueba de Kruskal Wallis arrojó diferencias significativas ($H=22.8236$, $g =5$, $p<0.001$), la prueba de Dunn indicó que existieron divergencias entre el control y las diluciones 1, 0.1 y 0.01 mg/ml ($p<0.05$), sin embargo, no existieron diferencias significativas entre el control y las diluciones 0.001 y 0.0001 mg/ml (Figura 2). Para el ingrediente activo cipermetrina la DL_{50} por aplicación tópica en *D.citri* es de 0.001 mg/ml, donde entre menor dosis se aplicó se alcanzó la letalidad del 50% de la población expuesta, mientras que, 1, 0.1 y 0.01 mg/ml causaron la DL_{95} de los psíidos, la concentración 0.0001 mg/ml causó la menor mortalidad de los individuos.

DOSIS LETAL (DL_{50}) IMIDACLOPRID

El Modelo lineal general mostró que existen diferencias significativas en la

mortalidad de las diferentes dosis de imidacloprid ($p=0.00001$). Mediante la prueba de Kruskal Wallis se encontraron divergencias significativas ($H=22.236$, $gl=5$, $p<0.001$), la prueba de Dunn indicó que las diferencias fueron entre el control y las diluciones 1 y 0.1 mg/ml ($p<0.05$), sin embargo, no existieron diferencias significativas entre el control y las diluciones 0.01, 0.001 y 0.0001 mg/ml (Figura 2). En el caso del ingrediente activo Imidacloprid la DL_{50} por aplicación tópica en *D.citri* es de 0.01 mg/ml, al aplicar esta dosis se mató el 50% de la población expuesta, mientras que, 1 y 0.1 mg/ml causaron la DL_{95} de los psíidos, 0.001 y 0.0001 mg/ml causó la menor mortalidad de los individuos respectivamente.

CIPERMETRINA VS IMIDACLOPRID

D. citri mostró mayor susceptibilidad a cipermetrina ya que requirió de menores dosis para alcanzar el mayor número de mortalidad de individuos, mientras que imidacloprid tuvo un menor efecto de mortalidad sobre este vector, lo que indica que *D. citri* se ha vuelto más resistente a este ingrediente activo. Cipermetrina es un principio activo que pertenece al grupo toxicológico de los piretroides, Tiwari *et al.*, 2011 trabajando con este grupo representados por cipermetrina y fenpropatrina en laboratorio y cinco sitios de muestreo en Florida, observaron que fenpropatrina indica un nivel moderado de resistencia al tener un valor mayor de DL_{50} (1.50), a diferencia de cipermetrina que su DL_{50} que es menor (0.70), lo que concuerda con nuestros resultados donde cipermetrina a menor dosis aplicada (0.001 mg/ml) dio como resultado la DL_{50} ; así mismo García *et al.*, 2016 representaron el grupo de los piretroides con lambdacialotrina y en sus dos poblaciones de Cazones y Martínez, Ver. encontraron mayor nivel de toxicidad con la DL_{50} en 0.013 y 0.110 ng i.a. por insecto respectivamente, indicando

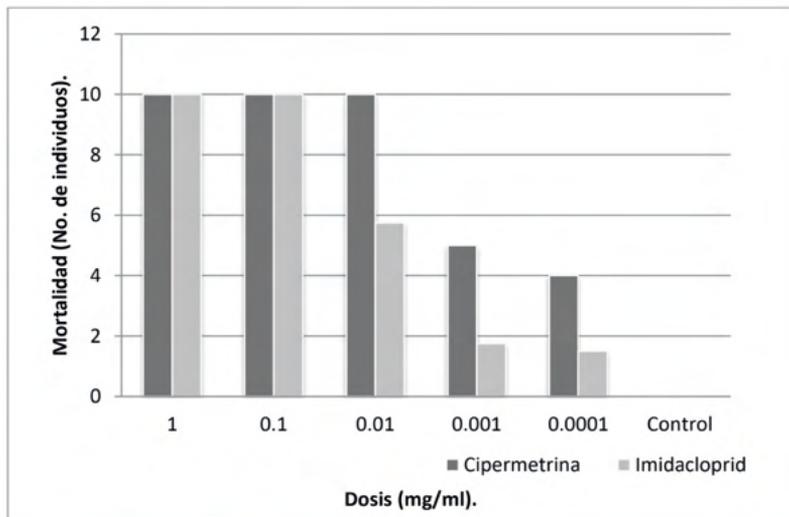


Figura 2. La mortalidad de imidacloprid fue significativamente mayor en las dosis 1 y 0.1 mg/ml en comparación con el control y su DL_{50} se reportó a dosis de 0.01 mg/ml; sin embargo, cipermetrina mostró ser más eficiente en el control de *Diaphorina citri*, presentando diferencias significativas en las dosis 1, 0.1 y 0.01 en comparación con el control, encontrándose DL_{50} en la dosis 0.001 mg/ml.

ser el grupo toxicológico de los piretroides el más efectivo para el control de *D. citri* tal como lo observado en este estudio. La DL_{50} obtenida en este trabajo (0.001 mg/ml).

El i.a Imidacloprid pertenece al grupo toxicológico de los neonicotinoides (Lagunes y Villanueva, 1994), la dosis recomendada para el control de *D. citri* es al 1% de acuerdo a las especificaciones del fabricante, en un estudio realizado por Tiwari *et al.*, 2010 utilizando diferentes ingredientes activos, entre ellos imidacloprid mostraron que los individuos positivos a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* eran más susceptibles con una DL_{50} de 0.15 mg AI L⁻¹ a diferencia de los no contaminados DL_{50} de 0.47 mg AI L⁻¹, es decir psílidos positivos a la bacteria tienen mayor susceptibilidad, lo cual demostraron al aumentar tres veces la dosis para los no infectados, esto es porque la bacteria puede variar mecanismos de degradación o desintoxicación en compuestos tóxicos del insecto, por medio de enzimas esterasas, la bacteria es la encargada de disminuir la actividad de dichas enzimas.

Otro estudio por Tiwari *et al.*, 2011 probaron diferentes dosis de imidacloprid en poblaciones de campo y laboratorio encontrando menor susceptibilidad sobre *D. citri* adultos mixtos, esto concuerda con nuestros resultados ya que al aplicar la dosis 0.01 mg/ml encontramos la DL_{50} , mostrando mayor resistencia, probamos en laboratorio que la concentración sugerida en las especificaciones del fabricante esta elevada 10 veces más requerido para matar al 50% de la población en comparación a cipermetrina, lo que nos lleva a pensar que este tipo de aplicación por periodos prolongados y de manera constante favorece la resistencia de *D. citri* a imidacloprid. Ya que en México desde su primera detección en el año 2002 se aplica para su control.

Tiwari *et al.*, 2011 y 2013 señalan que imidacloprid tuvo el mayor índice de resistencia 35X en la RR_{50} , encontrando enzimas desintoxicantes y monooxigenasas del Citocromo P450 en *D. citri* adultos, donde destacaron cinco genes del citocromo P450 (CYP4C67, CYP4DA1, CYP4C68, CYP4DB1

y CYP4G70) con expresión resistente a insecticidas, inducidos por el tratamiento imidacloprid. Lo que significa que *D. citri* ha desarrollado resistencia a imidacloprid; García *et al.*, 2016 señala que los altos niveles de insecticidas que se utilizan para el control del vector en el estado de Veracruz, no solo crearan resistencia a dimetoato como lo muestran sus resultados, sino también a diversos insecticidas que sigan utilizándose sin algún tipo de rotación y sin moderación, aunado a que el fabricante establece porcentajes altos de concentración, esto lo hemos corroborado en nuestro resultados.

Comparando los grupos toxicológicos neonicotinoides y piretroides representados por imidacloprid y cipermetrina respectivamente, encontramos que al obtener la DL_{50} para ambos ingredientes activos, existe una mayor resistencia por parte de *D. citri* a imidacloprid (0.01 mg/ml) a diferencia de cipermetrina que requiere menor dosis (0.001 mg/ml). La resistencia que muestra *D. citri* a imidacloprid, es debida al desarrollo de genes por el Citocromo P450. La bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* de manera directa afecta a psíidos y plantas al disminuir la actividad de enzimas esterases, lo cual es de ventaja para que el patógeno se desarrolle; en la planta causa un gasto fisiológico que tiene como principal consecuencia la disminución de la calidad física ya que reduce la producción de enzimas degradantes y desintoxicantes (Tiwarit *et al.*, 2010). *D. citri* por su biología y su ciclo de vida corto (15 a 45 días a 28°C) se adapta al clima del estado de Veracruz, lo que aumenta que estén más expuestos al contacto con insecticidas utilizados para su control, lo cual les permite desarrollar resistencia (Halbert y Manjunath 2004, y García *et al.*, 2016), como ha sido observado en este estudio con el grupo de los neonicotinoides, que es una práctica común en zonas cítricas del estado de Veracruz (Cortez *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

Los resultados bajo condiciones controladas en laboratorio mostraron que *D. citri* tiene mayor susceptibilidad para cipermetrina, lo cual indica que es efectivo para su control y una buena alternativa a otros insecticidas utilizados.

D. citri presentó resistencia a imidacloprid, ya que se requiere 10 veces más del ingrediente activo para alcanzar la DL_{50} .

Los resultados podrían variar al ser aplicados en campo, lo que se sugiere que las prácticas actuales para el control del vector sugerida por SENASICA son efectivas de manera preventiva, sin embargo, favorecen la resistencia del vector a dichos ingredientes activos a un mediano plazo, por lo que se recomienda un manejo integral de los cultivos, como nutrición vegetal, aplicación de abonos orgánicos, control biológico, rotación de moléculas para el control químico, etc.

REFERENCIAS

- BOVÉ, J. M. Huanglongbing: a destructive newly-emerging, century-old disease of citrus. **J. Plant. Pathology** 88:7-37. 2006.
- CAMACHO, M., ROJAS, R., REBOLLAR, Á., ARANDA, S., Y SUÁREZ, J. Biological, ecological, epidemiological and management aspects of *Candidatus Liberibacter*. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, 22(1), 5-16. 2015.
- CORTEZ, M., LÓPEZ, A., HERNÁNDEZ, F., FU, C., Y LOERA, G. Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos dulces, en México: selección de insecticidas y épocas de aplicación. **Folleto Técnico Núm. 35. INIFAP**, México. 2010. 26 p.
- GARCÍA, M. V. H. **Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) a insecticidas en Veracruz, México**. 2013. Tesis de maestría en Ciencias Especialista en Entomología y Acarología. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- GARCÍA, M. V. H., ORTEGA, A. L. D., VILLANUEVA, J. J. A., Y SÁNCHEZ, A. H. Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) a insecticidas en Veracruz. México. **Agrociencia**, 50:355 – 365. 2016.
- HALBERT, S., Y MANJUNATH, K. Asian citrus psyllids (*Sternorrhyncha: Psyllidae*) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. **Florida Entomologist**, 87:330-353. 2004.
- LAGUNES, A., Y VILLANUEVA, J. Detección de poblaciones de insectos resistentes a insecticidas. En: **Toxicología y Manejo de Insecticidas**. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo. Texcoco, México. 1994. 167-177p.
- LIEFTING, L., PÉREZ, E., CLOVER, G., Y ANDERSON, D. A new '*Candidatus Liberibacter*' species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. **Plant Disease**, 92(10), 1474. 2008. doi: 10.1094/PDIS-92-10-1474A.
- MORA, A., ROBLES, G., LÓPEZ, A., FLORES, S., ACEVEDO, S., DOMÍNGUEZ, M., GUTIÉRREZ, E., Y LOEZA, K. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. **Revista mexicana de fitopatología**, 32(2):108-119. 2016.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). **Citricultura de México**. 2012. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sagarpa/yucatan/articulos/mexico-quinto-productor-mundial-de-citricos?idiom=es> Acceso 16 de enero, 2018.
- SALCEDO, D., HINOJOSA, R., MORA, G., COVARRUBIAS, I., DEPAOLIS, F., CÍNTORIA, C., Y MORA, S. Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. **COMUNICA**. Enero -julio 40-47. 2011.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). **Huanglongbing de los cítricos**. 2017. Recuperado de: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/huanglongbing-de-los-citricos-110925> Acceso 06 diciembre, 2017.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola**. 2017. Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap> Acceso 06 diciembre, 2017.
- SIRVEF (Sistema Integral de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria). **Vigilancia del Huanglongbing**. 2018. Recuperado de: <http://sinavef.senasica.gob.mx/SIRVEF/HLB.aspx> Acceso 24 septiembre, 2018.
- TIWARI, S., KILLINY, N., Y STELINSKI, L. Dynamic Insecticide Susceptibility Changes in Florida Populations of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology**, 106:393-399. 2013.
- TIWARI, S., MANN, S., ROGERS, E., Y STELINSKI, L. Insecticide resistance in field populations of Asian citrus psyllid in Florida. **Pest Management Science**, 67:1258-1268. 2011.
- TIWARI, S., STELINSKI, L., Y ROGERS, E. Biochemical basis of organophosphate and carbamate resistance in asian citrus psyllid. **Journal of Economic Entomology**, 105 (2): 540-548. 2012.

TIWARI, S., STELINSKI, P., Y STELINSKI, L. Effect of *Candidatus* Liberibacter asiaticus infection on susceptibility of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, to selected insecticides. **Pest Management Science**, 67:94-99. 2010.