



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMÍA

PRESENTA:

LORETI GUADALUPE PECH MAY

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

“Pruebas preliminares de extracto acuoso de *Canella winterana* sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri*.”

ABRIL/2025



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMÍA

PRESENTA:

LORETI GUADALUPE PECH MAY

ASESOR INTERNO:

NOEL ANTONIO GONZÁLEZ VALDIVIA

TÍTULO:

“Pruebas preliminares de extracto acuoso de *Canella winterana* sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri*.”

OCTUBRE/2025



OFICIO DE APROBACIÓN

COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este comité y presentado por la C. LORETI GUADALUPE PECH MAY como requisito parcial para obtener el título de: INGENIERA AGRÓNOMA el día 02 del mes de octubre del año 2025 en Chiná, Campeche.

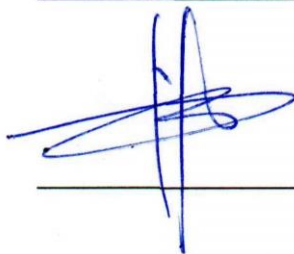
NOEL ANTONIO VALDIVIA GONZALEZ

Presidente



BRIGIDO MANUEL LEE BORGES

Secretario



ENRIQUE ARCOCHA GOMEZ

Vocal



JORGE LUIS GARCIA LANZ

Vocal Suplente

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a DIOS por permitirme culminar la carrera de ingeniería en agronomía, por haberme brindado salud y fuerzas para cualquier adversidad que se presentó durante mi vida como universitaria, agradecer a mis padres; Ismael Pech Uc y Maria Candelaria May Pech por darme su apoyo incondicional durante mi formación académica, su cariño y buenos consejos me han impulsado a perseguir siempre mis metas, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros de los debo a ellos entre los que incluye este. Me dieron apoyo económicamente y en lo material para así no abandonar mis estudios, de igual manera quiero agradecer a mi hermanita Mayrani Llanet Pech May por estar siempre, por apoyarme en momentos difíciles y siempre alentarme a seguir a adelante.

Agradezco al Dr. Noel Gonzalez Valdivia que fue mi asesor de tesis, por su dedicación, buena enseñanza, paciencia y correcciones ya que sin sus buenos consejos no habría podido llegar a esta instancia tan anhelada. De igual manera agradecer al profesor arcocha por apoyarme en todo el tiempo que se llevó a cabo este proyecto, por su dedicación y buenos consejos.

Finalmente agradezco al Instituto Tecnológico de Chiná por haberme permitido formarme en ella y por ser una universidad con excelencia académica. De igual manera y no menos importante agradecer a mis compañeros que estuvieron en todo este proceso educativo y se volvieron mis amigos de confianza en las que recibí apoyo en momentos difíciles durante mi carrera universitaria: Andrea Raquel Estrada Cambranis y Carlos Jesus Dzib Castillo y a mis compañeros de LAAOS que indudablemente me dieron una gran ayuda, durante mi estancia en el Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable.

RESUMEN

La citricultura es importante en México como uno de los principales cultivos que, desde 2002, es afectada por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama), vector del microorganismo causante del Huanglongbing o HLB, *Candidatus Liberibacter*, 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 psílido asiático de los cítricos (*D. citri*) en brotes nuevos de Limón Persa. Como resultado principal se determinó que la mortalidad fue superior al 80% de los psílidos después de 48 horas de exposición al extracto, a partir del 30%. 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, insectos de cuerpo blando, Huanglongbing, plaguicida botánico, trópico.

Contenido

OFICIO DE APROBACIÓN	IV
COMITÉ REVISOR.....	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN.....	VII
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
1.Introducción	1
1. OBJETIVOS.....	3
HIPOTESIS.....	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 La citricultura en México.....	4
4.2 Generalidades de la <i>Diaphorina citri</i>	6
4.3 Impacto económico de la <i>Diaphorina citri</i> en México	8
4.4 Generalidades de la <i>Canella winterana</i>	9
4.5 Propiedades de la <i>Canella winterana</i>	10
5. MATERIALES Y METODOS.....	11
6. RESULTADOS	14
7. DISCUSIÓN.....	16
8. CONCLUSIÓN.....	18
9. BIBLIOGRAFÍA	19
10. ANEXOS.....	25

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Separación de medias por el método de Tukey (error $\alpha= 5\%$) para la variable mortalidad en estados inmaduros *Diaphorina citri* en brotes *Citrus x latifolia* bajo el efecto de diferentes diluciones de extracto acuoso de hojas de canela che (*Canella winterana*).

TABLA 2. Separación de medias por el método de Tukey (error $\alpha= 5\%$) para la variable supervivencia en estados inmaduros *Diaphorina citri* en brotes *Citrus x latifolia* bajo el efecto de diferentes diluciones de extracto acuoso de hojas de canela che (*Canella winterana*).

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. A) Adulto de *Diaphorina citri* con su cuerpo en posición de 45° alimentándose del tallo de un cítrico, B) Hembra y C) Macho (Hall, 2008).

Figura 2. Porcentaje de mortalidad y supervivencia de *Diaphorina citri* bajo el efecto diferentes concentraciones de extracto acuoso de canela che (*Canella winterana*) en brotes de *Citrus x latifolia* bajo condiciones de confinamiento dentro del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

1.Introducción

En México la citricultura, es una actividad de importancia económica, sin embargo, como todos los cultivos, enfrenta factores limitantes en campo, que incluyen la afectación por plagas y enfermedades (Restrepo-García y Soto Giraldo, 2017; Serdo y Degaga, 2023). Desde 2002 la producción de cítricos es afectada por la presencia de un organismo conocido como psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayana), en adelante PAC, insecto plaga que afecta la fisiología del limón persa y otros cítricos, en plantas sanas al infectarlas con *Candidatus Liberibacter*, agente causal de la enfermedad Huanglongbing o HLB (Cázarez-Alonso et al., 2014; Valencia-Sandoval y Duana-Avila, 2019).

El HLB puede reducir hasta en más del 50%, los rendimientos de distintos cítricos (SENASICA, 2019). El manejo de esta plaga es predominantemente basado en químicos de síntesis industrial, dentro de los cuales están los neonicotinoides (Imidacloprid) y la abamectina (avermectina derivada de la lactona producida por *Streptomyces avermitili* (ex Burg et al. 1979) Kim and Goodfellow 2002) (INDIAPAC, 2021). 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 (Ruiz-Galván et al., 2015; González-Acosta, et al., 2016; Bravo-Islas et al., 2024; Chakwanda 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-Alonso 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., 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 (Campos et al., 2015).

En este sentido, esta investigación tiene como objetivo evaluar en bioensayos la letalidad de distintas concentraciones de extracto acuoso elaborado a partir de Canela Che (*C. winterana*), árbol nativo de la cuenca del Caribe en México (González-Valdivia et al., 2024) mediante la mortalidad y supervivencia observadas sobre ninfas de *D. citri* en brotes tiernos de limón persa (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) en Chiná, Campeche, México.

1. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Explorar el potencial efecto letal del extracto acuoso de *Canella winterana* sobre estados inmaduros de *Diaphorina citri* en bioensayo.

2.2 Objetivos específicos

- Medir la mortalidad de estados inmaduros de *Diaphorina citri* bajo cuatro dosificaciones de *Canella winterana* en bioensayos.
- Establecer la supervivencia de estados inmaduros de PAC.
- Identificar las dosis que causa el mayor efecto de mortalidad para pruebas posteriores.

HIPOTESIS

H1: Al menos uno de los tratamientos exploratorios con base en diluciones de extracto acuoso madre de *Canella winterana* causa diferencias significativas en la mortalidad en los estados inmaduros de *Diaphorina citri* y supera al testigo.

H0: No existe diferencias significativas entre los efectos de extracto acuoso de Canela che sobre los estados inmaduros de *Diaphorina citri* en comparación con la mortalidad observada bajo el tratamiento testigo.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 La citricultura en México

La citricultura es una actividad que se lleva a cabo en todo el mundo, principalmente en regiones tropicales y subtropicales. Su producción y comercialización están estrechamente relacionadas con las estaciones del año. Los países del hemisferio norte son los principales productores de cítricos, concentrando entre el 70 y el 80% de la producción global, mientras que el resto proviene de naciones del hemisferio sur. En cuanto a las especies cítricas, la naranja es la más cultivada a nivel mundial, representando cerca de dos tercios de la producción total, seguida de las mandarinas, limones y toronjas. Entre los mayores productores de cítricos se encuentran China, Brasil, Estados Unidos, México y España. Aunque Brasil fue durante mucho tiempo el principal productor, China ha superado a este país debido a sus condiciones climáticas favorables y la expansión de las áreas destinadas al cultivo de cítricos (Maya Ambía, 2017).

La citricultura esta propagada en 23 estados de México superando el medio millón de hectáreas, sin embargo, la producción de cítricos en México se encuentra mayormente en la costa del Golfo de México, en donde abarca Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Yucatán que son los mayores productores de cítricos en México y el menor productor que es Nuevo León y Puebla. En la costa del Pacífico se encuentran los estados de Sonora, Colima, Michoacán y Oaxaca. De la superficie cultivada en estas áreas, el 80% se dedica al cultivo de cítricos dulces, con una cosecha total de 4.9 millones de toneladas. De esa producción, el 83% corresponde a naranjas, el 8% a toronjas, el 5% a mandarinas y el 4% a tangerinas, según los datos de la SAGARPA (Maya Ambia, 2017).

De acuerdo con la FAO (2015), en 2013 México se ubicó como el quinto mayor productor mundial de cítricos, representando el 5.6% de la producción global, después de China (24%), Brasil (14.5%), Estados Unidos (7.49%) e India (7.46%). En 2014, la producción de cítricos en México alcanzó los 7.6 millones de toneladas, destacándose las naranjas con 4.45 millones de toneladas y los limones y limas con 2.2 millones de toneladas. A continuación, se encuentran las toronjas con 424 mil toneladas y las mandarinas y

tangerinas con 492 mil toneladas. Los cítricos son un producto agrícola clave en México, ya que son esenciales en la dieta de la población, lo que genera un consumo interno elevado, siendo la mayor parte de la producción destinada al mercado local (Maya Ambía, 2017).

La producción de naranjas en México está principalmente concentrada en cuatro estados: Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, que en conjunto representan más del 80% de la producción nacional (Martínez-Jiménez et al. 2020). La variedad de naranja más cultivada es la “Valencia”, conocida por su intenso color, su aroma, sabor y su alto contenido de azúcar (grado Brix), características que le otorgan al jugo de naranja mexicano una ventaja significativa en cuanto a calidad frente a los jugos producidos en otros países (Aguirre-Avilés et al. 2021).

El limón es otro cultivo de alta rentabilidad en México. El 88% de su producción se encuentra en los estados de Colima, Michoacán, Veracruz, Oaxaca y Tabasco. No obstante, Yucatán se destaca por obtener los mejores rendimientos por hectárea, seguido de cerca por Colima y Sonora. Las toronjas se ubican en el tercer lugar dentro de la producción nacional de cítricos, destacándose Veracruz y Sonora por sus altos rendimientos. En cuarto lugar, se encuentran las mandarinas, que, aunque tienen una menor producción en comparación con las toronjas, son un cultivo de gran importancia económica. Esto se debe a los altos costos involucrados en su manejo, empaque y transporte, especialmente cuando se comercializan frescas. Veracruz lidera la producción de mandarinas en México, alcanzando los mejores rendimientos por hectárea (Maya Ambía, 2017).

México realiza un volumen mínimo de exportaciones en comparación con sus exportaciones, por la ventaja de contar con cítricos disponibles casi todo el año. Sin embargo, en algunos meses, como enero y abril, la oferta no siempre alcanza a cubrir la demanda. Las importaciones se limitan a naranjas, mandarinas, toronjas, limas y limones, pero en cantidades reducidas, dado que la producción nacional es suficiente para satisfacer la demanda interna. La mayoría de las importaciones provienen de Estados Unidos, China, Francia, Brasil y Turquía.

4.2 Generalidades de la *Diaphorina citri*

El psílido asiático de los cítricos o PAC, *Diaphorina citri* (Hemíptera: Liviidae), es un insecto chupador que se alimenta insertando su aparato bucal en los tejidos vegetales (Hall, 2008). Los adultos se alimentan principalmente de los brotes jóvenes, aunque también pueden encontrarse en los tallos y hojas en diversas etapas de desarrollo. Miden entre 2.7 y 3.3 mm de largo, y sus alas tienen un color marrón con manchas. Este insecto es muy activo y, cuando se ve perturbado, puede volar distancias cortas. También es común observarlo descansando o alimentándose en las hojas, con su cabeza tocando la superficie de las mismas (haz) y su cuerpo en un ángulo de aproximadamente 45° (Figura 1A). Las hembras tienen un abdomen puntiagudo (Figura 1B), mientras que los machos presentan un abdomen de extremo redondeado (Figura 1C)

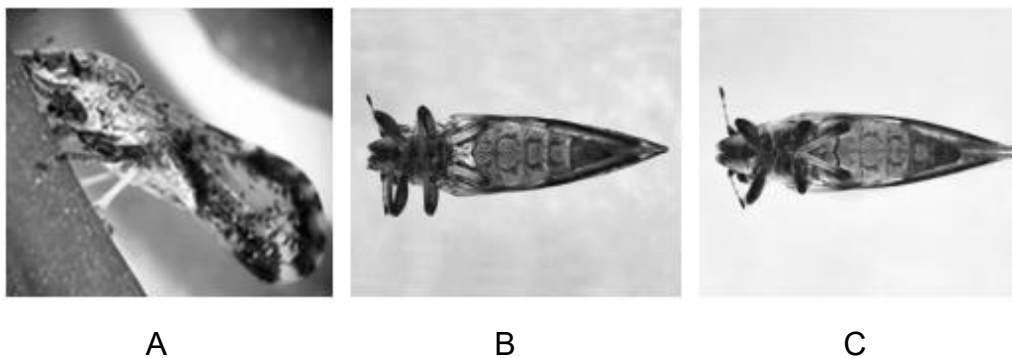


Figura 1. A) Adulto de *Diaphorina citri* con su cuerpo en posición de 45° alimentándose del tallo de un cítrico, B) Hembra y C) Macho (Hall, 2008).

El desarrollo de los huevos y las ninfas de *D. citri* depende de la temperatura. A 25 °C, los huevos tardan aproximadamente 4 días en eclosionar, mientras que las ninfas alcanzan la etapa adulta en un lapso de 13 días (Liu y Tsai, 2000). El ciclo de desarrollo de *D. citri*, desde huevo hasta adulto, se completa en aproximadamente 17 días, aunque puede variar entre 49.3 días a 15 °C y 14.1 días a 28 °C. Los huevos tienen un tamaño de alrededor de 0.3 mm de largo, con una forma alargada y una base más gruesa. La cantidad máxima de huevos que una hembra puede poner oscila entre 630 y 1900, dependiendo de factores como las condiciones ambientales y la planta hospedante. Los huevos inicialmente presentan un color amarillo claro, que gradualmente se intensifica a

amarillo y finalmente a naranja antes de la eclosión. Su maduración completa requiere entre 2 a 4 días (Huang, 1990; Chavan & Summanwar, 1993; Liu & tsai,200).

El PAC completa cinco instares durante su fase ninfal. Las ninfas tienen forma elíptica, con la parte ventral plana y la dorsal convexa. Su color cambia a lo largo de su desarrollo: comienzan siendo amarillas en los primeros instares, luego pasan a un tono verde y finalmente adquieren un color gris. Se distinguen por los filamentos cerosos en los bordes de sus cuerpos. Las ninfas de primer instar miden aproximadamente 0.25 mm de largo, mientras que las del quinto instar pueden alcanzar hasta 1.7 mm, presentando además cojinetes alares prominentes. Aunque suelen ser sedentarias, las ninfas pueden desplazarse entre los brotes de las plantas hospedantes, especialmente cuando son perturbadas, según lo señalado por Cicero-Jurado et al. (2017) en generalidades del parasitoide y su hospedero.

El psílido asiático de los cítricos (PAC) tiene una vida relativamente corta y una alta capacidad reproductiva. Las hembras cuentan con un periodo de oviposición de 12 días, durante el cual pueden poner múltiples huevos cada día. El comportamiento típico de este insecto incluye saltar de las hojas cuando estas son retiradas, están sobrepobladas o no ofrecen condiciones favorables para su desarrollo. En estas situaciones, el insecto realiza vuelos cortos de entre 3 y 5 metros, contribuyendo así a la propagación del agente causal de la enfermedad dentro del cultivo. En ocasiones, estos vuelos alcanzan alturas de 5 a 7 metros sobre el suelo, lo que permite que los insectos sean arrastrados por corrientes de aire, pudiendo desplazarse entre 0.5 y 4 kilómetros desde su ubicación original (Cicero-Jurado et al. 2017).

Tanto las ninfas como los adultos causan daño directo al extraer grandes cantidades de savia de hojas y pecíolos, lo que debilita significativamente a las plantas. Además, el daño indirecto es considerable, ya que este insecto actúa como vector de la enfermedad conocida como “Huanglongbing” (HLB), causada por una bacteria que se aloja en el floema de las plantas. Las plantas infectadas presentan una reducción en la calidad y cantidad de los frutos producidos y, en algunos casos, pueden llegar a morir (Cicero-Jurado et al. 2017).

4.3 Impacto económico de la *Diaphorina citri* en México

La citricultura en México es una actividad de gran relevancia tanto económica como social para las regiones donde se cultivan cítricos. A nivel global, el país se destaca como el principal productor de limas y limones, y ocupa el cuarto lugar en la producción de pomelos. Sin embargo, esta riqueza en la producción de cítricos enfrenta serios desafíos desde 2002 debido a la presencia de *Diaphorina citri* Kuwayama, un insecto que ha generado preocupación en el sector. Este psílido, conocido como el psílido asiático de los cítricos, actúa como vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, que causa la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos. Esta enfermedad se localiza principalmente en el floema de las plantas afectadas, lo que representa un grave riesgo para la citricultura en el país (Ruiz-Galván et al., 2015).

El Huanglongbing (HLB) ha impactado profundamente la producción de cítricos en México desde su aparición en julio de 2009. Para noviembre de 2015, la enfermedad había afectado a 347 municipios en 18 estados, resultando en pérdidas significativas, tanto en la producción como en el empleo. En solo tres años desde su llegada, se estima que se perdieron alrededor de 1.7 millones de toneladas de frutas y 112.1 millones de jornales de trabajo. Este panorama no solo refleja un desafío para los agricultores, sino que también resalta la importancia de implementar medidas efectivas para controlar y mitigar los efectos de esta devastadora enfermedad en la economía y la vida de muchas familias que dependen de la citricultura (Álvarez-Ramos et al., 2022)

Los efectos económicos del Huanglongbing (HLB) a nivel mundial son difíciles de cuantificar, y las estimaciones sobre su impacto en las comunidades son generalmente basadas en modelos, lo que limita la precisión de los diagnósticos en las principales zonas citrícolas, especialmente en México. Esta enfermedad afecta a los árboles de cítricos, provocando una disminución en la calidad y cantidad de la fruta, y eventualmente puede llevar a la muerte de los árboles infectados. En las plantaciones donde se presenta el HLB, los costos de producción aumentan significativamente debido a los gastos adicionales necesarios para manejar la enfermedad. Esto, a su vez, resulta en la pérdida

de empleos, tanto directos como indirectos, afectando a todos los eslabones de la cadena productiva de cítricos (Pérez-Zarate et al., 2024).

En México, el impacto económico del HLB ha sido poco investigado, y las organizaciones locales han intentado estimar su efecto potencial. Por ejemplo, en Veracruz, se calcula que la producción podría disminuir en alrededor del 30% debido a esta enfermedad. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un estudio más exhaustivo para determinar con precisión el impacto real en el estado. Esta información es crucial para tomar decisiones informadas sobre las estrategias de manejo a nivel local y regional (Pérez-Zarate et al., 2024).

4.4 Generalidades de la *Canella winterana*

Cultivada por su potencial ornamental. La planta es conocida localmente como “canela”, “canela de cuyo” o “canela-che”. Se trata de un arbusto de considerable tamaño que puede crecer hasta alcanzar entre 4 y 15 metros de altura, con una corteza de tonalidad grisácea. Toda la planta emana un aroma que recuerda al de la grosella negra, aunque es importante no confundirla con la canela verdadera (*Cinnamomum*).

Las hojas son alternas, con forma obovada a oblanceolada, y tienen una textura coriácea. Su color es un verde oscuro salpicado de pequeñas glándulas translúcidas. La parte superior de las hojas es más oscura, mientras que la inferior presenta un verde brillante, más claro y mate. Las flores suelen agruparse en panículas que se encuentran en la parte superior de las ramas, aunque a veces también pueden aparecer en las axilas de las hojas (Ochoa-Gaona et al, 2018).

Cada flor cuenta con tres sépalos que miden entre 2 y 3 mm de grosor, y cinco pétalos obovados de un brillante color rojo, con una base amarillenta. Posee diez estambres cuyos filamentos se unen formando un tubo de 3 a 4 mm, y las anteras son de un color que varía entre amarillo y naranja. El estilo es corto, pero más prominente. La floración se extiende desde junio hasta septiembre. El fruto es una baya globosa que cambia de color, comenzando en verde y bermellón, y finalmente volviéndose casi negra, con un diámetro de 7 a 10 mm. Cada baya con un peso promedio de 0.34 g, puede contener de una hasta seis semillas de un negro brillante y en forma de lenteja, que miden entre 5 y

6 mm y pesan hasta 0.04 g en promedio (González-Valdivia et al, 2024). Aunque las flores son hermafroditas, su comportamiento es similar al de las flores unisexuales (CYCY, 2010).

4.5 Propiedades de la *Canella winterana*

Canella winterana se usa en medicina, perfumería, como condimento, como barbasco y en prácticas mágico-religiosas; además podría ser cultivada por su potencial ornamental (Concha, 2011). Rodríguez-Guerra (2012), menciona a esta especie como de utilidad medicinal, alimento animal, maderable para pértigas, varas, arados y vigas.

Por otro lado, corteza y hojas de la canela che o canela blanca, *Canella winterana* (L.) Gaertn., 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 (Campos et al., 2015).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del área bioensayo y del material vegetal

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.

5.2 Elaboración de extracto botánico

El extracto botánico se elaboró en forma acuosa, a partir de hojas de canela che recolectadas en campo, con la ayuda de guantes como medida preventiva ante los efectos irritantes o incluso tóxicos de la planta. En la cosecha se emplearon tijeras de podar y, las hojas cortadas se depositaron en bolsas de papel estraza para su traslado a laboratorio.

La recolecta de hojas se realizó, 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 el fin de homogenizar 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.

Se midió la biomasa de las hojas frescas con el uso de una báscula analítica Velab VE-303 y así, la cantidad de agua para una proporción 1:1 (p/v) en relación de biomasa vegetal - agua, como método para la obtención del extracto acuoso madre (González-Valdivia et al., 2017). Las hojas y el agua se agregaron dentro de un mortero de cerámica, donde se maceraron mediante el pistilo, facilitando así la extracción del contenido de sustancias activas (metabolitos) de los tejidos hacia el agua. Terminada la maceración, se dejó reposar por 24 horas, cubriendo el recipiente con papel aluminio y manteniéndola en refrigeración para minimizar la volatilización de compuestos a partir del extracto

acuoso madre. Luego se filtró con papel filtro y se obtuvo el extracto acuoso madre, descartando el sobrenadante o residuos sólidos suspendidos.

5.3 Obtención de insecto plaga a trabajar

El organismo plaga a estudiar bajo el extracto botánico, fue el psílido asiático de los cítricos (*D. citri*), de alta importancia en citricultura. Se obtuvieron estos organismos en brotes nuevos de limón persa (*Citrus × latifolia*) que contenían ninfas 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 en el mes de agosto del 2024, periodo de menor infestación según Ortega-Arenas et al. (2013), y se trasladaron en contenedores plásticos al área de bioensayos del LAAOS.

5.4 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 pura adherida al extremo del pecíolo, para mantenerlos turgentes durante el tiempo de bioensayo (48 horas). Al momento del ingreso de los brotes, se aplicaron diferentes dosificaciones del extracto madre (diluciones acuosas). Después de 48 horas se contabilizó el número de ninfas vivas y muertas por cada tratamiento. Las ninfas del PAC pudieron identificarse como muertas cuando, al ser punzadas o volteadas con un alfiler, no respondían y permanecía 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.

5.5 Diseño experimental

Se condujo el bioensayo en un diseño completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones para el testigo absoluto (agua pura) y al nivel de 100% de extracto acuoso botánico madre respectivamente, así como 3 repeticiones para los niveles de 3, 10 y 30% de extracto diluido en agua pura. Las repeticiones por cada tratamiento difirieron conforme a la disponibilidad de brotes nuevos de limón infestados con PAC, al momento de establecer el bioensayo.

5.6 Análisis estadístico

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 (ANAVA unifactorial), 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).

6. RESULTADOS

La mortalidad bajo la exposición a los diferentes tratamientos del extracto acuoso sobre los estados inmaduros del PAC presentó normalidad (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 1 se muestra el porcentaje de mortalidad y supervivencia del PAC bajo el efecto de canela che en condiciones de laboratorio con las distintas concentraciones sometidas a prueba sobre este organismo. Al eliminar el valor de la mortalidad obtenido bajo el testigo (agua), se pudo reclasificar los resultados de la efectividad de los extractos de manera que los valores superiores a cero representen tratamientos eficaces en la disminución de la presión de la plaga, mientras que aquellos valores por debajo del cero representan tratamientos que no superan al testigo y por tanto no son eficaces para el abatimiento eficiente del PAC (Tabla 1).

TABLA 1. Separación de medias por el método de Tukey (error $\alpha = 5\%$) para la variable mortalidad en estados inmaduros *Diaphorina citri* en brotes *Citrus x latifolia* bajo el efecto de diferentes diluciones de extracto acuoso de hojas de canela che (*Canella winterana*).

Tratamiento	Mortalidad (%)	Mortalidad ajustada (%)	Categoría
EAC100%	86	47	A
EAC30%	50	11	AB
Testigo (Agua)	39	0	AB
EAC10%	38	-1	AB
EAC3%	15	-24	B

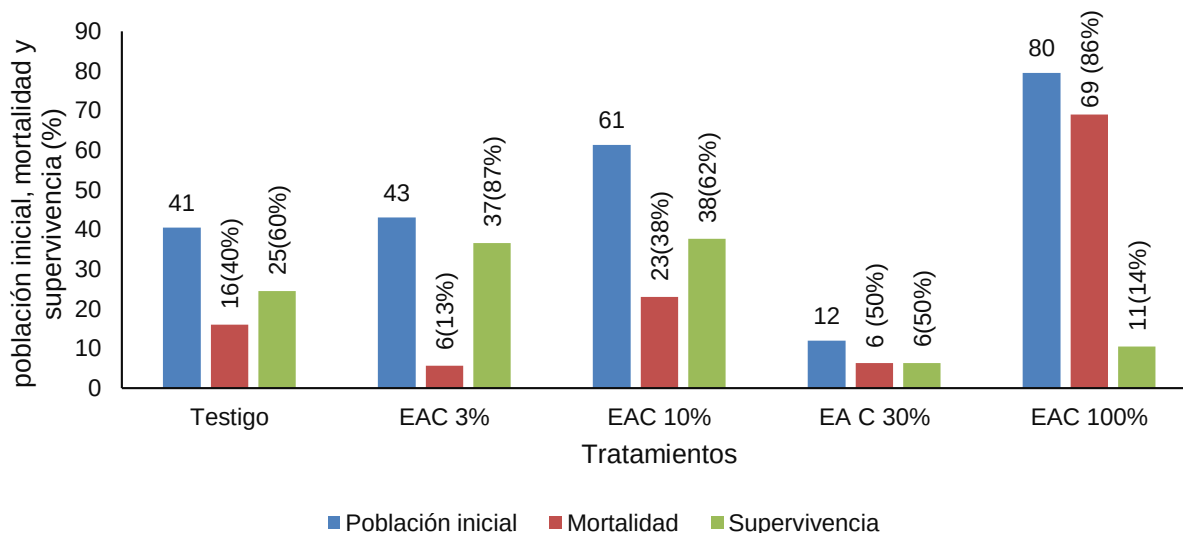


Figura 2. Porcentaje de mortalidad y supervivencia de *Diaphorina citri* bajo el efecto diferentes concentraciones de extracto acuoso de canela che (*Canella winterana*) en brotes de *Citrus x latifolia* bajo condiciones de confinamiento dentro del Laboratorio de Agroecología y Agricultura Orgánica Sustentable del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

La supervivencia de estados inmaduros del PAC también resulto 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 tabla 2 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 ($\alpha = 5\%$). 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.

Tabla 2. Separación de medias por el método de Tukey (error $\alpha = 5\%$) para la variable supervivencia en estados inmaduros *Diaphorina citri* en brotes *Citrus x latifolia* bajo el efecto de diferentes diluciones de extracto acuoso de hojas de canela che (*Canella winterana*).

Tratamiento	Supervivencia (%)	Categoría
EAC100%	15	A
EAC30%	50	AB
EAC10%	60	B
Testigo (Agua)	62	B
EAC3%	84	B

7. DISCUSIÓN

La mortalidad demostrada por el extracto EAC 100% resultó relativamente alta, dado que supera la obtenida por el aceite esencial de orégano (*L. graveolens*), observada por Cázares-Alonso 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 altamente prometedor el extracto acuoso de canela che, ya 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, genera evidencia, sobre el efecto de la mortalidad en los estadios de ninfa, con la constitución de metabolitos secundarios presentes en esta planta sobre esta plaga, además, se vuelve un insecticida alternativo y orgánico, como también, 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) (Jozivan do Nascimento et al., 2008).

Los resultados antes descritos, se ubican dentro del rango de mortalidad observado bajo diferentes insecticidas químicos comerciales por Ruiz-Galván et al. (2015) y Hernández-Fuentes et al. (2018), por lo que 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 (Bartoñ et al., 1980). 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 (EAC 3, 10 y 30 %) a alta (100%). 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.

8. CONCLUSIÓN

Los extractos acuosos con base en la hoja de canela che (*Canella winterana*) causo alta mortalidad en estados inmaduros del PAC a partir del 30% de la dilución del extracto madre acuoso en agua pura y una sola aplicación dirigida a los brotes en confinamiento. La supervivencia observada en los estados inmaduros del PAC disminuyó bajo el efecto de las diluciones de extracto madre acuoso a partir de hojas de canela che desde el 30% en adelante.

La hoja de Canela Che, *Canella winterana*, permite el surgimiento de nuevas alternativas para el manejo 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.

9. BIBLIOGRAFÍA

- 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, DOI: 10.1080/10412905.1995.9700530
- Al-Said, M.S., Khalifa, S.I., El-Ferally, F.S. (1989). 4,13-a-Epoxy muzigadiol, a sesquiterpene from *Canella winterana*. *Phytochemistry*, 28(1), 297-29.
- Álvarez-Ramos, Ricardo, Azuara-Domínguez, Ausencio, Rodríguez-Castro, Jorge Homero, Zavala-Zapata, Vidal, Sánchez-Borja, Maricarmen, & Vargas-Tovar, Jesús Armando. (2022). Abundancia estacional de *Diaphorina citri* asociada a la fenología del cultivo de cítricos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(1), 89-101. Epub 02 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2494>
- Aguirre Áviles, E. J., Uranga Valencia, L. P., Villarreal Ramírez, V. H., Morales Morales, H. A., & Yañez Muñoz, R. M. . (2021). Anemazas comunes de Naranja Valencia, una recopilación necesaria. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 9(2), 01–19. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i2.364>
- Bartoň, J., Kašpar, M., Růžicka, V. (1982). Kinetics of the anionic coordination dimerization of isoprene. *Collection Czechoslovak Chemical Communications*, 47, 594-602.
- Barbasco (*Canella winterana*). (2016). INaturalist Mexico. <https://mexico.inaturalist.org/taxa/159817-Canella-winterana>
- Campos, KC, Hernández-Rivera J, Rivera-Gutérrez J, ...Ospina-Millán CA (2015) Biological screening of select Puerto Rican plants for cytotoxic and antitumor activities. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 34(1), 25–30.
- Cazares-Alonzo, N. P., Verdes-Star, M. J., López-Arroyo, 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. and Sahoo, J. P. (2024). Green Revolution: The catalyst for agricultural transformation. *Vigyan Varta*, 5(4), 294-302. DOI: 10.13140/RG.2.2.16649.45920
- Chavan, V. M., and A. S. Summanwar. 1993. Population dynamics and aspects of the biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw., in Maharashtra. Pp. 286-290. In: P. Moreno, J.V. da Graca, and L. W. Timmer (eds.). 12 th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Universidad de California, riverside.
- Cicero-Jurado, L., Lomas-Barrié, C.T., Loeza-Kuk, E., Sánchez-Borja, M., & Arredondo-Bernal, H.C. (2017). Control del Psílido Asiático de los Cítricos mediante el parasitoide *Tamarixia radiata* en el sureste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Centro de Investigación Regional Sureste. Libro Científico Núm. 1. Mérida, Yucatán, México. 63p.
- CICY (2010) Herbario del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Flora de la península de Yucatán. https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=706
- CONCHA, G. C. F. (2011). *Canella winterana*: antigua pero moderna. *Desde El Herbario CICY*, 65(2011), 3-64.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). 2013. Food and agricultural commodities production. En sitio web <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- González-Acosta, A., González-Castro, A., Mateos-Rocha, R. A., González- Cárdenas, J. C., López-Meza, M. (2016). Alternativas para el control de *Diaphorina citri* (Kuwayama) con insecticidas botánicos, en *Citrus latifolia* Tanaka, Tlapoyacan, Veracruz. *Biológico Agropecuaria*, 4(1), 9-16.
- 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.
- 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>
- Hall DG. (2008). Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberibacter* spp) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Hermosillo, Sonora, México. Pp. 1-7.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. (2021) Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 72(3), 418-36. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- Hernández-Fuentes L. M., Urias-López M. A., López-Arroyo J. I., Gómez-Jaimes R., & Bautista-Martínez N. (2018). Control químico de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en lima persa *Citrus latifolia* Tanaka. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 3(3), 427–439. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i3.1439>
- Huang B. 1990.Citrus Psyllid. Chinese Agricultural Encyclopedia (Volume Insects). Beijing: Agriculture Press.Pp 119-120 (in Chinese).
- INDIAPAC (Insecticidas del Pacífico) (2021) Ficha Técnica Blanke 1.8 CE. Abamectina: Insecticida-Acaricida. Insecticidas del Pacífica S.A. de C.V., Ciudad Obregón, Sonora, México. 5 p.
- Jozivan do Nascimento, F., Diniz-Filho, E. T., De Mesquita, L. X., Martins de Oliveira, A. (2008). Extractos vegetales en el control de plagas. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 3(3), 1-5.
- López-Arroyo, J. I., Ortega-Arenas, L.D., Pérez-Zarate, L.A., Villanueva-Jiménez, J.A. (2022). *Diaphorina citri* y huanglongbing. Capítulo 7. p. 185-239. En: Ortega-Arenas, L.D. (ed.). *Insectos y ácaros vectores de fitopatógenos: Estudios de caso*

- en México. Colegio de postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Martínez-Jiménez, A., García-Salazar, J. A., García-de los Santos, G., Ramírez-Valverde, G., Mora-Flores, J. S., & Matus-Gardea, J. A. (2020). Control de la oferta de naranja en México como mecanismo para controlar volatilidad de precios. *Revista fitotecnica mexicana*, 43(2), 223-231. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.2.223>
- Maya Ambía, Carlos Javier. (2017). Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. *México y la cuenca del pacífico*, 6(16), 107-142. Recuperado en 26 de diciembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-53082017000100107&lng=es&tlng=es.
- Mead FW y Fasulo TR. (2007). Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). University of Florida. IFAS Extensión. EENY-033. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN16000.pdf>.
- 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 investigación Agropecuarias*, 45(1), 23-30.
- Ochoa-Gaona, S., Ruiz-Gonzalez, H., Álvarez-Montejo, D., Chan-Coba, G., De Jong, B.H.J (2018). Árboles de Calakmul. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. 244p.
- 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0405>
- Ortega-Arenas, L. D., A. Villegas-Monter, A. J. Ramírez-Reyes & E. E. Mendoza-García. 2013. Seasonal abundance of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in citrus

- groves in Cazonas, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 29(2): 317-333.
- Osborne, J.W. (2010). Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 15 (12), 1-9.
- Pérez-Zarate, L. A., Osorio-Acosta, F., Ortega-Arenas, L. D., Martínez-Hernández, A., & Villanueva-Jiménez, J. A. (2024). Huanglongbing (HLB) de los Cítricos: *Impacto Económico y Variabilidad genética del patógeno en México*. *Agro-Divulgación*, 4(2). <https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.301>
- Quintero-Lira, A., Bravo-Islas, M., Piloni-Martini, J., López-Palestina, C. U. (2014). Problemática del uso de plaguicidas en el cultivo de nopal, *Opuntia ficus indica*. Revisión. *Ciencia Latina Internacional*, 8(4), 801-811. DOI: 10.37811/cl_rcm.v8i4
- Restrepo-García, A, M., y Soto-Giraldo, A. (2017). Control alternativo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) utilizando caldo Sulfocálcico. *Bolín Científico de Museo de Historia Natural de Caldas* 21(2), 51-60. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.2.4
- Rodríguez-Guerra, Y. (2012). Etnobotánica, diversidad y contenido de sustancias inorgánicas presentes en el follaje de especies forestales de interés medicinal en el Parque Nacional Viñales, Cuba. *Revista Amazónica. Ciencia Y Tecnología*, 1(3), 210–225. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v01n03ep04-0018>
- Ruiz-Galván, I., Bautista-Martínez, N., Sánchez-Arroyo, H. & Valenzuela Escoboza, F. A. 2015. Control químico de *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) en lima persa. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 31(1): 41-47.
- SENASICA. (2019). Ficha técnica Huanglongbing '*Candidatus Liberibacter* spp.' Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. de México. Ficha técnica 78. 34p

- 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. DOI: 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. DOI: 10.1080/0972060X.2007.10643581
- Tsai, J. H., and Y. H. Liu. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jessamine in southern Florida. *Florida Entomologist*, 83:446-459.}
- Valencia-Sandoval, K. y Duana-Avila, D. (2019). Los cítricos en México: análisis de eficiencia técnica. *Análisis Económico* 34(87), 269-283.

10. ANEXOS



Imagen 1: Colecta de hojas de la *Canela che*

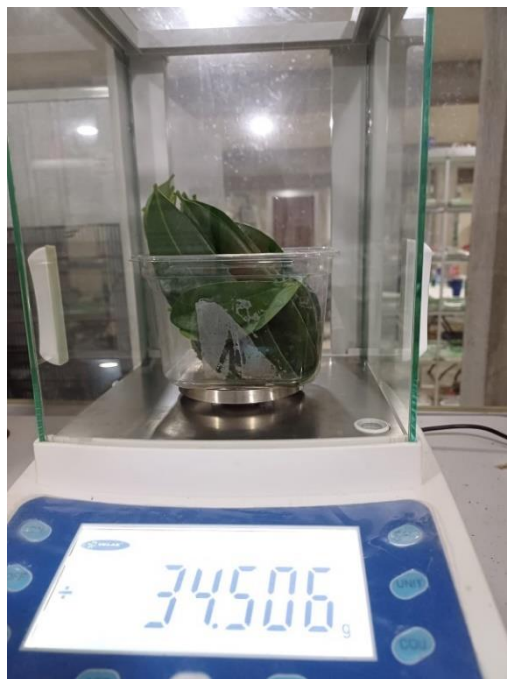


Imagen 2: Pesado de hojas de *Canela che*.



Imagen 3: Limpieza de hojas de *Canella winterana*



Imagen 4: Maceración de hojas de *Canella winterana* para la obtención del extracto acuoso madre.



Imagen 5: Filtrado a botellas de color ámbar: Después de 24 hora se realizará el filtrado de la concentración del extracto de canela che con papel filtro.



Imagen 6: Elaboración de distintas dosificaciones con extracto acuoso madre y agua.



Imagen 7: Se utilizó algodón húmedo que estuvo sujeto al peciolo de cada rama y se introdujeron los brotes de limón con plaga a cajas Petri.



Imagen 8: Se realizó la aplicación del extracto preparado en diferentes dosificaciones.



Imagen 9 Contabilizacion del numero de ninfas muertas y vivas por cada tratamiento.



Imagen 10: Ninfa muerta por la aplicación del extracto acuoso(Vista desde un estereoscopio).