

BIOENSAYO EXPLORATORIO DE UN EXTRACTO BOTÁNICO SOBRE *Diaphorina citri* Kuwayana (HEMIPTERA: LIVIIDAE) EN CAMPECHE, MÉXICO

EXPLORATORY BIOASSAY OF A BOTANICAL EXTRACT ON *Diaphorina citri* Kuwayana (HEMIPTERA: LIVIIDAE) IN CAMPECHE, MEXICO

Noel Antonio González-Valdivia^{ID}, Enrique Arcocha-Gómez^{ID}, Loreti Guadalupe Pech-May^{ID}, Bernardino Candelaria-Martínez^{ID}, Alicia Eugenia Puertovannetti-Arroyo^{ID}, §Josue Israel Dzib-Chan^{ID}, Diego Armando May-Ayil^{ID}, Ofelia Guadalupe Angulo-Balán^{ID}

Tecnológico Nacional de México (TecNM). Campus Instituto Tecnológico de China. Campeche, Campeche, México. §Autor de correspondencia: (M23830122@china.tecnm.mx).

RESUMEN

La citricultura es uno de los principales cultivos de importancia en México, que desde 2002, es afectada por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayana), vector del microorganismo causante del Huanglongbing o HLB, *Candidatus* Lateribacter, causante de severas pérdidas en rendimiento y muerte de plantaciones. El control de esta plaga es predominantemente mediante insecticidas químicos de alto espectro, potencialmente dañinos al ser humano, organismos benéficos y al medio ambiente. Ante esta situación, se exploró en bioensayo experimental, la efectividad de diferentes dosificaciones de extracto botánico crudo (acuoso) con base en hojas de canela che (*Canella winterana*), aplicados sobre estados inmaduros del psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri*, (PAC), en brotes nuevos de Limón Persa (*Citrus x latifolia*). Como resultado principal se determinó que tanto la mortalidad como la supervivencia difirieron significativamente en función de la dilución del extracto acuoso madre (EAC) utilizado ($p < 0.05$). El abatimiento del PAC fue superior al 50 % después de 48 h de exposición al EAC tanto a la dilución del 30 % (EAC 30 %) como del extracto acuoso madre sin diluir (EAC:100 %). Menores diluciones del EAC no superaron al testigo (agua). La evidencia de las dosificaciones del extracto de canela che efectivas contra esta plaga, constituyen una base importante en el avance del desarrollo de alternativas viables y equiparables al control químico convencional, para

el manejo integrado de plagas (MIP) mediante recursos locales.

Palabras clave: efectividad, huanglongbing, insectos de cuerpo blando, plaguicida botánico, trópico

ABSTRACT

The citriculture is important in Mexico as one of the main crops that, since 2002, has been affected by the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayana), vector of the microorganism that causes Huanglongbing or HLB, *Candidatus* Lateribacter, causing severe losses in yield and death of plantations. The control of this pest is predominantly through high-spectrum chemical insecticides, potentially harmful to humans, beneficial organisms and the environment. Given this situation, the effectiveness of different dosages of crude botanical extract (aqueous) based on cinnamon leaves (*Canella winterana*), applied to immature stages of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, (PAC), on new shoots of Persian lemon (*Citrus x latifolia*). The main result was that both mortality and survival differed significantly depending on the dilution of the aqueous mother extract (EAC) used ($p < 0.05$). The PAC knockdown was greater than 50 % after 48 hours of exposure to the EAC both at the 30 % dilution (EAC 30 %) and the undiluted aqueous mother extract (EAC:100 %). Lower dilutions of the EAC did not exceed the control (water). The evidence of the effective dosages of pepper cinnamon

extract against this pest constitutes an important basis for the advancement of the development of viable and comparable alternatives to conventional chemical control, for integrated pest management (IPM) through local resources.

Index words: effectivity, huanglongbing, soft body insects, botanical plaguicide, tropic.

INTRODUCCIÓN

En México la citricultura es una actividad de importancia económica, sin embargo, se encuentra en constante riesgo, por la presencia de plagas y enfermedades (Serdo y Degaga, 2023; Pérez et al., 2025). Desde 2002 la producción de cítricos es afectada por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayana), en adelante PAC, insecto plaga que afecta la fisiología de los cítricos, entre ellos el limón persa, en las plantas PAC es el vector de *Candidatus Liberibacter*, agente causal de la enfermedad Huanglongbing o HLB (Cázares et al., 2014; Leong et al., 2022). La transmisión del HLB puede reducir más del 50 %, los rendimientos de distintos cítricos (Manzanilla-Ramírez et al., 2022).

El manejo de esta plaga se basa principalmente en el uso de químicos de síntesis industrial, dentro de los cuales están los neonicotinoides (Imidacloprid) y la abamectina (avermectina derivada de la lactona producida por *Streptomyces avermitili*), actualmente existe la dependencia en el uso del imidacloprid, para disminuir población tanto adultas y ninfas en los cítricos (Burg et al. 1979; Vázquez-Quintal et al., 2022; INDIAPAC, 2021; Perales-Rosas et al., 2024). Sin embargo, el uso de estos agrotóxicos en la agricultura moderna, principalmente los de alto espectro, conlleva potenciales afectaciones al humano, al ambiente y a la biodiversidad benéfica, así como, por su mal uso, a la aparición de resistencia en los insectos (Gabriel-Ortega et al., 2023; Arciniega y Fontalvo-Buevas, 2024; Chakwanda et al., 2024; Quintero et al., 2024).

Una alternativa para el manejo integrado del PAC se encuentra en el uso de extractos botánicos,

que contengan metabolitos secundarios que afecten a este insecto vector. Entre los metabolitos secundarios con efecto plaguicida destacan los terpenos, fenoles y alcaloides (Mesa et al., 2019). Algunos extractos botánicos han resultados efectivos como repelentes e insecticidas sobre PAC, particularmente el ajo (*Allium sativum* L.), el aceite de orégano (*Lippia graveolens* Kunth), neem (*Azadiractha indica* A. Juss.), cebolla (*Allium cepa* L.) y aceite de semillas de *Jatropha curcas* L. (Cázares et al., 2014; Orozco-Santos et al., 2016). Por otro lado, corteza y hojas de la canela che o canela blanca, *Canella winterana* (L.) Gaertn. árbol nativo de la cuenca del caribe en México, se han obtenido componentes de tipo monoterpenos (canelal, eugenol, eucaliptol) y sesquiterpenoide (drimane), que pueden tener efectos insecticidas, repelentes de plagas o de desinfección microbiana (Claudio-Campos et al., 2015; González-Valdivia et al., 2024). Aunque, el uso de estos componentes obtenidos de formas distintas, con diferentes partes de las plantas ejercen menor daño en el ecosistema, aunque a menudo de acción lenta y difícilmente ejerce resistencia en las plagas (Zelaya-Molina et al., 2022). El uso de extracto de hojas de canela es pionero sobre plagas de cuerpo blando.

En este sentido, esta investigación tiene como objetivo evaluar la mortalidad y supervivencia a base de distintas concentraciones de extracto acuoso elaborado a partir de canela che (*C. winterana*) sobre ninfas de *D. citri* en brotes tiernos de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en condiciones de bioensayo en Chiná, Campeche, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se condujo en el área de bioensayos del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable (LAAOS), en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chiná, ubicado en el ejido Chiná, municipio de Campeche, Campeche, México. La prueba se realizó bajo condiciones

controladas y en confinamiento. El material vegetal necesario para elaborar los extractos se cosechó de una plantación de *Canella winterana* de dos años ubicado en coordenadas UTM: N 2188266 y E 0761661.

Elaboración de extracto botánico

El extracto botánico se preparó a partir de hojas de canela che, obtenidas en campo, se colectaron 30 g de hojas frescas aproximadamente, dividiendo a la planta en tres secciones a lo largo del eje longitudinal del tallo (zona apical, zona media y zona baja del follaje en la planta), con lo cual se buscó la mejora en la representatividad de la muestra para la elaboración del extracto. Se tomó la misma cantidad de hojas en cada sección de la planta, se depositaron dentro de bolsas de papel estraza para su traslado al LAAOS.

De acuerdo a la metodología de González-Valdivia et al. (2017) se midió la biomasa de las hojas frescas con el uso de una báscula analítica Velab VE-303 y la cantidad de agua para una proporción 1:1 (masa: masa) en relación de biomasa vegetal – agua. Las hojas y el agua se agregaron dentro de un mortero de cerámica, donde se maceraron con pistilo, facilitando así la extracción del contenido de sustancias activas (metabolitos) de los tejidos hacia el agua. Se eligió este método por ser de fácil transferencia a los productores. Terminada la maceración, se dejó reposar por 24 h, cubriendo el recipiente con papel aluminio y manteniéndola en refrigeración para minimizar la volatilización de compuestos a partir del extracto acuoso madre. Se utilizó papel filtro para café (Melitta) por la accesibilidad y sencillas para los productores y así, eliminando el sobrenadante o residuos sólidos suspendidos y así se obtuvo el extracto acuoso madre.

Los tratamientos experimentales consistieron en tres diluciones del extracto acuoso madre en agua (3, 10, 30 % de extractos acuoso madre/agua), así como la aplicación del extracto acuoso puro (100 % sin diluir) y un testigo absoluto (solo agua). Las cantidades del extracto acuoso madre y agua fueron obtenidas mediante

micropipetas (JOANLAB de 20-200 y 100-1000 μ L). Entonces, cada tratamiento fue depositado en un atomizador individual de 30 mL de capacidad, debidamente identificado y se resguardó en frío hasta su uso. La calibración del atomizador se llevó a cabo con agua y activando repetidamente ($n = 20$) el aplicador. Se midió en cada caso el volumen de entrega, determinando en 0.20 mL el promedio por aspersión. De esta forma se estimó la aplicación de tres aspersiones para el recubrimiento total de brotes de limón persa a una distancia de 8 cm a 10 cm y ángulo de 45° con respecto a la superficie.

Obtención de insectos plaga a trabajar

Los psílidos para el estudio (*D. citri*) se obtuvieron de brotes nuevos de limón persa (*Citrus × latifolia*), que contenían todos los estadios ninfales sin diferenciar, a excepción de los huevos y pupas de esta plaga procedentes de una plantación del área de producción del Instituto Tecnológico de Chiná, ubicada a coordenadas UTM: N 2187969 y E 0761524. En esta se colectaron los brotes nuevos y se trasladaron en contenedores plásticos al área de bioensayos del LAAOS.

Bioensayo de aplicación de extractos botánicos acuosos experimentales

Los brotes nuevos de limón persa se introdujeron en cajas Petri, con una mota de algodón humedecida con agua adherida al extremo del pecíolo, para mantenerlos turgentes durante el tiempo de bioensayo (48 h). Una vez establecidos los brotes dentro de las cajas Petri, se aplicaron los tratamientos experimentales dirigiendo, mediante atomizadores, un volumen de 0.60 mL por caja, y así, las diferentes dosificaciones experimentales del extracto madre (diluciones acuosas). Después de 48 h se contabilizó el número de ninfas vivas y muertas por cada tratamiento, en promedio la temperatura se encontraba a 24° C. Las ninfas del PAC se identificaban muertas al ser punzadas o volteadas con un alfiler, no respondían y permanecían inmóviles. De lo contrario, se contabilizaban como vivas. De esta manera y con base en el número promedio inicial de ninfas presentes en los brotes, se estimaron las

proporciones de mortalidad y supervivencia porcentuales para cada tratamiento sometidos a las concentraciones del extracto acuoso madre de canela che y el testigo.

Diseño experimental y análisis de datos

Se condujo el bioensayo en un diseño completamente al azar (*DCA*), con cuatro repeticiones para el testigo absoluto (agua) y al nivel de 100 % de extracto acuoso botánico madre respectivamente, así como tres repeticiones para los niveles de 3, 10 y 30 % de extracto diluido en agua. Las repeticiones por cada tratamiento difirieron conforme a la disponibilidad de brotes nuevos de limón infestados con *PAC*, al momento de establecer el bioensayo.

Se verificó la homocedasticidad y normalidad de los datos transformados mediante el método Box-Cox (Osborne, 2010), así como la no colinealidad entre población inicial y las variables de mortalidad y supervivencia del *PAC* por la ausencia de correlación y regresión significativas. Luego se realizó el análisis de varianza de una vía, para comparar los efectos principales de los tratamientos ($\alpha = 0.05$), considerando como variables la supervivencia y la mortalidad de los estados inmaduros del *PAC*. Los porcentajes de mortalidad y de supervivencia expuestos a las distintas concentraciones del extracto acuoso fueron contrastados entre sí y respecto al testigo mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Todas las pruebas se realizaron en el programa PAST 4.07 (Hammer et al., 2001). También, se aplicó la fórmula de Abbott para obtener mortalidad corregida (Abbott, 1925): % mortalidad corregida, T_s es el porcentaje de individuos sobrevivientes en el tratamiento con el extracto acuoso y C_s es el porcentaje de sobrevivientes en el control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de mortalidad presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilk, $W = 0.92$, p

$= 0.20$) y homocedasticidad (Levene, $p = 0.25$) con diferencias significativas ($F = 5.934$, $p = 0.009$) atribuibles al efecto de una de las diluciones del extracto acuoso de canela che.

El efecto del extracto acuoso de canela sobre el *PAC*, como una prueba preliminar a nivel de bioensayo, resultó efectiva con base en la mortalidad de la plaga, particularmente bajo el efecto de las dosis del extracto acuoso al 100 % (extracto madre), seguido de la dilución al 30 %, que superaron la mortalidad observada en los tratamientos restantes (Tukey, $p < 0.05$). Estos tuvieron un menor efecto en el *PAC*, incluso por debajo de la mortalidad bajo el testigo (agua). En la **Figura I** se muestra el porcentaje de mortalidad y supervivencia del *PAC* atribuidos a los extractos.

La mortalidad demostrada por el extracto EAC 100 % resultó relativamente alta, dado que supera la obtenida por el aceite esencial de orégano (*L. graveolens*) al 4 %, observada por Cázares et al. (2014). Por otro lado, considerando la alta infestación inicial del *PAC* en este experimento en comparación con el de Orozco-Santos et al. (2016), se puede considerar como prometedor a nivel bioensayo con el uso del extracto de canela che al ser sensibles los estados inmaduros de *D. citri* a este, debido a que alcanzo valores de abatimiento de la plaga semejante a los obtenidos por esos autores. Los resultados del uso del extracto de canela che fueron equiparables para el manejo del *PAC*, con el de caldo sulfocálcico, con distintas dosis (0.15, 0.25, 0.35, 0.45 y 0.5 %) probadas por Restrepo-García y Soto-Giraldo (2017), por lo tanto, útiles para implementarse en el sistema manejo integrado de plagas (*MIP*) para el control de esta plaga en los cítricos. Aunque el uso de una dosis al 30 % alcanzó una mortalidad del 50 %, es implementable cuando se presenta poblaciones iniciales en estados inmaduros, efecto similar se observó con el uso de *Eugenia lindahl* al 2.5 % representando un porcentaje de mortalidad del 50 % (Taveras-Macarrulla et al., 2020).

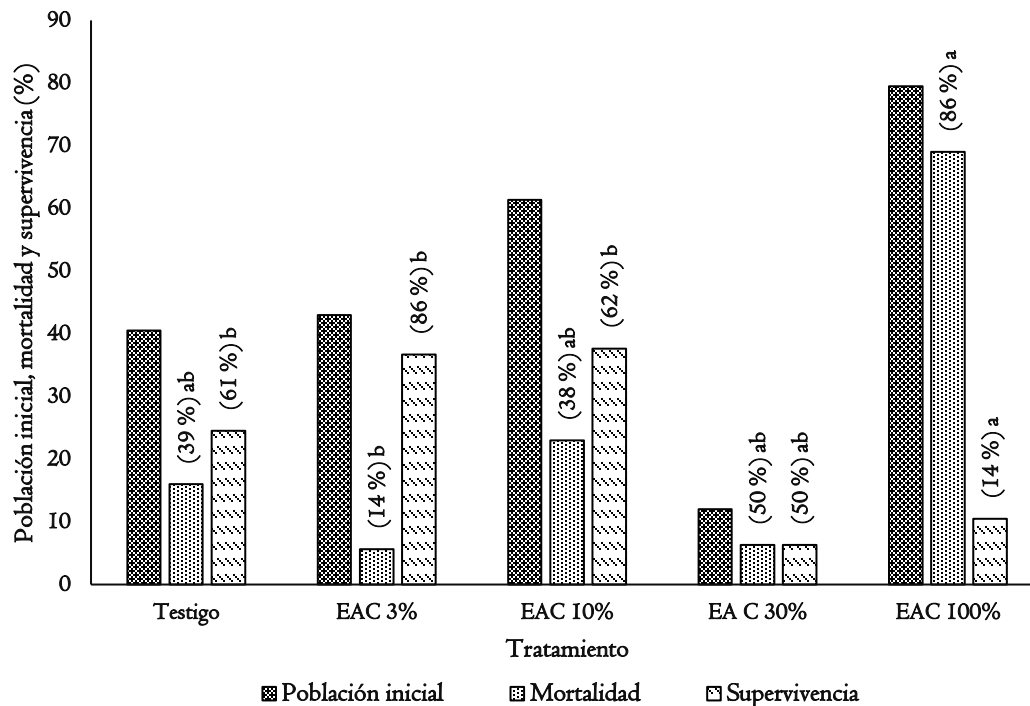


Figura 1. Porcentaje de mortalidad y supervivencia de *Diaphorina citri* bajo el efecto diferentes concentraciones de extracto acuoso de canela (EAC) che (*Canella winterana*) en condiciones de confinamiento. Letras distintas por variable indican diferencias estadísticas significativas (Tukey, $\alpha = 0.05$).

La supervivencia de estados inmaduros del PAC también resultó estadísticamente distinta ($F = 6.819$, $p = 0.004$), con una distribución normal (Shapiro-Wilkinson $W = 0.895$, $p = 0.056$) y homocedasticidad de varianza (Levene, $p = 0.18$). En la **Figura 1** se pueden observar las categorías estadísticas en que se separan los efectos de los extractos acuosos y el testigo (agua) según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los mejores efectos se observan bajo los extractos madre y dilución del 30 % del extracto madre en agua. Los demás extractos resultaron iguales al testigo.

Con la aplicación de la formula abbott para la mortalidad corregida, se obtuvo una mortalidad (77 % y 18 %) con el extracto sin diluir al 100 % y el extracto diluido al 30 %, sin embargo, el extracto al 10 % y 3 % no presentaron una mortalidad superior (-1 % y -41 %) al testigo (agua).

Los resultados antes descritos constituyen una evidencia de que el extracto acuoso con base en maceración de hojas de *C. winterana*, puede constituir una alternativa para el manejo del PAC, posiblemente por el efecto de algunos de los 27 compuestos, predominantemente sesquiterpenoides, que contienen las hojas (Abaul et., al 1995). Por ejemplo, algunos sesquiterpenos interviene en la inhibición de la fosforilación oxidativa en mitocondrias (Sepúlveda-Jiménez et al., 2003), y pueden, probablemente, afectar el metabolismo de PAC en sitios altamente sensibles de este insecto como la ruta de la pentosa fosfato y en la tensión de oxígeno en la hemolinfa (López-Arroyo et al., 2022).

En las hojas de *C. winterana* predomina el mirceno estrechamente relacionado con el isopreno (C5) que es un principio activo como plaguicida (Bartoň et al., 1982). Estos tipos de metabolitos secundarios se consideran como parte

de las defensas naturales de las plantas frente a los fitófagos, por lo cual resultan potencialmente útiles en el desarrollo de insecticidas botánicos. La presencia del mirceno en la canela che posiblemente explique los resultados obtenidos, particularmente en los brotes expuestos al extracto madre acuoso (EAC 100 %) y a la dilución EAC 30 %, procedente de las hojas de este árbol donde la cantidad de este metabolito alcanza más del 30 % del total de aceites esenciales contenidos en dicha estructura vegetal (Setzer, 2007).

Los extractos acuosos actuaron sobre los estadios inmaduros (ninfas) del ciclo de vida del PAC, causando mortalidad de moderada (14, 38, 50 %) a alta 86 % en EAC 3, 10, 30 y 100 % respectivamente. Estos resultados confirman que la presencia de metabolitos como principios activos anti alimentarios o nocivos a la fisiología, así como la menor generación de resistencia en los organismos plagas (Sepúlveda-Jiménez et al., 2003), resultan convenientes en el manejo de estas.

Este resultado evidencia, el efecto sobre la mortalidad en los estadios de ninfa bajo condiciones de bioensayo, por la constitución de metabolitos secundarios presentes en esta planta sobre esta plaga, además, se vuelve un insecticida alternativo y orgánico, sin embargo, no se descarta su prueba en otras condiciones de bioensayo, considerando su durabilidad en condiciones externas previa a utilizarse en campo, aunque no se descarta un sustituto para los insecticidas sintéticos, como lo sugerían tempranamente Al-Said et al. (1989) y Abaul et al. (1995) y resultan ser menos dañinos, igual una alternativa viable para su implementación en sistemas de manejo integrado de plagas (MIP) (Gío-Trujillo y Cámara-Romero, 2023).

CONCLUSIONES

El extracto acuoso de la hoja de canela che, *Canella winterana*, permite el surgimiento de nuevas alternativas para el manejo ecológico de esta plaga, así como la disminución potencial de la dependencia de los insecticidas sintéticos y sus

potenciales daños. Las diluciones superiores o iguales al 30 % de extracto acuoso madre (proporción 1:1 en biomasa de hojas verdes: agua) en agua pura, permitió la obtención de una posible herramienta de manejo botánico de *Diaphorina citri*, de bajo costo, eficiente, fácil de elaborar y con base en una planta disponible en las selvas conservadas de comunidades rurales, en Campeche, México.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado al proyecto Clave: 19789.24-P. Al Campus Instituto Tecnológico de Chiná por las facilidades prestadas.

REFERENCIAS

- Abaul, J., Udino, L., Bourgeois, P. & Bessière, J. M. (1995). Composition of the Essential Oils of *Canella winterana* (L.) Gaertn., *Journal of Essential Oil Research*, 7(6), 681-683. <https://doi.org/10.1080/10412905.1995.9700530>
- Al-Said, M. S., Khalifa, S. I. & El-Feraly, F. S. (1989). 4,13-a-Epoxymuzigadial, a sesquiterpene from *Canella winterana*. *Phytochemistry*, 28(1), 297-29. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(89\)85068-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(89)85068-X)
- Arciniega, G. M. A. y Fontalvo-Buelvas, J. C. (2024). Conductas de riesgo asociadas al manejo de plaguicidas químicos por parte de agricultores del norte de Sinaloa, México. *Perspectivas Rurales Nueva Época*. 22(43), 1-22. <http://doi.org/10.15359/prne.22-43.6>
- Bartoň, J., Kašpar, M. & Růžička, V. (1982). Kinetics of the anionic coordination dimerization of isoprene. *Collection Czechoslovak Chemical Communications*, 47, 594-602. <https://doi.org/10.1135/cccc19820594>
- Burg, R. W., Miller, B. M., Baker, E. E., Birnbaum, J., Currie, S. A., Hartman, R., Kong, Y., Monaghan, R. L., Olson, G., Putter, I., Tunac, J. B., Wallick, H., Stapley, E., Oiwa, R. &

- Omura, S. (1979). Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 15(3), 361-367.
- Cázares, N. P., Verdes, M. J., López, J. I. & Almeyda-León, I. H. (2014). Evaluación de diferentes extractos vegetales contra el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 40(1), 67-73.
- Chakwanda, M. A., Chenge, P. T., Baloyi, N., Tamburayi, G. L., Muchangana, M., Jarbah, P., Rera, A. & Sahoo, J. P. (2024). Green Revolution: The catalyst for agricultural transformation. *Vigyan Varta*, 5(4), 294-302. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16649.45920>
- Claudio-Campos, K., Hernández-Rivera, J., Rivera-Gutiérrez, J., Ortiz-Rivera, I., Carvajal-Vélez, A., Pérez-Torres, M., Pagán-Ortiz, M., & Ospina-Millán, C.A. (2015). Biological screening of select Puerto Rican plants for cytotoxic and antitumor activities. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 34(1), 25-30.
- Gabriel-Ortega, J., Ávila-Demera, J., Ayón-Villao, F., Morán-Morán, J., Álvarez-Plúa, A. y Flores-Ramírez, H. (2023). Utilización de plaguicidas por agricultores en Puerto La Boca, Manabí. Una reflexión sobre sus posibles consecuencias. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 11(1), 47-65. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2023.110100044>
- Gío-Trujillo, J. A. y Cámara-Romero, J. L. (2023). Efecto repelente de tres extractos vegetales sobre plagas del cultivo de *Capsicum Chinense*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(3614), 1-9. <https://doi.org/10.19136/era.a10n11.3614>
- González-Valdivia, N. A., García Lanz, J. L., Arcocha-Gómez, E., Lee-Borges, B. M., Sandoval-Pech, P. C., González-Lazo, E., & Dzib-Castillo, B. B. (2024). Aspectos ecológicos, morfológicos y fenológicos de *Canella winterana* (L.) Gaertn. (Canellaceae) en Calakmul, Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 15(86), 5-30. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i86.1486>
- González-Valdivia, N. A., Martínez-Puc, J. F., Arcocha-Gómez, E., Casanova-Lugo, F., Burgos-Campos, M.A., Rodríguez-Puig, E., Rojas-Ehuan, E. & Echavarría-Góngora, E.J. (2017). Effectivity of three botanical crude extracts on immature of whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) under enclosure conditions. *Journal of Biopesticides*, 10(1), 71-76. <https://doi.org/10.57182/jbiopestic.10.2.71-76>
- Hammer Ø, Harper D.A.T. and Ryan P.D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 72(3), 418-36. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- INDIAPAC (Insecticidas del Pacífico). (2021). *Ficha Técnica Blanke 1.8 CE. Abamectina: Insecticida-Acaricida*. Insecticidas del Pacífico S.A. de C.V., Ciudad Obregón, Sonora, México. 5 p.
- Leong, S. S., Leong, S. C. T. y Beattie, G. A. C. (2022). Integrated Pest Management Strategies for Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and Huanglongbing in Citrus for Sarawak, East Malaysia, Borneo. *Insects*, 13(960), 1-19. <https://doi.org/10.3390/insects13100960>
- López-Arroyo, J. I., Ortega-Arenas, L.D., Pérez-Zarate, L.A. y Villanueva-Jiménez, J.A. (2022). *Diaphorina citri* y huanglongbing. In: *Insectos y ácaros vectores de fitopatógenos: Estudios de caso en México*. Ortega-Arenas, L.D. (ed.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. pp. 185-239.
- Manzanilla-Ramírez, M. A., Velázquez-Monreal, J. J., Robles-González, M. M., Murillo-Hernández, J. E. y Villegas-Montier, A. (2022). Efecto Efectos fisiológicos de Huanglongbing en limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) injertado en *C. macrophylla*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 40(4), 1-13.

- <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2022-11>
- Mesa, V. A. M., Marín, P., Ocampo, O., Calle, J. & Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(1), 23-30.
- Orozco-Santos, M., Robles-González, M., Hernández-Fuentes, L.M., Velázquez-Monreal, J.J., Bermúdez-Guzmán, M.J., Manzanilla-Ramírez, M., Manzo-Sánchez, G. & Nieto-Ángel, D. (2016). Uso de aceites y extractos vegetales para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama en lima mexicana en el trópico seco de México. *Southwestern Entomologist*, 41(4), 1051-1066. <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0405>
- Osborne, J.W. (2010). Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 15 (12), 1-9.
- Perales-Rosas, D., Valle-de la Paz, M., Michel-Michel, M. R., Veana-Hernández, F. & Leyva-Ovalle, O. R. (2024). Efectividad biológica de imidacloprid en el control de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en naranja (*Citrus sinensis* L.). *Agroindustrial Science*, 14(2), 131-136. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2024.02.05>
- Pérez L. O., Nava-Tablada, M. E. y Graillet-Juárez, E. M. (2025). La citricultura minifundista en Gutiérrez Zamora, Veracruz, México. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 9(1), 3178-3204. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16062
- Quintero L. A., Bravo I. M., Piloni. J. & López P. C. U. (2024). Problemática del uso de plaguicidas en el cultivo de nopal, opuntia ficus indica. Revisión. *Ciencia Latina Internacional*, 8(4), 801-811. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12321
- Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H. & Rocha-Sosa, M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 355-363.
- Serdo, D.F. and Degaga E.G. (2023). The hidden world of insect-plant interactions: a review. *SINET: Ethiopian Journal of Science*, 46(3), 356-383. <https://dx.doi.org/10.4314/sinet.v46i3.12>
- Setzer, W.N. (2007) Chemical composition of the leaf essential oil of *Canella winterana* from Abaco Island, Bahamas. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 10(6), 475-479. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2007.10643581>
- Taveras-Macarulla, R., Rodríguez-Peña, R. y Vásquez, M. (2020). Evaluación de la actividad insecticida de extractos acuosos de plantas de la familia Myrtaceae sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (psílido asiático). *Revista Agropecuaria y Forestal*, 9(1), 39-48.
- Vázquez-Quintal, P. E., Rodríguez-Vivas, R. I. y Muñoz-Rodríguez, D. (2022). Métodos analíticos para determinar lactonas macrocíclicas en diferentes tipos de matrices. Una revisión. *Química Nova*, 45(2), 178-193. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170818>
- Zelaya-Molina, L. X., Chávez-Díaz, I. F., de los Santos-Villalobos, S., Cruz-Cárdenas, C. I., Ruíz-Ramírez, S., Rojas-Anaya, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 27, 69-79. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251>