



La situación del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae), vector de Huanglongbing en Ecuador

The situation of the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae), vector of Huanglongbing in Ecuador

Nery García ^{1,*}; Michel Zambrano ¹; Dorys Chirinos ¹

¹ Carrera de Agronomía. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Av. José María Urbina y Che Guevara. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

* Autor corresponsal: nerygabrielgarciamarquez@gmail.com (N. García).

ID ORCID de los autores:

N. García:  <https://orcid.org/0000-0002-9715-9856>

M. Zambrano:  <https://orcid.org/0000-0001-7471-1129>

D. Chirinos  <https://orcid.org/0000-0001-8125-5862>

RESUMEN

El problema mundial más destructivo de los cítricos es el Huanglongbing, una enfermedad bacteriana causada por *Candidatus Liberibacter* spp. El psílido asiático, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), su principal vector en las Américas fue detectado en Ecuador el año 2013 y aunque la enfermedad no ha sido reportada, es necesario prepararse para la eventual llegada del Huanglongbing. Con el objetivo de recopilar información acerca de *D. citri* en Ecuador, se realizaron búsquedas mediante diferentes bases de datos sobre investigaciones de la plaga en el país. Los resultados muestran que *D. citri* está presente en 10 de las 24 provincias ecuatorianas, cuyos estudios de biología señalaron una duración de ciclo de 16 días. Se detectaron 20 taxones de enemigos naturales (2 parasitoides y 18 depredadores). Estudios de laboratorio, indican el corto ciclo del principal parasitoide, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) lo que le confiere atributos como enemigo natural. Las fluctuaciones poblacionales de la plaga y del parasitismo refieren la importancia de estos agentes biológicos lo que podría ser utilizado en programas de manejo de esta plaga. Las investigaciones también mencionan el alto uso de insecticidas químicos entre citricultores lo que podría tener un impacto negativo en el establecimiento de programas de control biológico.

Palabras clave: ciclo de vida; enemigos naturales; fluctuación poblacional; control biológico.

ABSTRACT

The world's most destructive citrus problem is Huanglongbing, a bacterial disease caused by *Candidatus Liberibacter* spp. The Asian psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), its main vector in the Americas was detected in Ecuador in 2013 and although the disease has not been reported, it is necessary to prepare for the eventual arrival of the Huanglongbing. In order to collect information about *D. citri* in Ecuador, searches were carried out through different databases on research on the pest in the country. The results show that *D. citri* is present in 10 of the 24 Ecuadorian provinces, whose biology studies indicated a cycle length of 16 days. Twenty natural enemy taxa (two parasitoids and 18 predators) were detected. Laboratory studies indicate the short cycle of the main parasitoid, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), which gives it attributes as a natural enemy. The population fluctuations of the pest and parasitism refer to the importance of these biological agents, which could be used in management programs for this pest. Research also mentions the high use of chemical insecticides among citrus growers, which could have a negative impact on the establishment of biological control programs.

Keywords: life cycle; natural enemies; population fluctuation; biological control.

Recibido: 23-02-2022.

Aceptado: 14-06-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

La citricultura es una actividad agrícola y económica, que reviste de mucha importancia en varios países del mundo. En el año 2019 la producción de limas, limones y naranjas alcanzó las 5.286.746 de ha cosechadas con una producción de 98.749.234 millones de toneladas (FAOSTAT, 2021), siendo los principales países productores, China, Brasil, Estados Unidos, México y España (Rodríguez & Mendoza, 2014).

En Ecuador, también constituye una actividad de relevancia, siendo los cítricos cultivados comercialmente en 6 de las 24 provincias, tanto en la región costera del Pacífico como en la sierra del país (Cañarte-Bermúdez & Navarrete-Cedeño 2019). La superficie sembrada está estimada en 20.238 ha con una producción anual de 17.522 toneladas (FAOSTAT, 2021). Los cítricos son afectados por problemas fitosanitarios tanto endémicos (Valarezo et al., 2011) como exóticos (Cornejo & Chica, 2014) que inciden a lo largo de su ciclo fenológico y al no ser tratados adecuadamente pueden provocar disminución de la calidad de los frutos. Entre éstos, el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama., 1908 (Hemiptera: Liviidae) representa el problema más destructivo debido a la transmisión de las bacterias, *Candidatus Liberibacter spp.*, las cuales causan la enfermedad conocida como Huanglongbing (Gottwald, 2010). Las bacterias referidas se alojan en el floema, provocando obstrucciones y limitando así la

función de conducción de savia (Bové 2006). Aunque la enfermedad aún no ha sido reportada en el país, este insecto fue detectado por primera vez en la provincia de Guayas en el año 2013 (Cornejo & Chica, 2014), y posteriormente se dispersó a las provincias de Santa Elena (Chávez et al., 2019), Manabí (Navarrete et al., 2016), Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Los Ríos, El Oro, Loja y Santo Domingo de los Tsáchilas (Cuadros et al., 2020; Erráez et al., 2020). Por lo tanto, constituye la amenaza potencial más relevante para la citricultura ecuatoriana (Chirinos et al., 2021).

Desde la detección del insecto, en Ecuador se han realizado estudios que abordan diferentes aspectos relacionados con este problema fitosanitario (Chávez et al., 2017; Portalanza et al., 2017; Erráez et al., 2020). Dada la importancia que tienen los cítricos para el país y la detección del vector hace cerca de una década, es necesario definir la distribución geográfica del insecto y su biología con la finalidad de contar con información que podría eventualmente utilizarse para orientar estrategias de manejo integrado del insecto vector y de la enfermedad en caso de su probable llegada a territorio ecuatoriano.

El objetivo de esta investigación fue analizar la situación actual, así como, las perspectivas de manejo de este importante problema.

ASPECTOS GENERALES DEL HUANGLONGBING

El Huanglongbing, es una enfermedad además conocida como enverdecimiento de los cítricos, dragón amarillo, Greening o Ex-Greening causada por las bacterias *Candidatus Liberibacter spp.*, que origina la pérdida de vigor, muerte de ramas y posteriormente, la muerte de las plantas. Los árboles infectados producen frutos amargos y deformes. El Huanglongbing ha destruido la producción de cítricos en diferentes países, como en Brasil, México y Estados Unidos, causando grandes pérdidas económicas debido a la disminución del rendimiento, pérdida de la calidad de la fruta, muerte de plantas, eliminación de los huertos, control de vectores y reconversión del sistema de producción de plantas en los viveros (SAG, 2019).

A principios del siglo pasado y hasta el año 2002, la enfermedad estaba restringida al sudeste asiático, la India y África. Ese año se informó por primera vez, para América afectando cítricos en Sao Paulo, Brasil y posteriormente en la Florida, Estados Unidos (González et al., 2007). Posteriormente se detectó en Cuba, República Dominicana, México, Belice y Colombia (Olvera-Vargas et al., 2020) y en Venezuela (Marys et al., 2020). Las bacterias causantes del Huanglongbing ingresan a nuevos territorios mediante material infectado (yemas, ramillas o plantas enfermas) y su avance a corta distancia, entre plantas, es a través de insectos vectores infectados. El nombre *Liberibacter* es una palabra compuesta, proveniente de dos vocablos del latín liber (corteza) y bacter (bacteria) lo que

está asociado a que la bacteria se aloja en el floema. Se reconocen tres especies de α -protobacterias causantes de esta enfermedad: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter americanus* y *Candidatus Liberibacter africanus* (Bové, 2006; Santivañez et al., 2013). En América es predominante *Ca. L. asiaticus*, aunque en Brasil está presente *Ca. L. americanus* (Olvera-Vargas et al., 2020).

El principal vector de las dos primeras especies es el psílido asiático, *D. citri* mientras que el psílido africano, *Trioza erytreae*, Del Guercio (Hemiptera: Triozidae), transmite la última mencionada y está circunscrita al continente africano (Bové, 2006). Estas bacterias después de después de ser introducidas por el vector en la planta hospedera, al moverse a través del sistema vascular, la invaden, causando su muerte después de dos a tres años a partir de la infección (Bové, 2006).

El Huanglongbing provoca un impacto negativo en los citricultores y en toda la cadena de valor. El porcentaje de pérdidas causadas por esta enfermedad varían desde, desde 20-30% hasta un 100% (Bové, 2006). Es fundamental un adecuado manejo fitosanitario de las plantaciones de cítricos para evitar su contaminación (Bové, 2006).

Holguín et al. (2012) indican que, para demostrar los alcances de la enfermedad, se puede señalar lo ocurrido en la provincia de Guandong, China. Allí, se erradicaron 960.000 plantas de mandarinas y limones, lo que disminuyó la producción regional de 450.000 mil a solo 5.000 toneladas. En Filipinas,

siete millones de árboles de cítricos fueron severamente afectados por esta enfermedad, lo que redujo la superficie sembrada en más de 60%. Adicionalmente, en el estado de Florida, Estados Unidos, las pérdidas resultaron cuantiosas, en aproximadamente 9.3 mil millones de dólares, y en Indonesia y Arabia Saudita las plantaciones fueron abandonadas o desaparecieron por completo.

En Taiwán se reportó que ocurrieron pérdidas extraordinarias desde la década de los cincuenta (Chen, 1998). En Suráfrica se han informado pérdidas de cosecha que alcanzaron el 100%, mientras que, en otras zonas de África y Asia, la severidad de la enfermedad redujo significativamente de las áreas sembradas de los cítricos

(Coelho, 2002; Hung et al., 2004). Hace dos décadas se señaló que en China desde que la enfermedad fue descrita por primera vez a finales del siglo XIX, ha ocurrido la destrucción de aproximadamente 100 millones de árboles (Rae et al., 1997).

Esto representa una síntesis de la importancia de la enfermedad en algunas partes del mundo. Basado en los daños causados, es necesario prepararse para su eventual llegada a Ecuador, reiterando que uno de los vectores, *D. citri*, se detectó en el país desde el año 2013 (Cornejo & Chica, 2014), y en consecuencia es necesario señalar el alcance de su dispersión, así como otros aspectos relacionados con la biología y ecología para el país.



Figura 1. Distribución geográfica de *Diaphorina citri* Kuwayama en Ecuador. El punto rojo indica las provincias en las cuales ha sido reportada la especie.

BIOGEOGRAFIA DE *Diaphorina citri* EN ECUADOR

Distribución en Ecuador. La Figura 1 muestra las provincias de Ecuador donde ha sido mencionada la presencia del insecto. Desde su detección en el año 2013 y hasta la fecha ha sido observada en provincias de la costa y de la región sierra tanto en

plantas ornamentales, como en cítricos de traspatio y comerciales. En la costa está presente en todas las provincias con excepción de Esmeraldas (80% de la región) y en la sierra se reportó en 5 de las 11 provincias (45,5%). Esto podría estar relacionado

con la mayor área sembrada de estos cultivos, en la región costa (MAG, 2020).

El psílido asiático *D. citri* se detectó en Ecuador en el año 2013, en plantas de mirto, *Murraya paniculata* L. y cítricos ornamentales, *Citrus* spp. en las zonas de Duran y Guayaquil, provincia del Guayas (Cornejo & Chica, 2014). Después se dispersó a cítricos de la provincia de Santa Elena (Chávez et al., 2019). Y a la provincia de Manabí colonizando primero plantas de *M. paniculata* (Navarrete et al., 2016) y posteriormente cítricos (Cuadros et al. 2020). También fue detectada en las provincias: Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Los Ríos, El Oro, Loja y Santo Domingo de los Tsáchilas en plantas de traspatio (Cuadros et al., 2020; Erraez et al., 2020). Varios estudios discuten aspectos relacionados con distribución geográfica, biología, fluctuación poblacional, enemigos naturales, los cuales se detallan en las siguientes secciones de esta revisión.

Estudio de biología. Según García et al. (2016) el adulto de *D. citri* es un pequeño insecto de aproximadamente 2,2 - 2,3 mm de longitud, coloración marrón-claro. Cabeza marrón clara, patas marrón grisáceas, antenas con la extremidad de color negro con dos manchas pequeñas marrón claro sobre la mitad del segmento. Las alas son transparentes con manchas blancas y marrón claro, presentan una banda longitudinal ancha de color crema en el centro. Los ojos son marrón oscuro (García et al., 2016). Posee un aparato bucal chupador, que utiliza para extraer savia del floema de plantas sanas e infectadas, excreta una cera

blanca y sólida que es sustrato para el desarrollo de hongos saprófitos, conllevando a la formación de fumagina (Tsai, 2008; Mead & Fasulo, 2010).

Las siguientes características del ciclo biológico se resume de García et al. (2016): presenta tres fases de desarrollo: huevo, ninfa y adulto (Figura 2). Los huevos son ovoides, tienen una coloración amarilla recién puestos y posteriormente se tornan naranja, cuando están a punto de eclosionar miden 0,30 mm. Las ninfas pasan por cinco estadios, las de primer estadio (N1) tienen el cuerpo elongado de 0,24 - 0,31 mm de longitud, cuerpo amarillo-anaranjado, los ojos compuestos de color rojos, antenas pequeñas, sin la formación de tecas o esbozos alares. Las ninfas de segundo estadio (N2) tienen la misma coloración de cuerpo y ojos que las N1, tecas alares apenas desarrolladas, largo del cuerpo de 0,27 - 0,30 mm. Las de tercer estadio (N3) presentan tecas alares desarrolladas, las antenas se tornan negruzcas en la parte distal, largo del cuerpo de 0,71 - 0,75 mm. Las ninfas de cuarto (N4) estadio son de coloración amarillo oscuro, antenas de tres segmentos, con tecas alares muy desarrolladas que llegan a tocar la parte posterior del ojo, largo del cuerpo de 1,40 - 1,52 mm. Las ninfas de quinto (N5) estadio tienen el cuerpo oval, antenas negruzcas con excepción del escapo, las tecas alares bien desarrolladas que se extienden anteriormente hasta el margen frontal de los ojos o sobrepasando los ojos y posteriormente hasta el cuarto segmento abdominal largo del cuerpo 1,61-1,66 mm. Las fases de *D. citri* se muestran en la Figura 2.

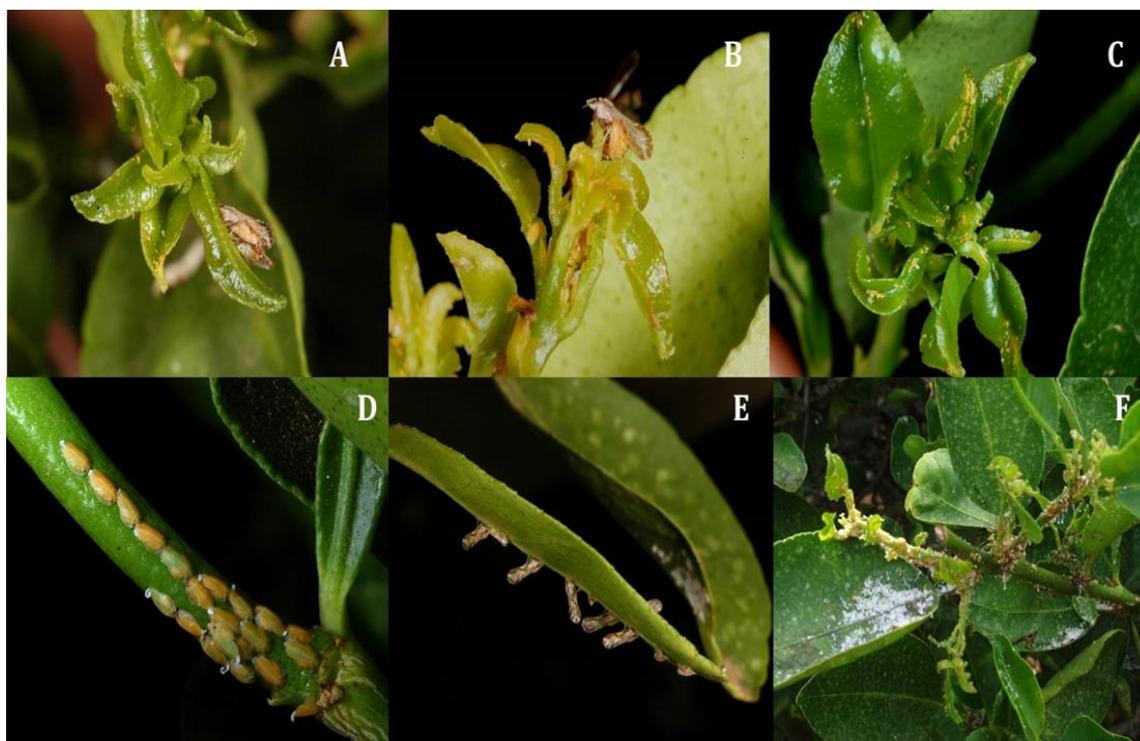


Fig. 2. Fases del ciclo del biológico de *Diaphorina citri*. A: Adultos copulando. B: Hembra oviponiendo. C: Huevos, D: Ninfas, E: Adultos, F: excretas solidas sobre hojas. Fotos: Dorys T. Chirinos.

Se han realizado dos estudios para estudiar el ciclo biológico de *D. citri* en condiciones de laboratorio sobre dos plantas hospederas, una ornamental, mirto, *Murraya paniculata* L. y limón sutil, *Citrus aurantiifolia* (Swingle) (Chirinos et al., 2018; Urbina 2018), cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Estos estudios determinaron una duración de ciclo (huevo – emergencia del adulto) similar la cual transcurre en 16 días (Tabla 1). Las diferencias fueron detectadas en la longevidad de adultos y la fertilidad de la hembra. Mientras Urbina (2018) observó una longevidad de 43 y 37 días para hembras y macho respectivamente, Chirinos et al. (2018) detectaron longevidades de adultos muy inferiores en aproximadamente la mitad del tiempo (25 y 13 días para macho y hembra, respectivamente). En cuanto a la fertilidad, Chirinos et al. (2018) estimaron unos 780 huevos

por hembra, y Urbina (2018) detectó un promedio de 100 a 200 huevos por hembra lo que fue evidentemente inferior. Aunque ambos estudios fueron realizados en condiciones de laboratorio, las condiciones climáticas no eran controladas (Chirinos et al., 2018; Urbina 2018), así que probablemente la fluctuación diaria de estos parámetros climáticos pudo haber influido en la longevidad de los adultos y en la fertilidad de la hembra.

Adicionalmente el estudio de Chirinos et al. (2018) calculó los parámetros poblacionales, obteniendo que el tiempo generacional (huevo – huevo) fue de 26 días, y una velocidad de crecimiento de la población de 4 veces (R_0) y una tasa intrínseca de desarrollo poblacional (r_m) de 0,05 lo que le otorga a la especie un alto potencial biótico.

Tabla 1

Duración del ciclo biológico (días) de *Diaphorina citri* y longevidad de adultos en condiciones de laboratorio

Variable	Planta hospedara / Referencia		
	<i>Murraya paniculata</i> / Chirinos et al. (2018)	<i>Murraya paniculata</i> / Urbina (2018)	<i>Citrus aurantiifolia</i> / Urbina (2018)
Huevo	3	3,38	2,86
Ninfa 1	3,1	2,46	2,63
Ninfa 2	2,9	2,55	2,81
Ninfa 3	2,2	2,37	2,23
Ninfa 4	2,7	2,34	2,67
Ninfa 5	2,1	3,33	3,38
Ciclo	16	16,43	16,58
Longevidad Hembra	25,7	43,17	37,86
Longevidad Macho	13,3	37,86	35,5

ENEMIGOS NATURALES Y FLUCTUACION POBLACIONAL

Se han reportado varias especies de enemigos de *D. citri* destacando los parasitoides *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae), *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam, & Agarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae) y los depredadores en los órdenes Coleoptera: Coccinellidae: *Olla v-nigrum* (Mulsant), *Chilocorus cacti*, L., *Cycloneda sanguinea*, L. (Gonzales, 2009). *Nephus* sp., *Pentilia* sp. y Neuroptera: *Ceraeochrysa* sp., y el entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Rodríguez et al. 2012). Los enemigos naturales reportados en Ecuador se muestran en la Tabla 2.

Parasitoides. En Ecuador se detectaron a partir del año 2017 los parasitoides *T. radiata* y *D. aligarhensis*. *Tamarixia radiata* ha sido reportada en tres provincias de la costa (Guayas, Santa Elena y Manabí) (Chávez et al., 2017; 2019; Portalanza et al., 2017; Cuadros et al., 2020; Chirinos et al., 2021), y una de la región sierra (Loja) (Erraez et al., 2020). Por su parte, *D. aligarhensis* ha sido referido para Guayas (Portalanza et al., 2017) y para Loja (Erraez et al., 2020).

Ramos et al. (2020) realizó un estudio sobre el ciclo biológico de *T. radiata* a partir de individuos colectados en el parque Los Samanes, Guayaquil, Guayas, obteniendo los siguientes resultados: ciclo

de vida de 10 a 13 días dependiendo de la temperatura evaluada en el estudio que varió de 20 a 35 °C. La hembra adulta deposita un huevo en el lado ventral de la ninfa de *D. citri*. A una temperatura de 27 °C el huevo tiene una duración 2 días, el estado larval transcurre en 3 días, en los cuales succionará el líquido dentro de sus hospedantes causando su muerte. La pupa tiene una duración de 4,57 días. Estos procesos ocurren dentro de la ninfa parasitada y reciben el nombre de momias. Finalizada la pupa, las avispa adulta emergen a través de un orificio en el tórax o la cabeza. Según este estudio las hembras y los machos de *T. radiata* tienen una longevidad promedio de 31,48 y 19,81 días, respectivamente. A esa temperatura (27 °C) la fecundidad de la hembra es de aproximadamente 322 huevos. El R_0 resultó aproximadamente 169 y una tasa intrínseca de desarrollo poblacional (r) igual a 0,31. Esto implica un tiempo generacional más corto que del insecto hospedero y una tasa de multiplicación mayor, lo que le confiere atributos como enemigo natural. Las especies más efectivas para el control biológico son aquellas en las que los adultos pueden vivir más tiempo y tienen un ciclo biológico mucho más corto que el hospedero (Gordh et al., 1999).

Tabla 2Depredadores y parasitoides asociados a *Diaphorina citri* reportados en Ecuador

Enemigo natural	Orden	Familia	Especie	Región	Referencia			
Depredadores	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Azya orbiger a ecuadorica</i>	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	Sierra	Chávez et al., 2017; 2019, Erraez et al., 2020			
			<i>Cycloneda sanguinea</i>	Costa	Chavez et al., 2019			
				Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Diomus</i> sp.	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Harmonia</i> sp.	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Hippodamia convergens</i>	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Hyperaspis esmeralda</i>	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Hiperaspis onerata</i>	Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Paraneda pallidula guticollis</i>	Costa	Chavez et al., 2019			
				Sierra	Erraez et al., 2020			
			<i>Pentilia</i> sp.	Sierra	Erraez et al., 2020			
				Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> sp.	Costa	Chavez et al., 2019
					Anthocoridae	<i>Orius</i> spp.	Sierra	Erraez et al., 2020
Neuroptera	Chrysopidae		<i>Ceraeochrysa</i> sp.	Costa	Chavez et al., 2019			
			<i>Chrysopa</i> spp.	Sierra	Erraez et al., 2020			
		Hymenoptera	Encyrtidae		<i>Diaphorencyrtus aligarhensis</i>	Costa	Erraez et al., 2020	
						Sierra	Portalanza et al., 2017	
Parasitoides	Hymenoptera	Eulophidae	<i>Tamarixia radiata</i>	Costa Sierra	Chávez et al., 2017; 2019			
					Portalanza et al., 2017			
					Cuadros et al., 2020			
					Chirinos et al., 2021			
					Erraez et al., 2020			

La presencia de las dos especies de parasitoides *T. radiata* y *D. alighariensis* en Ecuador aunado a estos datos del ciclo biológico del principal parasitoides representan información fundamental en caso de establecer programas de control biológico, para el manejo integrado de esta importante plaga *D. citri*.

Depredadores. En Ecuador se han reportado 14 taxones de depredadores en tres Órdenes (Tabla 2), de los cuales el mayor porcentaje están en el Orden Coleoptera, Familia Coccinellidae (71,4%), seguido de dos taxones de Neuroptera: Chrysopidae y dos Hemiptera (14,3%, cada Orden). Estos depredadores pueden complementar la acción de los parasitoides en el control biológico de esta plaga.

Entomopatógeno. En Ecuador hasta ahora se han observado cuatro taxones de hongos entomopatógeno en la región sierra. Erraez et al. (2020) refieren que los hongos entomopatógenos, detectados fueron *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. y *Alternaria* sp. con porcentajes de incidencia del 49,47%, 1,05%, 1,05%, y 5,26%, respectivamente (Tabla 3). Es de resaltar que los mismos investigadores señalan que estos hongos no resultaron lo suficientemente agresivos debido a que los especímenes de *D. citri* de donde se obtuvieron estaban vivos.

Fluctuación Poblacional. Chávez et al. (2019), observaron la fluctuación poblacional de *D. citri* y del parasitoides *T. radiata* en un estudio realizado durante 2016 - 2017, sobre *M. paniculata* en la provincia de Guayas. Los investigadores refieren que la plaga, *D. citri* a principios del estudio alcanzó altos niveles poblacionales (80 ninfas por brote de 10 cm) relacionados con bajos porcentajes de parasitismo (10%), pero al final, se observó mayor parasitismo (90%) y bajas poblaciones del fitófago (15 ninfas por brote de 10 cm). Asimismo,

señalaron que el parasitoides pudo haberse establecido desde finales de 2015 basado en el incremento de los porcentajes de parasitismo (11,9% a 81,1%) lo que sugiere su importancia como agentes de control biológico de *D. citri* en Ecuador. Cuadros et al. (2020), evaluaron la dispersión de *D. citri* y su parasitoides, *T. radiata* en cítricos y *M. paniculata* en Portoviejo y Santa Ana, provincia de Manabí. Este estudio reportó el establecimiento de las poblaciones de este fitófago asociado con parasitismo por *T. radiata* sobre *M. paniculata* y la presencia de la plaga en sembradíos de limón sutil.

Collahuazo (2020) realizó su investigación en tres plantaciones, lima (5.810 m²), mandarina (5.890 m²) y limón (6.900 m²) con un área total de 18.600 m² en Chaltura, Ibarra. Al realizar la clasificación y el conteo de los insectos en las trampas cromáticas amarillas no se registraron individuos de *D. citri*, y los investigadores indicaron que esto podría atribuirse en parte a la gran diversidad de enemigos naturales existentes en los cultivos de lima, mandarina y limón de la Granja Experimental La Pradera. También señalaron que, otro de los factores que podrían haber influido en la ausencia del psílido son las condiciones climáticas, en particular la temperatura que no fue el adecuada para el desarrollo de la plaga, debido a que se llegaron a registrar temperaturas de 4 °C.

Más recientemente, Chirinos et al. (2021) para la provincia de Manabí estudiaron el establecimiento de esta plaga invasora, primero en la hospedera ornamental, *M. paniculata* y posteriormente en *C. aurantifolia*, tanto del insecto fitófago como de su principal enemigo natural *T. radiata* e indican la importancia de los altos niveles de parasitismo detectados, así como la necesidad de disminuir las aplicaciones de insecticidas en cítricos para permitir la acción de los enemigos naturales en la regulación de las poblaciones de la plaga.

ALTERNATIVAS Y PERSPECTIVAS DE MANEJO DE *Diaphorina citri*

Para el control de enfermedades bacterianas una de las estrategias incluye el uso de plantas libres de bacterias o en su defecto, la exclusión de plantas enfermas por medios voluntarios y regulatorios. En cuanto al vector, para solucionar este problema, el consenso mundial indica que es necesario controlar y reducir al máximo su población con plaguicidas órgano-sintéticos, debido a que el vector, es el principal tipo de transmisión de la enfermedad (Pacheco et al., 2012). Sin embargo, el uso permanente de ingredientes activos, podría incidir en la selección de individuos resistentes, reduciendo o inhibiendo especies benéficas (Restrepo & Soto, 2017). Sornoza-Robles et al. (2020) sintetizan en su investigación, las diversas apreciaciones de los citricultores acerca de la efectividad de los parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del

limonero, en la parroquia de Riochico, en el cantón Portoviejo. Los resultados de las encuestas mostraron que el 60,61% de los productores no están de acuerdo con el accionar de los parasitoides en el control de plagas en relación a los agroquímicos debido a que los efectos del control biológico son desconocidos para ellos.

Se evidencia así, que el empleo de agroquímicos es el método de control de plagas más utilizado en el cultivo de limonero. Desafortunadamente, las cantidades y frecuencias excesivas aspersiones de agroquímicos están causando desequilibrios en el agroecosistema, dando lugar a plantas más susceptibles a insectos-plagas. Sin embargo, la utilización de parasitoides es de uso restringido por la poca promoción y a la poca credibilidad por parte de los agricultores dedicados al cultivo de limón.

CONCLUSIONES

Se detectó una amplia distribución de *D. citri* en el país informándose para todas las provincias costeras con excepción de Esmeraldas (80% de la región) y en 5 de las 11 provincias de la región andina (45,5%). En cuanto a enemigos naturales, Ecuador cuenta con dos especies de parasitoides, entre estas la principal avispa parasítica, *T. radiata*, así como 14 taxones de depredadores y cuatro correspondientes a entomopatógenos. Estudios biológicos del psílido asiático *Diaphorina citri* señalan el corto ciclo del insecto y la alta fecundidad.

La primera defensa de un país ante las invasiones biológicas consiste en medidas regulatorias que

impidan el ingreso a nuevos territorios. Sin embargo, en caso de ingreso es necesario mantener los niveles de la plaga bajo control especialmente cuando son transmisores de enfermedades y virus como es el caso de *D. citri*, transmitiendo los agentes causales del Huanglongbing.

Los grandes desafíos se centran en el manejo racional de la enfermedad lo que implica la disminución de las frecuentes aplicaciones de insecticidas químicos, mientras se generan nuevas tecnologías que disminuyan el efecto de este importante problema fitosanitario que incluye el vector y el agente causal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal of plant Pathology*, 88(1), 7-37.
- Cañarte-Bermúdez, E., & Navarrete-Cedeño, B. (2019). Situación fitosanitaria de los cítricos en Ecuador. In A. Sotomayor, W. Viera, L. Medina, & P. Viteri (Eds.), *Memorias de II Simposio Internacional Producción Integrada de Frutas* (p. 19).
- Chávez, Y., Castro, C., González, G. F., Castro, J., Peñarrieta, S., Pérez-Almeida, I., Chirinos, D. T., & Kondo, T. (2019). Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and survey of some natural enemies in Ecuador. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(3), 449-453.
- Chávez, Y., Chirinos, D. T., González, G., Lemos, N., Fuentes, A., Castro, R., & Kondo, T. (2017). *Tamarixia radiata* (Waterston) and *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) as biological control agents of *Diaphorina citri* Kuwayama in Ecuador. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77 (2), 180-184.
- Chen, C. (1998). Ecology of the insect vectors of citrus systemic diseases and their control in Taiwan. FFTC Publication Database. (En línea). Disponible en www.agnet.org/library/eb/459a/
- Chirinos D. T., Chavez, R., & Castro, R. (2018). Biología y estadísticas poblacionales del psílido de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en dos condiciones de cría sobre *Murraya paniculata* L. *Bioagro*, 30(3), 221-226.
- Chirinos, D. T., Cuadros, I. M., Vélez, J., Castro R., Sornoza, G., & Kondo, T. (2021). Predicting the establishment of *Diaphorina citri* and *Tamarixia radiata* on *Citrus x aurantiifolia* orchards based on the plant-psyllid-parasitoid interaction on *Murraya paniculata*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31, 129.
- Coeelho, M. V., & Marques, A. (2002). *Citrus greening uma bacteriose quarentenária que representa ameaça potencial à citricultura brasileira*. Comunicado Técnico 58. Ministerio de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 4 pp.
- Collahuazo, A. (2020). *Evaluación de la Dinámica Poblacional del Psílido asiático (Diaphorina citri) en Cítricos Ubicados en la Granja Experimental "La Pradera", Parroquia San José de Chaltura, Antonio Ante*. Universidad Técnica Del Norte. Facultad De Ingeniería En Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Cornejo, J. F., & Chica, E. J. (2014). First record of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Ecuador infesting urban citrus and orange jasmine trees. *Journal of Insect Science*, 14(1), 1-3.
- Cuadros, I. M., Vélez, J., Velásquez, 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.
- Erráez, M., Mazón, M., Troya, H., & Valarezo, D. (2020). Identificación y evaluación de la incidencia de insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en plantas traspatio (*Citrus* spp. y *Murraya paniculata*) del cantón Catamayo (Loja - Ecuador). *Ecuador es calidad*, 7, 25-31.
- FAOSTAT. (2021). *Food Agriculture Data*. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/en#data>.
- García, Y., Ramos, P., Sotelo, Y. A. Paola, & Kondo, T. (2016). Biología de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 36-42.

- Gottwald, T. R. (2010). Current epidemiological understanding on citrus Huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 119-139.
- Gonzales, F. (2009). Coccinellidae de Argentina. https://www.coccinellidae.cl/paginasWebArg/Paginas/Cycloneda_sanguinea_Arg.php.
- González, C.; Hernández, D.; Cabrera, R. & Tapia, J. (2007): *Diaphorina citri* Kuw., inventario y comportamiento de los enemigos naturales en la citricultura cubana. (En línea). Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5279/FAODiaphorina.pdf>.
- Gordh, G., Legner, E. F., & Caltagirone L. (1999). Biology of parasitic Hymenoptera. p. 355-381. In: Fisher T., Bellows, T. S., Caltagirone, L., Dahlsten, D., Huffaker, C., Gordh, G., eds. Handbook of Biological Control. California, USA: Academy Press: 1046 pp.
- Gottwald, T. R. (2010). Comprensión epidemiológica actual de Citrus Huanglongbing. *Revisión Anual de Fitopatología*, 48(1): 119-139.
- Holguín, R. J., Hernández, L. G., & Zulueta R. (2012). El huanglongbing: la tristeza de los cítricos. *La Ciencia y el Hombre*, 25(3).
- Hung, T. H., Hung, S. C., Chen, C. N., Hsu, M. H., & Su, H. J. (2004). Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector-pathogen relationships. *Plant Pathology*, 53, 96-102.
- MAG (2020): Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Coordinación General de Planificación y Gestión Estratégica. Quito – Ecuador.
- Marys, E, Rodríguez-Román, E, Mejías, R., Mejías, A., Mago, M., & Hernández, Y. (2020). First report on molecular evidence of *Candidatus Liberibacter asiaticus* associated with citrus Huanglongbing in Venezuela. *Journal of Plant Pathology*, 102, 1333.
- Mead, F. W. & Fasulo, T. R. (2010). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). FDACS/DPI Entomology. Circular 180. University of Florida, Gainesville, FL.
- Navarrete, J. B., Cañarte, E. G. & Valarezo, G. O. (2016). Primer reporte de la presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en Manabí. *ESPMACIENCIA*, 7(2), 141-145.
- Olvera-Vargas, L. A., Quiroz Gaspar, A. J., Contreras-Medina, D. I., & Aguilar Rivera, N. (2020). Análisis de riesgo potencial de Huanglongbing a través de tecnología geoespacial en Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1552.
- Pacheco, J., Samaniego, J., & Fontes, A. (2012). Tecnología para el manejo integrado del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos en Sonora. https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/22_Pacheco_12.pdf
- Portalanza, D., Sancheza, L., Plúasa, M., Felixa, I., Valmir, A., Costab, Días, N., Ferreira, S., & Gómez M. (2017). First records of parasitoids attacking the Asian citrus psyllid in Ecuador. *Rev. Bras. entomol.*, 61(2), 107-110.
- Rae, D. J., Liang, W. G., Watson, D. M., Beattie, G. A., & Huang, M. D. (1997): Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China. *Intern. Journal of Pest Management*, 43(1), 71-75.
- Ramos L. C., Hussain, M., Huang, W., Lei, L., Bamisile, B. S., Wang, F., Chi, H., & Wang, L. (2020). Temperature-Dependent Demography and Population Projection of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidea) reared on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Journal of Economic Entomology*, 113(1), 55-63.
- Restrepo-García, A. M., & Soto-Giraldo, A. (2017). Control alternativo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) utilizando caldo sulfocálcico. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 21(2), 51-60.
- Rodríguez, C., & Mendoza, A. (2014). Una amenaza para la citricultura mexicana. *La Ciencia y el Hombre*, 27(1).
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Robles-Bermúdez, A., Carvajal-Cazola, C., & Estrada-Virgen, O. (2012). Enemigos Naturales Asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 28(3), 625-629.
- Santivañez, T., Mora-Aguilera, G., Díaz-Padilla, G., López-Arrollo, J. I. & Vernal-Hurtado, P. (2013). Citrus. Marco estratégico para la gestión regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/americas/prioridades/hlb/es/>
- Sistema Agrícola y Gestión (SAG). (2019). Huanglongbing de los cítricos (HLB): <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/huanglongbing-de-los-citricos-hlb>
- Sornoza-Robles, D., Zambrano-Gavilanes, F. E., Moreira-Saltos, J. R., Zambrano-Dueñas, J. F., Armiñana-García, R., & Fimia-Duarte, R. (2020). Percepción de los agricultores sobre la eficacia de parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del limonero, Riochico, Portoviejo, Ecuador. *Neotropical Helminthology*, 14(1), 75-84.
- Tsai, J. H. (2008). Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), pp. 306-308. In J. Capinera (ed.), *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Dordrecht.
- Urbina, L. (2018). Ciclo biológico y comportamiento de *Diaphorina citri*, Kuwayana (Hemiptera: Liviidae) en condiciones semicontroladas. Tesis titulación. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Valarezo, O., Cañarte, E. & Navarrete B. (2011). Plagas de los cítricos y su control biológico. *Boletín Divulgativo*, 367. 25 p.