



Distribución de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en zonas de producción cítrica de Panamá¹

Distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in citrus production areas of Panama

Randy Atencio-Valdespino², Vidal Aguilera-Cogley², Anovel Barba-Alvarado², Iván Ramos²,
Rubén Collantes-González³, José Lezcano⁴

- ¹ Recepción: 26 de mayo, 2022. Aceptación: 27 de septiembre, 2022. Este trabajo formó parte del proyecto de investigación “Mejoramiento de la naranja criolla (*Citrus sinensis*) para resistencia a Huanglongbing” (FID18-050) con apoyo de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) en colaboración con el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile.
- ² Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD), Grupo de Investigación de Protección Vegetal, Ctra. Panamericana, Los Canelos, Santa María, Estafeta de Divisa, 0619 Herrera, Panamá. randy.atencio@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-8325-9573>), vidalaguilera@gmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0001-7647-3208>), anovelbarba@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-5182-1667>), iarz1103@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-5939-070X>).
- ³ IDIAP, Estación Experimental de Cerro Punta, Centro de Innovación Agropecuaria Occidental, Chiriquí, Panamá. rdeg31@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).
- ⁴ IDIAP, Subcentro de Alto Boquete, Centro de Innovación Agropecuaria Occidental, Chiriquí, Panamá. josealb53@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-8867-7192>).

Resumen

Introducción. El psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) es el principal vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* que causa la enfermedad de Huanglongbing (HLB) en los cítricos en Panamá. **Objetivo.** Determinar la distribución geográfica y las plantas hospederas del psílido asiático dentro de las zonas cítricas de Panamá. **Materiales y métodos.** El estudio se desarrolló de junio a octubre de 2021, a través de un muestreo sistemático dentro de 46 localidades asociadas a cítricos comerciales y huertos familiares en siete provincias de Panamá. En cada planta se procedió a embolsar con una bolsa plástica de cierre mágico dos brotes nuevos de ≈10 cm de largo para capturar los especímenes e introducirlos dentro de viales plásticos de 2 mm con alcohol al 95 % para su posterior identificación. La variable de estudio incluyó el conteo del número total de especímenes y los datos fueron analizados de manera porcentual. **Resultados.** Del total de 73 muestras colectadas, la presencia del psílido asiático se confirmó en un 21,92 % (dieciséis muestras), resultó positiva su presencia en las provincias de Chiriquí, Coclé, Herrera, Panamá y Panamá Oeste, en alturas desde los 17 hasta 1080 m s. n. m. No hubo presencia del psílido en las provincias de Los Santos y Veraguas. De las dieciséis muestras que resultaron positivas, el 50 % pertenecieron a la planta de mirto, seguida por la naranja (18,75 %) y el limón criollo (12,50 %). **Conclusiones.** La distribución del psílido asiático vector del HLB en parcelas de cítricos comerciales y de huertos familiares en las principales zonas cítricas en Panamá, se presentó diferentes alturas sobre el nivel del mar, asociado a la presencia de plantas hospederas como mirto, naranja y limón criollo.

Palabras claves: cítricos, huanglongbing, insecto vector, *Murraya paniculata*.



Abstract

Introduction. The asian psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) is the main vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus* that causes Huanglongbing (HLB) disease in citrus in Panama. **Objective.** To determine the geographic distribution and host plants of the asian psyllid within the citrus growing areas in Panama. **Materials and methods.** The study was carried out from June to October 2021 through systematic sampling within 46 localities associated with commercial citrus and home gardens in seven provinces of Panama. In each plant, two new shoots of 10 cm long were bagged with a magic-seal plastic bag to capture the specimens and introduce them into 2 mm plastic vials with 95 % alcohol for later identification. The study variable included the count of the total number of specimens, and the data was analyzed as a percentage. **Results.** Of the total of 73 collected samples, the presence of the Asian psyllid was confirmed in 21.92 % (16 samples). Its presence was positive in the provinces of Chiriquí, Coclé, Herrera, Panama, and West Panama, at altitudes of 17 to 1080 m.a.s.l. There was no presence of the psyllid in the provinces of Los Santos and Veraguas. Of the 16 samples that were positive, 50 % belonged to the myrtle plant, followed by orange (18.75%), and creole lemon (12.50 %). **Conclusion.** The distribution of the asian psyllid vector of HLB in commercial citrus and home gardens in the main citrus growing areas in Panama was presented at different heights above sea level, mainly associated with the presence of the host plants such as myrtle, orange, and creole lemon.

Keywords: citrus, huanglongbing, insect vector, *Murraya paniculata*.

Introducción

La enfermedad de Huanglongbing (HLB), también conocida como el enverdecimiento de los cítricos o dragón amarillo, es considerada entre las enfermedades más dañinas de los cítricos y ha causado pérdidas estimadas sobre los 7,8 billones de dólares en Florida (USA) (Court et al., 2017; Huang et al., 2020).

La producción de cítricos en Panamá incluye los cultivos de naranja (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) y la lima persa (*C. latifolia* [Yu.Tanaka] Tanaka); se destina un área estimada de siembra de naranja de 14 064 ha (producción de 2 675 037 t en su mayoría de la variedad Valencia) y de lima persa con una superficie de 807 ha con una producción de 6420 t (Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá [MIDA], 2021a).

La enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) de los cítricos causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs), se reportó por primera vez en Panamá en árboles de cítricos en la provincia de Bocas del Toro en el año 2016. A partir de esta fecha, se estableció un sistema de vigilancia y esquema de certificación para la producción de material sano de cítricos (Arcia Tejedor, 2016; Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, 2018; European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO], 2017).

En el 2021, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA) declaró un estado de emergencia nacional fitosanitaria por un brote de HLB en la provincia de Coclé, considerada una de las provincias con mayor producción cítrica del país (MIDA, 2021b).

CLAs es una bacteria filamentosa que se aloja en los tubos cribosos del floema que produce necrosis que conduce al bloqueo en la corriente y translocación de nutrimentos (Camacho-Tapia et al., 2016). CLAs causa síntomas como manchas amarillentas con moteado en las hojas, frutos pequeños y deformes con maduración inversa con baja calidad y achaparramiento del árbol hasta llegar, en algunos casos, a la muerte de los árboles (Camacho-Tapia et al., 2016; Gottwald et al., 2007; Wang et al., 2009).

El HLB es una enfermedad que no tiene cura y diversos estudios en la actualidad se enfocan en el desarrollo de variedades comerciales de cítricos resistentes o tolerantes a ella (Huang et al., 2020).

Los insectos reconocidos como vectores de CLAs son las especies *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y *Trioza erytrea* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae) (Monzó et al., 2015; Ukuda-Hosokawa et al., 2015). En el continente americano *D. citri* es la principal especie vector de CLAs (EPPO, 2017; Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2019). En Panamá, *D. citri* está dentro de las plagas emergentes de mayor importancia en el sector cítrico (Barba, 2016).

La presencia del vector *D. citri* en Panamá, motivó estudios iniciales que se enfocaron en el monitoreo del insecto en el cultivo de lima persa en la localidad de Río Grande, provincia de Coclé, enfocados en técnicas de muestreo para el estudio de la fluctuación poblacional del vector asociado con factores abióticos y bióticos (Koo & Korytkowski, 2016), pero sin conocer la distribución nacional de *D. citri* dentro de las diversas regiones de producción cítrica de Panamá.

Los adultos de *D. citri* miden de 2,50 a 3,10 mm y se reconocen por sus ojos compuestos de color rojo, alas bien desarrolladas y moteadas, se diferencia de los estadios ninfales móviles pequeños (ninfa I a V) con esbozos alares (alas en desarrollo) y el cuerpo con una coloración variada de amarilla a anaranjada (García et al., 2016).

Dentro de los aspectos asociados al manejo del psílido asiático, se incluyen los estudios de distribución geográfica asociada a sus plantas hospederas como los realizados en Ecuador, tanto en plantas ornamentales como en cítricos de traspatio y comerciales, fundamentado en el hecho que estos estudios son herramientas básicas para la generación de conocimiento de la biología, fluctuación poblacional y enemigos naturales de psílido asiático en una determinada región (García et al., 2022).

El conocimiento de la distribución geográfica del insecto vector, constituye la base para estudios de su potencial distribución espacial sobre plantas hospederas en determinadas regiones, que se pueden asociar al potencial impacto de los efectos del cambio climático en la distribución de la especie (Araque & Arévalo, 2018; Heith et al., 2016).

En Panamá existe una carencia de estudios de distribución geográfica y de plantas hospederas del psílido asiático, que puedan contribuir al manejo del insecto y mitigar la diseminación del HLB. Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue determinar la distribución geográfica y las principales plantas hospederas del psílido asiático dentro de las zonas cítricas en Panamá.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó entre los meses de junio a octubre de 2021, como parte de los muestreos realizados dentro del proyecto “Mejoramiento de la naranja criolla (*Citrus sinensis*) para resistencia a Huanglongbing” del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Se realizó un muestreo sistemático del psílido asiático en 46 localidades en las principales zonas cítricas de Panamá, que incluyó las provincias de Chiriquí, Coclé, Herrera, Los Santos, Panamá, Panamá Oeste y Veraguas.

El criterio para la selección de las localidades incluyó la presencia de cítricos comerciales próximos, que en Panamá no tienen una distribución homogénea (MIDA, 2021a). La ejecución de los muestreos programados por localidad seleccionada, conllevó un esfuerzo de muestreo día (8 h).

Dentro de las localidades se obtuvieron 73 muestras en total, asociadas a parcelas comerciales de cítricos (29 muestras) y huertos familiares (44 muestras), distribuidas en las provincias de Chiriquí 31,51 % (23 muestras), Coclé 30,14 % (22 muestras), Veraguas 12,33 % (9 muestras), Panamá Oeste 10,96 % (8 muestras), Herrera 8,22 % (6 muestras), Los Santos 5,48 % (4 muestras) y Panamá 1,36 % (1 muestra). Las plantas muestreadas por localidad pertenecieron a la familia Rutaceae (Cuadro 1), que incluye los cítricos.

Para la selección de las parcelas comerciales de cítricos y huertos familiares, se tomó como criterio si la producción obtenida era para venta comercial y procesamiento o para consumo familiar, respectivamente, y la presencia mínima de cinco plantas de la especie hospedera a muestrear, sin considerar la superficie total sembrada,

Cuadro 1. Especies de cítricos y mirto muestreadas para determinar la presencia de *Diaphorina citri* en zonas cítricas en Panamá, 2021.

Table 1. Citrus species and myrtle plant sampled to determine the presence of *Diaphorina citri* in citrus areas in Panama, 2021.

Nombre común	Nombre científico	Muestras	% de muestras*
Lima Rangpur	<i>Citrus limonia</i>	3	4,11
Lima persa	<i>Citrus latifolia</i>	9	12,33
Limón amarillo	<i>Citrus limon</i>	1	1,37
Limón criollo	<i>Citrus aurantifolia</i>	9	12,33
Limonera	<i>Swinglea glutinosa</i>	1	1,37
Mandarina	<i>Citrus tangerina</i>	5	6,85
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	31	42,47
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	1	1,37
Naranja japonesa	<i>Citrus lumia</i>	1	1,37
Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	1	1,37
Mirto	<i>Murraya paniculata</i>	11	15,07
Total		73	100,00

*Porcentaje de muestras totales realizadas. / * Percentage of total samples realized.

sino más bien la presencia de plantas hospederas. El distanciamiento mínimo entre localidades estuvo asociado a una distancia no menor de 5 km.

Se colectaron muestras de distintas especies de cítricos como naranja, lima persa, limón criollo (*C. aurantifolia* Swingle), mandarina (*C. reticulata* Blanco) y la planta ornamental conocida como mirto (*Murraya paniculata* [L.] Jack), se ha reportado como hospedera del psílido asiático (Hernández-Landa et al., 2013).

Se colectaron muestras en once especies de cítricos, principalmente la naranja con 42,47 % (31 muestras), el mirto con 15,07 % (11 muestras), el limón criollo con 12,33% (nueve muestras) y la lima persa con 12,33 % (nueve muestras) (Cuadro 1).

Dentro de cada localidad seleccionada, se procedió al muestreo sistemático de cinco plantas como máximo para observar y capturar todos los especímenes adultos del psílido asiático sobre dos brotes nuevos de ≈ 10 cm por planta, con la técnica de embolsado con bolsas plásticas transparentes de cierre hermético de 1 L por planta, para ello se siguieron los principios de la metodología de muestreo planteada por Korytkowski (2018), sobre la detección de la presencia de *Diaphorina*.

Dentro de estos brotes nuevos, se procedió a identificar evidencias de daño directo causado por el psílido asiático dentro de los tejidos de los brotes de las plantas muestreadas.

Los adultos del psílido asiático dentro de la bolsa, se capturaron con un aspirador manual, luego fueron introducidos y preservados en viales plásticos de 2 mm con alcohol al 95 %. Los viales con los especímenes se rotularon con información que incluyó las coordenadas geográficas del sitio, altitud, localidad, provincia, especie de cítrico, y fecha de colecta.

La identificación taxonómica del psílido asiático se efectuó en el Laboratorio de Protección Vegetal del Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD), del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Los especímenes se colocaron dentro de una caja Petri de vidrio y se observaron a través de un estéreo microscopio a una magnificación de 100 X. La identificación de los especímenes utilizó la información taxonómica disponible en EPPO (2005) y García et al. (2016).

Para fotografiar de los especímenes se utilizó una cámara digital con iluminación LED 5000 SLI y las imágenes se procesaron con la ayuda del software Leica Application Suite (LAS) Versión 4.12.0 2017.

La variable del estudio incluyó el conteo del número total de especímenes capturados por especie de planta, a partir de los cuales se elaboraron cuadros porcentuales por planta hospedera.

Con los datos de cada sitio de muestreo georreferenciados, se elaboró un mapa que muestra la distribución de puntos positivos a la presencia positiva al psílido asiático con el software QGIS 3.22.0 versión 2009.

Resultados

De 73 muestras colectadas la presencia del psílido asiático se confirmó en un 21,92 % (dieciséis muestras), con lo cual se ratificó la presencia del psílido asiático dentro de las zonas citrícolas de Panamá. Se colectaron especímenes machos y hembras de *D. citri* (Figura 1) que presentaron dimorfismo sexual en el ápice, lo que se aprecia en el abdomen; en las hembras el abdomen finaliza con una punta fina y en los machos con una punta redondeada.

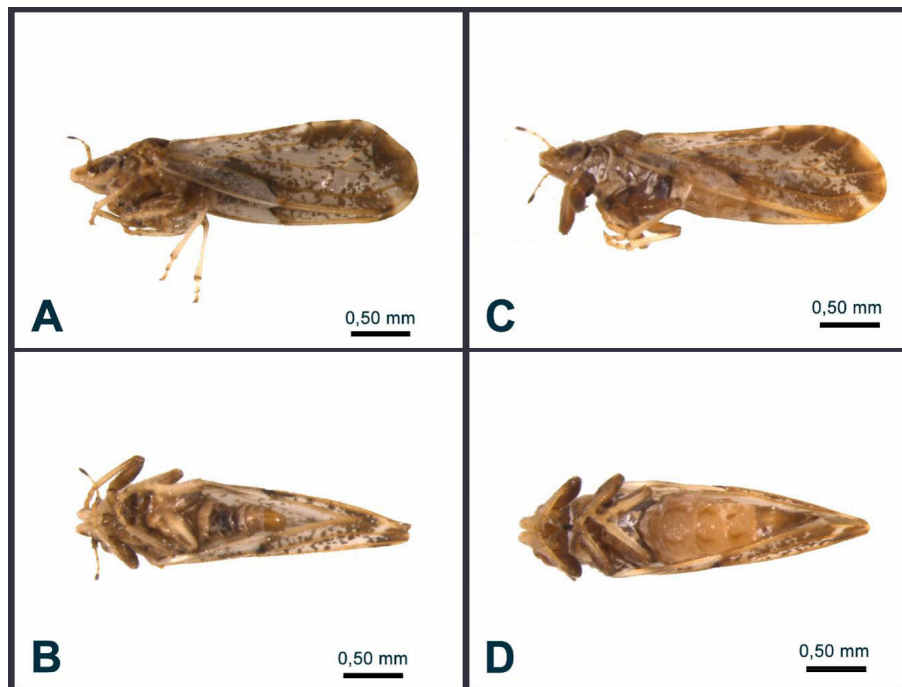


Figura 1. Especímenes de *Diaphorina citri*. (A) Macho (lateral), (B) macho (ventral), (C) hembra (lateral), (D) hembra (ventral). Coclé, Panamá, 2021.

Figure 1. Specimens of *Diaphorina citri*. (A) Male (lateral), (B) male (ventral), (C) female (lateral), (D) female (ventral). Coclé, Panama, 2021.

Del total de muestras positivas a la presencia del psílido asiático, ocho se obtuvieron en la provincia de Coclé, cinco en Chiriquí, una en Herrera, una en Panamá y una en Panamá Oeste (Figura 2). En las provincias de Veraguas y Los Santos no hubo presencia de *D. citri*.

El psílido asiático se encontró en 32,61 % (quince muestras) de las localidades muestreadas, en altura desde los 17 hasta 1080 m s. n. m., donde había presencia de cítricos y mirtos (Figura 2).

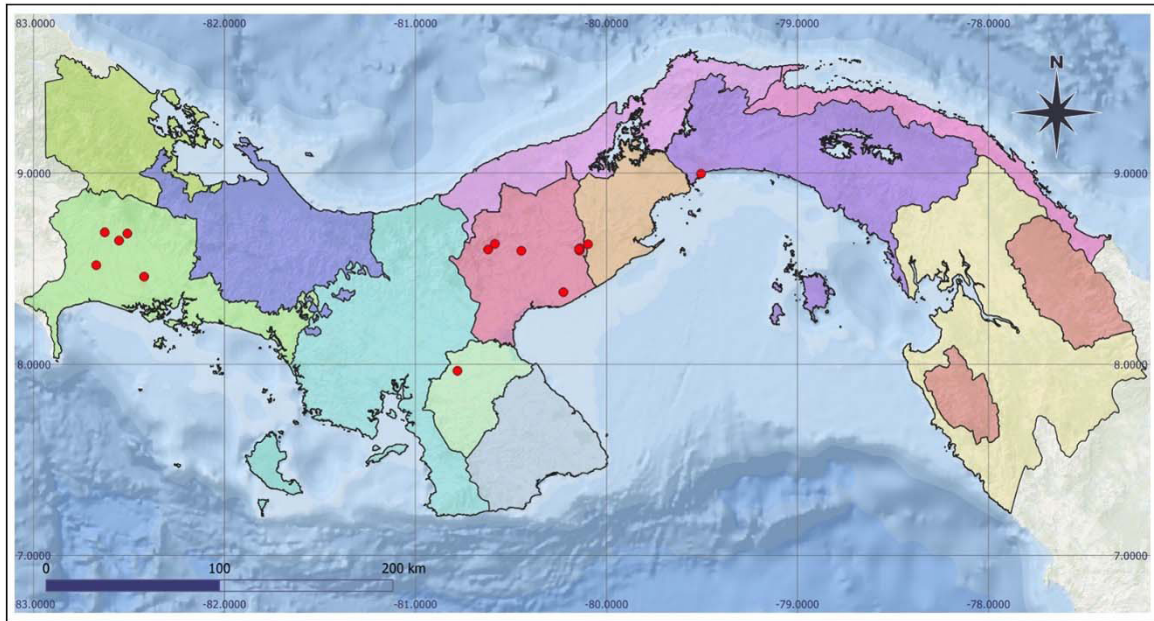


Figura 2. Distribución general de localidades positivas (puntos rojos) a la presencia de psílido asiático (*Diaphorina citri* Kuwayama) en Panamá. 2021.

Figure 2. General distribution of positive citrus localities (red dots) for the presence of Asian psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Panama. 2021.

Las ocho muestras positivas colectadas en la provincia de Coclé, se encontró en cuatro localidades en el Valle de Antón, dos localidades en El Copé, una localidad en La Pintada y una localidad en Juan Hombrón (Figura 2); siete de las muestras procedían de huertos familiares y una de plantación comercial.

Para el caso de las cinco muestras provenientes de la provincia de Chiriquí, las localidades que resultaron positivas incluyeron una muestra de Potrerillo Arriba y una de Guabal, ambas procedentes de plantaciones comerciales, tres muestras distribuidas en Tierras Altas, Bugaba y David, respectivamente, procedentes de huertos familiares (Figura 2). Además, se encontraron muestras positivas procedentes de las provincias de Herrera en la localidad de Ocú, en Panamá Oeste en la localidad de San Carlos y en Panamá en la localidad de Ciudad de Panamá, todas procedentes de huertos familiares (Figura 2).

Las muestras provenientes de cítricos de parcelas comerciales representaron un 39,73 % (veintinueve muestras), de las cuales un 10,34 % (tres muestras) resultaron positivas a la presencia del psílido asiático. Por otro lado, las muestras provenientes de huertos familiares representaron un 60,27 % (44 muestras), de las cuales un 29,55 % (trece muestras) resultaron positivas a la presencia del psílido asiático.

De las dieciséis muestras que resultaron positivas a la presencia del *D. citri*, el 50 % (ocho muestras) pertenecía a la planta de mirto, seguida por la naranja con 18,75 % (tres muestras), el limón criollo con 12,50 % (dos muestras), y el limón persa, limonera y mandarina, con un 6,25 % (una muestra) cada una (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de cítricos con la presencia de *Diaphorina citri* en zonas cítricas en Panamá. 2021.

Table 2. Citrus species with the presence of *Diaphorina citri* in citrus areas in Panama. 2021.

Planta	Especie	Muestras	%
Lima Persa	<i>Citrus latifolia</i>	1	6,25
Limón criollo	<i>Citrus aurantifolia</i>	2	12,50
Limonera	<i>Swinglea glutinosa</i>	1	6,25
Mandarina	<i>Citrus tangerina</i>	1	6,25
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	3	18,75
Mirto	<i>Murraya paniculata</i>	8	50,00
Total		16	100,00

Discusión

La presencia del *D. citri* durante los muestreos realizados en diversas zonas cítricas en Panamá estuvo dentro del margen de alturas expuesto por Araque y Arévalo (2018), quienes indicaron la ubicación del insecto entre 0 y 1600 m s. n. m. en Colombia, asociada a la distribución de las plantas hospederas.

La presencia del psílido asiático se determinó de manera más significativa dentro de las provincias de Coclé y Chiriquí (>80 % de muestras positivas), que son las dos provincias con mayor producción cítrica en Panamá (MIDA, 2021a), además que son las provincias que mantienen el mayor número de plantas de cítricos de huertos familiares y mirto.

Entre los elementos que han promovido la dispersión del insecto vector existe el hecho de que los adultos del psílido asiático, si bien tienen una baja capacidad de vuelo, se apoyan del viento que contribuye a la dispersión gradual del insecto de un lugar a otro (King-Cardenas, 2012), con vientos que pueden alcanzar alturas de cinco a siete metros del suelo y en donde los psílicos pueden ser arrastrados por corrientes de aire a distancias de 0,5 a 4,0 km (Fung & Chen, 2006; Hall et al., 2008), factor que puede influir en la distribución de las poblaciones en diversas localidades dentro de las provincias de Coclé y Chiriquí por ejemplo. Aunado a ello, en Panamá existe el impacto que tienen las actividades humanas en el transporte de material de propagación vegetal contaminado con ninfas y adultos, proveniente de viveros no certificados y zonas infestadas del insecto (MIDA, 2021b).

Existen reportes en otras regiones fuera de Panamá del daño directo que causan las altas infestaciones de ninfas y adultos del psílido asiático sobre las plantas cuando se alimentan, al inyectar toxinas que detienen la elongación de los terminales y causa la malformación de las hojas y brotes (King-Cardenas, 2012; Michaud, 2004). En este estudio no se logró identificar un daño directo causado por *D. citri* dentro de los tejidos de las plantas muestreadas.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la preferencia del psílido asiático por el mirto y la naranja en Panamá. Similar resultado reportaron Cuadros et al. (2020), quienes destacaron como planta hospedera del psílido asiático a *M. paniculata* y *Citrus* spp.

El mirto de manera general, presentó el 50 % de las muestras positivas a la presencia del psílido asiático, elemento que demuestra su potencial para ser utilizado como planta trampa en programas de monitoreo del insecto a nivel provincial y nacional. El mirto ha sido utilizado como planta trampa para el monitoreo de la presencia de *D. citri* en los programas de manejo integrado del insecto, que buscan controlar determinadas poblaciones que pueden incidir en la dispersión de la enfermedad de HLB (Lin, 2018).

Es importante establecer un programa de vigilancia nacional del psílido asiático con puntos permanentes de muestreo durante todo año, para verificar a mediano y a largo plazo la dispersión del insecto, asociándolo con los

puntos positivos con la enfermedad de HLB en cítricos en Panamá. El establecimiento de este tipo de programas de vigilancia del psílido asiático dentro de las zonas citrícolas, ha sido un éxito para el monitoreo y manejo del insecto vector del HLB dentro de programas existentes en países de la región latinoamericana como Chile, Paraguay, Argentina y Brasil (Comité de Sanidad Vegetal, 2017).

Los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen al establecimiento de la estrategia de manejo del insecto vector en Panamá, que está relacionada con las principales medidas fitosanitarias sugeridas para el control de HLB, que incluyen la eliminación de los árboles infestados, control del vector y el establecimiento de un programa de certificación de viveros de cítricos (Lin, 2018).

Conclusiones

El psílido asiático de los cítricos estuvo distribuido en diversas zonas citrícolas de Panamá, principalmente en las provincias de Coclé y Chiriquí de tradición citrícola. Se detectó la presencia del psílido asiático en diversas plantas hospederas, tanto en huertos familiares como parcelas comerciales, en el mirto, la naranja y el limón criollo, independientemente de las regiones geográficas y en diferentes alturas sobre el nivel del mar.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los investigadores Dr. Ismael Camargo, Mgtr. Carmen Bieberach y Mgtr. Melvin Jaén del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Al proyecto de investigación “Mejoramiento de la naranja criolla (*Citrus sinensis*) para resistencia a Huanglongbing” (FID18-050), con apoyo de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), en colaboración con el IDIAP y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile. Igualmente, a la dirección general, coordinadores del programa y técnicos de agencia de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del MIDA por sus aportes. Los autores Randy Atencio, Vidal Aguilera-Cogley y Anovel Barba agradecen al Sistema Nacional de Investigación (SNI) de la SENACYT por su apoyo.

Referencias

- Araque, W., & Arévalo, E. (2018). Potencial distribución espacial del vector del HLB de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en el departamento del Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(3), 545–560. <http://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.9521>
- Arcia Tejedor, A. A. (2016). Caracterización molecular del agente causal de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en Panamá. [Resumen de presentación de simposio]. En J. A. Jaén (Ed.), *Libro del XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología* (p. S-05-D). Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC). <https://bit.ly/39XTGXk>
- Barba, A. A. (2016). Insectos plagas emergentes en cultivos hortofrutícolas en Panamá. S-05-C. [Resumen de presentación de simposio]. En J. A. Jaén (Ed.), *Libro del XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología* (p. S-05-C). Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC). <https://bit.ly/39XTGXk>
- Camacho-Tapia, M., Rojas-Martínez, R. I., Rebollar-Alviter, A., Aranda-Ocampo, S., & Suárez-Espinosa, J. (2016). Biological, ecological, epidemiological and management aspects of *Candidatus Liberibacter*. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(1), 5–16. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.09.021>

- Comité de Sanidad Vegetal. (2017). *Plan regional de contención del Huanglongbing de los cítricos (HLB)*. <https://bit.ly/3IN9Vt3>
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. (2018). *Presencia de HLB de los cítricos / Presence of Citrus HLB. Panamá. Pest Reports*. <https://bit.ly/39UR1Oi>
- Court, C. D., Hodges, A. W., Rahmani, M., & Spreen, T. H. (2017). *Economic contributions of the Florida citrus industry in 2015-2016: FE1021*. University of Florida. <https://doi.org/10.32473/edis-fe1021-2017>
- Cuadros, I. M., Vélez, J., Velasquez, J., & Chirinos, D. T. (2020). La dispersión del psílido asiático, *Diaphorina citri* Kuwayama y su Parasitoide, *Tamarixia radiata* (Waterston) en la provincia de Manabí, Ecuador. *Investigatio*, 13, 59–64. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.13.6>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2005). Diagnostic *Diaphorina citri*. *Bulletin OEPP/EPPO*, 35(2), 331–333. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2005.00839.x>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2017). *First report of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' in Panama* [EPPO Reporting Service No. 06]. EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6085>
- Fung, Y. C., & Chen, C. N. (2006). Effects of temperature and host plant on population parameters of the citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama). *Formosan Entomología*, 26, 109–123.
- García, Y., Ramos, Y. P., Sotelo, P. A., & Kondo, T. (2016). Biología de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 36–42. <https://doi.org/10.25100/socolen.v42i1.6667>
- García, N., Zambrano, M., & Chirinos, D. (2022). La situación del psílido asiáticos de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae), vector de Huanglongbing en Ecuador. *Manglar*, 19(2), 193–200. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/322>
- Gottwald, T. R., da Graça, J. V., & Bassanezi, R. B. (2007). Citrus Huanglongbing: the pathogen and its impact. *Plant Health Progress*, 8(1), Article RV. <https://doi.org/10.1094/PHP-2007-0906-01-RV>
- Hall, D. G., Hentz, M. G., & Adair, R.C., Jr. (2008). Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environmental Entomology*, 37(4), 914–924.
- Hernández-Landa, L., López-Collado, J., García-García, C.G., Osorio-Acosta, F., & Nava-Tablada, M. E. (2013). Dinámica espacio-temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en *Murraya paniculata* (L.) Jack en Cuitláhuac, Veracruz. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(2), 334–345. <https://doi.org/10.21829/azm.2013.2921111>
- Heit, G., Sione, W., & Della Penna, A. (2016). Efecto del cambio climático en la distribución potencial de HLB en sudamérica. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(4), 484–493. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i4.5925>
- Huang, W., Reyes-Caldas P., Mann, M., Seifbarghi, S., Kahn, A., Almeida, R. P. P., Beven, L., Heck, M., Hogenhout, S. A., & Coaker G. (2020). Bacterial Vector-Borne Plant Diseases: Unanswered Questions and Future Directions. *Molecular Plant*, 13(10), 1379–1393. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.08.010>
- King-Cardenas, W. H. (2012). Dispersión de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en el departamento del Tolima (Colombia). *Revista Tumbaga*, 2(7), 51–60. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/37>
- Koo, S., & Korytkowski, C. (2016). *Análisis del monitoreo de Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) presente en el cultivo de Citrus latifolia (Rutaceae) en Río Grande, Penonomé*. [Resumen de presentación de simposio]. En J. A. Jaén (Ed.), Libro del XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología (p. PA–55). Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC). <https://bit.ly/39XTGXk>

- Korytkowski, C. (2018). *Protocolo para el monitoreo de Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, & Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. <https://t.ly/9AD9>
- Lin, C. -P. (2018). *Protocolo del manejo integrado del Huanglongbing*. F & G Editores. <https://bit.ly/38NEdJw>
- Michaud, J. P. (2004). Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in Central Florida. *Biological Control*, 29(2), 260–269. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00161-0](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00161-0)
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá. (2021a). *Cierre año agrícola, año 2020-2021*. Documento de actividades productivas. <https://bit.ly/3MR08y7>
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá. (2021b, marzo 25). *MIDA declara estado de emergencia nacional fitosanitaria por brote 'e' 'Huanglongbing', en El Valle de Antón*. <https://bit.ly/3NEMZYO>
- Monzó, C., Urbaneja, A., & Tena, A. (2015). Los psílidos *Diaphorina citri* y *Trioza erytrae* como vectores de la enfermedad de cítricos Huanglongbing (HLB): reciente detección de *T. erytrae* en la Península Ibérica. *Boletín SEEA*, 1, 29–37. https://www.seea.es/pdf/BoletinSEEA_HLBTrioza_Monzoetal.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2019). *Psílido asiático de los cítricos (Diaphorina citri Kuwayana)* [Ficha Técnica 77]. <https://bit.ly/3LRZu2b>
- Ukuda-Hosokawa, R., Sadoyama, Y., Kishaba, M., Kuriwada, T., Anbutsu, H., & Fukatsu, T. (2015). Infection density dynamics of the citrus greening bacterium “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” in field populations of the psyllid *Diaphorina citri* and its relevance to the efficiency of pathogen transmission to citrus plants. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(11), 3728–3736. <https://doi.org/10.1128/AEM.00707-15>
- Wang, N., Li, W., Irey, M., Albrigo, G., Bo, K., & Kim, J. -S. (2009). Citrus Huanglongbing. *Tree and Forestry Science Biotechnology*, 3(Special 2), 66–72. <https://bit.ly/3wK5unO>