

**Universidad Autónoma de Sinaloa**

Colegio en Ciencias Agropecuarias

**Maestría en Ciencias Agropecuarias**



**TESIS**

**DISTRIBUCIÓN DEL PSILIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS**  
*Diaphorina citri* KUWAYAMA EN HUERTAS COMERCIALES  
DEL VALLE DEL CARRIZO

**Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias**  
**Agropecuarias**

**PRESENTA:**

**JUAN DE DIOS AMARILLAS CHICUATE**

**DIRECTORES DE TESIS:**

DR. FERNANDO ALBERTO VALENZUELA ESCOBOZA  
DR. EDGARDO CORTEZ MONDACA

**ASESORES:**

DR. QUINTÍN ARMANDO AYALA ARMENTA  
DR. EVERARDO LÓPEZ BAUTISTA  
MC. JUAN LUIS PÉREZ MORA

Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México, agosto de 2023

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **JUAN DE DIOS AMARILLAS CHICUATE**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR

---

Dr. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

CODIRECTOR

---

Dr. Edgardo Cortez Mondaca

ASESOR

---

Dr. Quintín Armando Ayala Armenta

ASESOR

---

Dr. Everardo López Bautista

ASESOR

---

M.C. Juan Luis Pérez Mora

Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa, México, agosto de 2023.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL BUELNA**

**CESIÓN DE DERECHOS**

**A QUIEN CORRESPONDA. -**

Ciudad de Los Mochis, Sinaloa , a 24 de Agosto de 2023 ; quien suscribe:  
C. Juan de Dios Amarillas Chicuate, Número de cuenta: 0411909-6 , egresado  
del programa de posgrado:

**Ciencias Agropecuarias**

de la Unidad Académica: Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte , en la Unidad  
Regional Norte. Manifiesto ser autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la  
dirección de: Dr. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza y de acuerdo al  
artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor, cedo y comparto los derechos de mi trabajo de  
Tesis titulada:

**DISTRIBUCIÓN DEL PSILIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS *Diaphorina citri*  
KUWAYAMA EN HUERTAS COMERCIALES DEL VALLE DEL CARRIZO**

a la Universidad Autónoma de Sinaloa para su publicación, difusión, y distribución en medios  
impresos y digitales, con fines académicos y de investigación, la que será titular del mismo, en  
forma conjunta o separada con el autor.

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de  
Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta Tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas,  
texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines  
educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al autor del presente  
estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin  
autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por  
el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

En apego al Art. 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor Cedo y comparto el derecho de  
publicación, difusión, y distribución en medios impresos y digitales, con fines académicos y de  
investigación a la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Ing. Juan de Dios Amarillas Chicuate

Nombre completo y firma



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
REPOSITORIO INSTITUCIONAL BUELNA**

**CESIÓN DE DERECHOS**

**A QUIEN CORRESPONDA. -**

Ciudad de Los Mochis, Sinaloa , a 24 de Agosto de 2023 ; quien suscribe:  
C. Dr. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza , profesor del programa de posgrado:

**Ciencias Agropecuarias**

de la Unidad Académica: Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte , en la Unidad Regional Norte. Manifiesto ser director del presente trabajo de Tesis y de acuerdo al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor, cedo y comparto mis derechos de crédito adquiridos durante el proceso de asesoría de la Tesis intitulada:

**DISTRIBUCIÓN DEL PSILIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS *Diaphorina citri*  
KUWAYAMA EN HUERTAS COMERCIALES DEL VALLE DEL CARRIZO**

a la Universidad Autónoma de Sinaloa para su publicación, difusión, y distribución en medios impresos y digitales, con fines académicos y de investigación, la que será titular del mismo, en forma conjunta o separada con el autor.

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta Tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al autor del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

En apego al Art. 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor Cedo y comparto el derecho de publicación, difusión, y distribución en medios impresos y digitales, con fines académicos y de investigación a la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Dr. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

Nombre completo y firma



Dirección General de Bibliotecas  
Ciudad Universitaria  
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios  
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.  
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57  
dgbuas@uas.edu.mx

## UAS-Dirección General de

## Bibliotecas Repositorio Institucional

### Buelna Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial

Compartir Igual, 4.0 Internacional



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme tener salud y cumplir otra meta más dentro de mi carrera profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero otorgado para solventar los gastos necesarios para desarrollar el proyecto de investigación.

Al Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, por darme la oportunidad de formar parte del programa de la Maestría en Ciencias Agropecuarias.

A mi director de tesis, Dr. Fernando Alberto Valenzuela Escoboza por su tiempo, esfuerzo y dedicación, así como por confiar en mi persona y haberme guiado por el mejor camino académico dentro de mi formación.

A mi comité tutorial; Dr. Edgardo Cortez Mondaca, Dr. Quintín Armando Ayala Armenta, Dr. Everardo López Bautista y MC. Juan Luis Pérez Mora, por su valiosa participación y por el apoyo brindado.

Al M.C. Isidoro Padilla Valenzuela por sus consejos, enseñanzas y amistad.

A mi compañero José de Jesús Lugo por su amistad durante la etapa de posgrado.

A los productores por permitirme realizar el proyecto dentro de sus huerto

## DEDICATORIA

A mis padres, Reymundo Amarillas Cellely y Cristina Chicuate Castro que gracias a su educación, consejos y esfuerzos he logrado llegar a culminar mis proyectos.

A mi esposa Beatriz Cital por estar a mi lado, confiar en mí y por esas palabras de aliento para salir adelante ante cualquier circunstancia.

A mi hijo Cristian Nomar, que junto con su mama son la base que sustentan mi ser y principal motivación de superación.

A mi hermano Cristian Reymundo que desde el cielo nos protege y nos dio enseñanzas de vida a la familia.

A mis hermanos Julia, Emilia, Fernando, Jesús Iván y Martín por su cariño, muchas gracias por su apoyo.

A mi familia: tíos, primos y sobrinos que con sus comentarios positivos fortalecieron mi ánimo para lograr mis metas.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	ix
<b>RESUMEN</b> -----	xi
<b>ABSTRACT</b> -----	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>II HIPÓTESIS</b> -----	3
<b>III OBJETIVOS</b> -----	4
<b>3.1. Objetivos generales</b> -----	4
<b>3.2. Objetivos específicos</b> -----	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	5
<b>4.1. La citricultura en México</b> -----	5
<b>4.2. El Huanglongbing (HLB)</b> -----	6
<b>4.3. Generalidades del Psilido Asiático de los Cítricos (PAC)</b> -----	7
<b>4.3.1. Taxonomía</b> -----	8
<b>4.3.2. Biología</b> -----	8
<b>4.4. Características morfológicas</b> -----	9
<b>4.4.1. Huevo</b> -----	9
<b>4.4.2. Ninfas</b> -----	9
<b>4.4.3. Adultos</b> -----	10
<b>4.5. Daños</b> -----	12
<b>4.6. Síntomas</b> -----	13
<b>4.7. Origen y distribución en el mundo del HLB</b> -----	14
<b>4.7.1. Distribución nacional</b> -----	15
<b>4.7.2. Distribución estatal</b> -----	16
<b>4.8. Importancia económica del HLB</b> -----	17
<b>4.9. Muestreo</b> -----	18
<b>4.10. Plantas hospederas</b> -----	19
<b>4.11. Métodos de control</b> -----	20
<b>4.11.1. Control biológico</b> -----	21
<b>4.11.1.1. Tamarixia radiata</b> -----	22
<b>5.1. Ubicación del área de estudio</b> -----	24
<b>5.2. Toma de muestras</b> -----	24
<b>5.3. Registro de Depredadores</b> -----	26
<b>5.4. Búsqueda de parasitoides</b> -----	27

<b>5.5. Temperatura y precipitación registradas.</b>	<b>28</b>
<b>5.6. Análisis estadístico.</b>	<b>29</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> HUEVECILLOS DE <i>DIAPHORINA CITRI</i> EN BROTE TIERNO DE LIMÓN MEXICANO DE HUERTA “LAS CABRAS”.	9
<b>FIGURA 2.</b> NINFAS EN BROTE (A) Y NINFAS HOJA DE LIMÓN PERSA (B).	10
<b>FIGURA 3.</b> ADULTO RECIÉN EMERGIDO (A) Y ADULTOS EN DESARROLLO (B), EN HOJAS DE LIMÓN MEXICANO. IMAGEN DE ADULTO EN FORMA DORSAL (C) Y ADULTO EN FORMA VENTRAL (D).	11
<b>FIGURA 4.</b> DAÑOS EN FOLLAJE POR NINFAS DE <i>D. CITRI</i> (A, B Y C)	13
<b>FIGURA 5.</b> DIVERSOS SÍNTOMAS DE HUANGLONGBING (HLB) EN DIFERENTES ESPECIES DE CÍTRICOS QUE INCLUYEN NARANJAS DULCES (A-D), MANDARINAS (E), POMELOS (F-G), LIMAS (H), LIMÓN (I). FUENTE: SÉTAMOU <i>ET AL</i> , 2020.	14
<b>FIGURA 6.</b> ESTATUS FITOSANITARIO DEL HLB EN MÉXICO. FUENTE: SENASICA, 2019.	16
<b>FIGURA 7.</b> ESTATUS FITOSANITARIO DEL HLB EN SINALOA. FUENTE: SENASICA, 2019.	17
<b>FIGURA 8.</b> MUESTREO VISUAL DE <i>DIAPHORINA CITRI</i> EN HUERTA DE LIMÓN PERSA.	19
<b>FIGURA 9.</b> NINFA CON ORIFICIO DE EMERGENCIA (A-B) Y ADULTO DEL PARASITOIDE <i>TAMARIXIA RADIATA</i> EMERGIDO (C).	23
<b>FIGURA 10.</b> UBICACIÓN DE LOTES EXPERIMENTALES; HUERTA RODRÍGUEZ (A) Y HUERTA LAS CABRAS (A)	24
<b>FIGURA 12.</b> COLECTA (A), TRASLADO DE MATERIAL BIOLÓGICO (B), ADULTOS EN BROTES (C) Y CONTEO DE ETAPAS BIOLÓGICAS (D).	26
<b>FIGURA 13.</b> CATARINITA ROJA (A), CATARINITA GRIS (B), CATARINA ROSADA (C), LARVA DE CRISOPA (D), ADULTO DE CRISOPA (D), LARVA DE MOSCA SYRPHIDAE (E), CHINCHES ASESINAS (E-F) Y ARAÑA SIN IDENTIFICAR (G).	27
<b>FIGURA 14.</b> CONTEO DE ESTADOS INMADUROS (A), MUESTRAS REVISADAS (B), CONFINAMIENTO DE MUESTRAS (C) Y MUESTRAS CON PARASITOIDES	

EMERGIDOS (D).	28
<b>FIGURA 15.</b> DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS BIOLÓGICAS DEL PAC EN LOS DIFERENTES HORIZONTES EN LIMÓN PERSA.	32
<b>FIGURA 16.</b> DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS BIOLÓGICAS DEL PAC EN LOS DIFERENTES HORIZONTES EN LIMÓN MEXICANO.	33
33	
<b>FIGURA 17.</b> TEMPERATURAS PROMEDIO REGISTRADAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO.	34
34	

## RESUMEN

Las enfermedades en los cultivos generan pérdidas económicas a los productores, así como escases de alimento por disminución en la producción de las especies cultivadas (Muñoz-Burbano, 2020). Los cítricos son fuertemente afectados por la presencia de enfermedades del tipo bacterianas, a causa de la presencia de insectos vectores. La especie insectil que está asociada a los cítricos es *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) o Psilido Asiático de los Cítricos (PAC) (Bové, 2006), principal vector de la bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus* (CLas), implicado como agente causante del Huanglongbing (HLB) de los cítricos, actualmente la enfermedad más grave de los cítricos en el mundo (Ammar *et al*, 2016). Todas las especies de cítricos cultivadas comercialmente son susceptibles y aun no existen variedades tolerantes a la expresión de la enfermedad (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013). La diseminación en el espacio y tiempo de CLas es el resultado de una compleja interacción entre el huésped, el patógeno asociado, el insecto vector y el medio ambiente (Suaste-Dzul *et al.*, 2017). El HLB se ha convertido en la enfermedad más importante que afecta la producción de limón mexicano (Manzanilla-Ramírez *et al*, 2018).

Se estudió la distribución espacial del insecto vector al interior de dos huertas comerciales establecidas en los municipios de Ahome y El Fuerte, al Norte de Sinaloa. Los objetivos de este trabajo fue determinar la distribución espacial y la orientación preferencial del insecto vector hacia los diferentes horizontes del lote en estudio. El estudio se realizó mediante muestreos quincenales de febrero del 2020 a febrero del 2021 en dos huertas comerciales de cítricos, siendo una de estas de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle), con una superficie de 13 hectáreas en Huerta “Las Cabras”, ubicada en el Municipio de El Fuerte a 26°22’05.7”N y 108°44’54.3”W. y otra de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), con una superficie de 10 hectáreas en Huerta “Rodríguez”, ubicada en el Municipio de Ahome a 26°19’06.0”N y 109°01’49.0”W.

Para determinar la presencia del insecto vector, se colectaron brotes tiernos no mayores a 8 centímetros en los diferentes puntos cardinales de cada planta, siendo un total de 40 plantas muestreadas. Posterior al muestreo se llevó a cabo el registro de presencia del insecto vector en sus diferentes etapas biológicas de desarrollo: huevo, ninfas chicas (N1 y N2), ninfas grandes (N3, N4 y N5) y adultos. Para este estudio se correlacionaron los datos registrados mediante un análisis estadístico con la correlación de Pearson, donde se anexaron los valores; cantidad de huevecillos, ninfas chicas, ninfas grandes, adultos y su distribución hacia los diferentes puntos cardinales de las huertas muestreadas.

**Palabras clave:** Distribución, *Diaphorina citri*, HLB.

## ABSTRACT

Diseases in crops generate economic losses for producers, as well as food shortages due to a decrease in the production of cultivated species (Muñoz-Burbano, 2020). Citrus are strongly affected by the presence of bacterial diseases, due to the presence of vector insects. The insect species that is associated with citrus is *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) or Asian Citrus Psyllid (PAC) (Bové, 2006), the main vector of the bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), implicated as the causative agent of citrus. Huanglongbing (HLB) of citrus, currently the most serious citrus disease in the world (Ammar et al, 2016). All commercially cultivated citrus species are susceptible and there are still no varieties tolerant to the expression of the disease (Grafton-Cardwell et al., 2013). The dissemination in space and time of CLas is the result of a complex interaction between the host, the associated pathogen, the insect vector and the environment (Suaste-Dzul et al., 2017). HLB has become the most important disease affecting Mexican lemon production (Manzanilla-Ramírez et al, 2018). The spatial distribution of the insect vector within two commercial orchards established in the municipalities of Ahome and El Fuerte, in northern Sinaloa, was studied. The objectives of this work was to determine the spatial distribution and the preferential orientation of the vector insect towards the different horizons of the plot under study. The study was carried out through biweekly sampling from February 2020 to February 2021 in two commercial citrus orchards, one of these being Mexican lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle), with an area of 13 hectares in Huerta "Las Cabras", located in the Municipality of Fuerte at 26°22'05.7"N and 108°44'54.3"W. and another of Persian lemon (*Citrus latifolia* Tanaka), with an area of 10 hectares in Huerta "Rodríguez", located in the Municipality of Ahome at 26°19'06.0"N and 109°01'49.0"W. To determine the presence of the insect vector, tender shoots no larger than 8 centimeters were collected at the different cardinal points of each plant, with a total of 40 sampled plants. After the sampling, the presence of the vector insect was recorded in its different biological stages of development: egg, small nymphs (N1 and N2), large nymphs (N3, N4 and N5) and adults. For this study, the recorded data was correlated through a statistical analysis with Pearson's correlation, where the values were attached; number of eggs, small nymphs, large nymphs, adults and their distribution

towards the different cardinal points of the orchards sampled.

**Keywords:** Distribution, *Diaphorina citri*, HLB.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos (*Citrus* spp.: Familia Rutacea) es un cultivo antiguo que se explotan principalmente por sus frutos comestibles, que a menudo se consumen frescos o en jugos (Sétamou *et al*, 2020). Los mexicanos consumen habitualmente cítricos como naranja, limón, mandarina y toronja, todos con propiedades nutritivas. La citricultura es fuente de ingresos de aproximadamente 67 000 familias. El cultivo de cítricos genera un impacto positivo en la economía, ligado a la posición de México a nivel mundial de productores y la alta demanda de los mismos en el mundo (Valencia y Duana, 2019). Para 2019, México ocupó el puesto número cuatro entre otros países en producción de cítricos con 8,550,007 toneladas métricas, superado por India con 12,763,518.65 toneladas métricas y es seguido por España con 6,802,878 toneladas métricas. China se encontró en primer lugar de producción de cítricos con 42,776,572.88 (FAO, 2019).

Actualmente la citricultura mexicana está siendo afectada por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), introducida en el país y cuyo agente causal es la bacteria *Candidatus liberibacter* spp., la cual es transmitida por el insecto *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera; Liviidae), conocido comúnmente como psilido asiático de los cítricos (PAC) (García, 2012). El primer registro de este insecto para la República Mexicana fue realizado por el Dr. D.B. Thomas al encontrarlo en cítricos en el estado de Campeche en marzo del 2002 (Gaona-García *et al.*, 2012). Sin embargo, hasta 2003 se registró su presencia (Coronado & Ruiz, 2004). El año 2009 en los meses de julio y agosto se notificó la presencia de HLB en Yucatán (Tizimín) y Quintana Roo (Lázaro Cárdenas) (SAGARPA, 2009).

Los psilidos son insectos pequeños que miden de 3 a 4 mm de longitud, con un ciclo de vida incompleto que va desde huevo hasta la fase adulta, pasando por 5 estadios ninfales (Grafton-Cardwell *et al.*, 2006). En 14 a 49 días a 28 y 15 °C, respectivamente, siendo este rango de temperaturas las más adecuadas para su desarrollo. El PAC no se desarrolla a temperaturas por arriba de 33°C, ni por abajo de 10 °C (Garza, 2014). Las hembras pueden ovipositar más de 800 huevos durante su vida, no hay diapausa. (Mead y Fasulo, 2010). *Candidatus liberibacter* asiaticus

se multiplica tanto en ninfas como en adultos de *D. citri*, alcanzando niveles más altos en un periodo de tiempo más corto cuando se adquieren por ninfas que cuando se adquieren por adultos (Ammar *et al*, 2016).

A escala mundial, se ha encontrado un impacto epidémico alto del HLB, con niveles de incidencia desde el 26 % en Brasil y hasta 100 % en China. Adicionalmente, las pérdidas reportadas a nivel mundial con sustento cuantitativo y epidemiológico varían con respecto a la especie evaluada, en naranja dulce se reportan pérdidas de 42 %, en limón mexicano 62% y en limón persa 17.3% (Mora-Aguilera *et al.*, 2016).

De acuerdo con Mora-Aguilera y colaboradores (2016), en México, los escenarios epidémicos del HLB se han categorizado en dos regiones debido a la ocurrencia e intensidad de la enfermedad, región del Pacífico presentando una alta intensidad y región de la Península de Yucatán presentando una baja intensidad. *Diaphorina citri* se considera la plaga de cítricos más peligrosa porque trasmite *C. liberibacter asiaticus*, *americanus* y *africanus*, el agente causal de Huanglongbing (HLB) (López-San Juan *et al.*, 2020).

La mayoría de los estudios que se han realizado sobre fluctuación poblacional del PAC, arrojan datos de preferencia del insecto vector sobre las etapas de crecimiento vegetativo de los cítricos, ya que estos son de su preferencia. Para minimizar el impacto del HLB en cítricos se han implementado diversas estrategias que permiten bajar las poblaciones del insecto vector. Algunas de las estrategias que se han utilizado comprenden el tripie; erradicación de árboles enfermos, manejo del vector y uso de plantas certificadas, donde el manejo del vector incluye el control biológico y químico.

## II HIPÓTESIS

El desplazamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama a través del año se mostrará uniforme al interior de las huertas comerciales.

El ambiente y la etapa de desarrollo vegetativo de limón, influyen sobre la presencia de *Diaphorina citri* Kuwayama a través de los 12 meses de muestreo.

Los principales agentes de control biológico que afectan las poblaciones de *Diaphorina citri* son insectos de los órdenes coleóptera, díptera e himenóptera.

## III OBJETIVOS

### 3.1. Objetivos generales

Conocer la distribución espacial de *Diaphorina citri* Kuwayama en huertas comerciales de limón persa y limón mexicano.

Determinar la orientación preferencial del PAC en dos huertas comerciales hacia los diferentes puntos cardinales de la huerta (N, S, E, O, NE, NO, SE, SO).

Determinar los agentes de control biológico natural de *Diaphorina citri* a nivel de huerta.

### 3.2 Objetivos específicos

Determinar si existe preferencia de *Diaphorina citri* Kuwayama sobre algún horizonte del lote para definir si es factible realizar alguna aplicación localizada.

Definir los picos de mayor presencia durante el trabajo de investigación con relación a temperatura y precipitación.

Registrar los principales especímenes que controlan biológicamente al insecto vector.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. La citricultura en México

La palabra cítrico, deriva del latín “citrus”, refiriéndose a los árboles de naranja, limón, limas, mandarinas, toronjas y sus frutos. Pertenecen botánicamente a la familia de las rutáceas, cuya altura varía entre los 4 y 16 metros. Las zonas tropicales y sub tropicales son propicias para su cultivo (Solleiro y Mejia, 2019). En México la superficie total sembrada de limón es de: 207, 838. 07 hectáreas, los principales estados productores de limón son Michoacán, Veracruz, Oaxaca, Colima y Tamaulipas (SIAP, 2020). En Sinaloa hay una superficie establecida de limón de 1,912.90 hectáreas, registrándose 1,529.90 hectáreas establecidas con limón persa y 383 hectáreas de limón agrio (mexicano), las cuales tienen un rendimiento promedio de 16. 26 t/ha en sus diferentes variedades. Esta superficie genera un valor de producción de 180,899.93 miles de pesos (SIAP, 2020). *Diaphorina citri* en Sinaloa fue detectada en el año del 2005 y desde hace años se encuentra en todos los lugares de Sinaloa con presencia de cítricos, a escala nacional también ocurre lo mismo, se encuentra en los 23 estados productores de cítricos y en el resto de las entidades donde hay plantas de cítricos en México. Cortez (2014) menciona que en Sinaloa se detectó el HLB en verano de 2010 en plantas de limón mexicano al sur del estado y actualmente se encuentra en todo el estado. México es el segundo mayor productor de limón en el mundo en sus diferentes especies. El pronóstico para el área cultivada en 2020/21(noviembre/octubre) es de 209,120.00 mil hectáreas, con una cosecha estimada de 178,416.00 mil hectáreas. Se cosecha limón durante todo el año, con niveles máximos obtenidos entre mayo y octubre. Este cultivo se produce en 28 estados con riego, infraestructura y arboles jóvenes. El estado de Michoacán es el principal estado productor de limón mexicano del país, seguido de colima. El estado de Veracruz es el principal estado productor de limón persa, con producción durante todo el año (USDA, 2020). Actualmente se satisface el 100% de los requerimientos nacionales con producción interna; asimismo, las importaciones mundiales han aumentado 54.76% en la última década, lo que ha generado un aumento en las exportaciones mexicanas principalmente con destino

a Estados Unidos, Países Bajos y Reino Unido (SAGARPA, 2016). SAGARPA (2016), estima para 2030 un aumento de la demanda mundial de 4.82 a 5.98 miles de millones de toneladas (MMt) (un incremento acumulado de 24%), mientras que la producción nacional de limón en sus diferentes especies tiene la capacidad de incrementarse de 2.42 a 2.98 MMt, lo cual representa un crecimiento acumulado de 23.37%.

#### **4.2. El Huanglongbing (HLB)**

La bacteria HLB *Candidatus liberibacter* con tres especies de las que se conocen actualmente, *C. liberibacter asiaticus*, presente en países asiáticos y, en menor medida, en Brasil y Estados Unidos (Florida), *C. liberibacter africanus* con su subespecie "capensis", registrada en países africanos, y *C. liberibacter americanus* presente en Brasil (Bové, 2006).

Gomes (2008) menciona que, en un estudio de síntomas llevado a cabo en campo y laboratorio en florida, se determinó que el síntoma de mayor valor para el diagnóstico de la enfermedad es la observación del moteado marchito en diferentes especies cítricas. Por su parte, Manzanilla-Ramírez y colaboradores (2018) comparten que todos los cítricos conocidos, especialmente las variedades comerciales de naranja, mandarina, toronja, limas y limones, son susceptibles al HLB, aunque en diferente intensidad.

Actualmente no existen tratamientos fitosanitarios eficaces para la enfermedad bacteriana del HLB, por lo que el mejor y único método de control es la prevención, ya que, una vez presente en una región, su manejo es difícil, limitado y largo, y conlleva un elevado gasto socioeconómico. Los árboles enfermos pueden llegar a ser totalmente improductivos en 7-10 años. La velocidad de dispersión de la enfermedad es rápida si el inóculo y la población del vector son abundantes (Barbé *et al.*, 2020).

El HLB es un reto demasiado grande para ser enfrentado solo por las instituciones públicas, se requiere de la participación decidida de todos los eslabones de la cadena cítrica, principalmente de los viveristas y productores agrícolas. En el caso de México, es de vital importancia la participación decidida de las organizaciones

de productores: Consejo Citrícola Mexicano, Consejo Nacional del Limón Mexicano, Consejos Estatales Citrícolas, Comités Estatales de Sanidad Vegetal, Asociación Nacional de Viveristas Certificados de México y otras (Trujillo-Arriaga *et al*, 2008).

#### **4.3. Generalidades del Psilido Asiático de los Cítricos (PAC)**

*Diaphorina citri*, el Psilido Asiático de los Cítricos (PAC) es el principal insecto vector de la enfermedad de Huanglongbing HLB de los cítricos (Bové, 2012). Los rangos óptimos de temperaturas para el crecimiento de la población de *D. citri* es de 15-28°C (Liu y Tsai, 2000). Los psílidos suelen confundirse con los pulgones, sin embargo son más activos que los pulgones y una característica distintiva es que los pulgones presentan antenas de cuatro a seis segmentos, mientras que las antenas de los psílidos suelen tener diez segmentos (Mead y Fasulo, 2010). Además, los psílidos poseen patas cortas, mientras que los áfidos generalmente las tienen bien desarrolladas.

El PAC presenta un periodo de vida corto y una alta fecundidad, las hembras tienen un periodo de oviposición de 12 días y son capaces de depositar varios huevos por día. El comportamiento típico de este insecto es saltar de las hojas cuando son removidas, al estar sobrepobladas o cuando las condiciones de estas no son apropiadas para su desarrollo; en estos casos los insectos efectúan un corto vuelo de 3-5 m, diseminando así al agente causal de la enfermedad dentro de la plantación. En algunas ocasiones los vuelos cortos toman una altura de 5-7 m del suelo, lo que propicia que los insectos sean arrastrados por las corrientes de aire y trasladados a distancias de 0.5 a 4 km de su sitio previo (Cicero-Jurado *et al.*, 2017). El PAC transmite *C. liberibacter asiaticus* de manera persistente y, aunque la tasa de transmisión de CLas por los individuos del PAC suele ser baja, el HLB se puede propagar rápidamente en un huerto de cítricos y el rango geográfico de la enfermedad se está expandiendo, lo que amenaza a las industrias de los cítricos en nuevas áreas (Hall *et al*, 2012). Representa una seria amenaza para México debido a que es productor y exportador de cítricos a escala mundial (SAGARPA, 2012).

#### 4.3.1. Taxonomía

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Liviidae

Subfamilia: Euphyllurinae

Tribu: Diaphorinini

Género: *Diaphorina*

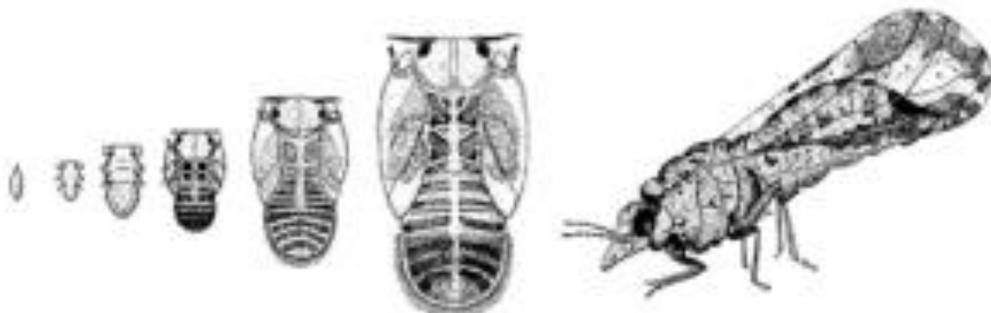
Especie: *Diaphorina citri*

Sinonimia: *Euphalerus citri*

Fuente: García Pérez, F. 2013.

#### 4.3.2. Biología

*Diaphorina citri* como todos los hemípteros tienen desarrollo paurometábola o gradual, por lo que presentan las fases de huevo, ninfa y adulto (Fernández y Miranda, 2005a). Los psílidos son insectos pequeños que miden de 3 a 4 mm de longitud, los cuales presentan un ciclo de vida incompleto que va desde huevo hasta la fase adulta, pasando por cinco estadios ninfales. Estos insectos desde la etapa de huevecillo hasta la etapa adulta requieren de 16 a 17 días a una temperatura de 25 °C, logrando alcanzar hasta 30 generaciones por año si las condiciones son cálidas y continuas (Grafton-Cardwell *et al.*, 2006). Otros estudios realizados mencionan que la duración del ciclo biológico de huevo a adulto del Psílido Asiático de los Cítricos varía de 14 a 49 días a 15 y 28 °C respectivamente, siendo las temperaturas de 25 a 28 °C las más adecuadas para su desarrollo. El Psílido no se desarrolla a temperaturas de 10 y 33 °C (Garza, 2014).

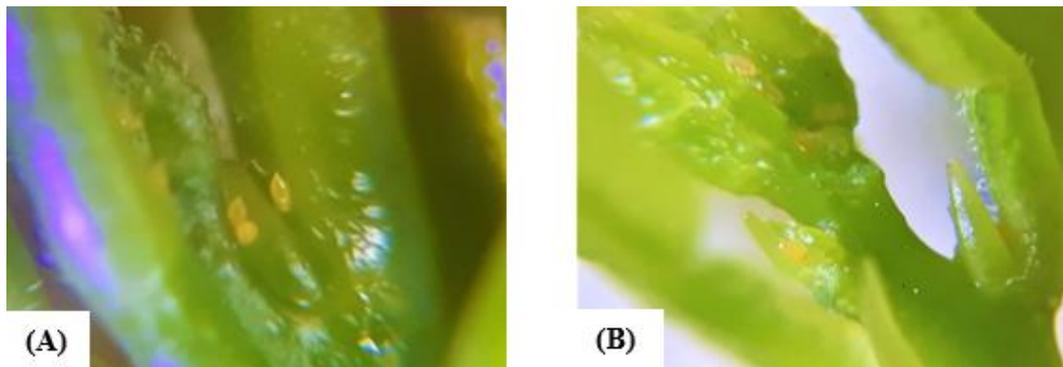


Biología de *Diaphorina citri*. Fuente: Zaragoza, 2009.

#### 4.4. Características morfológicas

##### 4.4.1. Huevo

El huevecillo es alargado, con un extremo basal ancho y que se estrecha hacia su extremo distal y curvado. El tamaño medio del huevo es de 0,31 mm de largo y 0,14 mm de ancho (Tsai y Liu, 2000). Los huevos recién depositados son de color amarillo claro, pero luego se tornan amarillos y finalmente anaranjados antes de la eclosión (Mead y Fasulo, 2010), se caracterizan por dos manchas rojas distintivas en la madurez (Tsai y Liu, 2000). Son de forma ovoide con los extremos puntiagudos y son colocados de forma vertical en los ápices de los cogollos y en los primordios florales, estando la oviposición condicionada a la presencia de brotes tiernos (Fonseca *et al.*, 2007), donde son depositados en la base foliar y el envés de las hojas. Los huevos que no terminan su desarrollo se caracterizan por su apariencia deshidratada (García *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Huevecillos de *Diaphorina citri* en brote tierno de limón mexicano de huerta “Las cabras”.

##### 4.4.2. Ninfas

Los estados ninfales de *D. citri* presentan un tamaño promedio de; 0,30 mm de longitud y 0,17 mm de ancho en ninfas de primer estadio. Las ninfas de segundo

estadio 0,45 mm de largo y 0,25 de ancho. El tamaño de las ninfas de tercer estadio es de 0,74 mm de longitud y 0,43 mm de ancho. Las ninfas del cuarto estadio presentan una longitud de 1,01 mm y 0,70 mm de ancho. Las ninfas de quinto estadio miden 1,60 mm de largo y 1,02 mm de ancho (Tsai & Liu, 2000).

Las ninfas de *D. citri* presentan cuatro mudas, logrando pasar por cinco estados ninfales, estos a su vez se encuentran situados en brotes tierno o yemas terminales (Tsai y Liu, 2000). Las ninfas son aplanadas dorso ventralmente, con filamentos longitudinales a lo largo del abdomen, secretan excreciones blancas y cerosas (Fonseca *et al.*, 2007). Son de comportamiento sedentario y solo se mueven cuando se les molestan o se aglomeran (Tsai y Liu, 2000; Fonseca *et al.*, 2007). Su color es generalmente amarillo-anaranjado (Mead y Fasulo, 2010). El CLas se multiplica tanto en ninfas como en adultos de *D. citri*, alcanzando niveles más altos en un periodo de tiempo más corto cuando se adquieren por ninfas que cuando se adquieren por adultos (Ammar *et al.*, 2016).

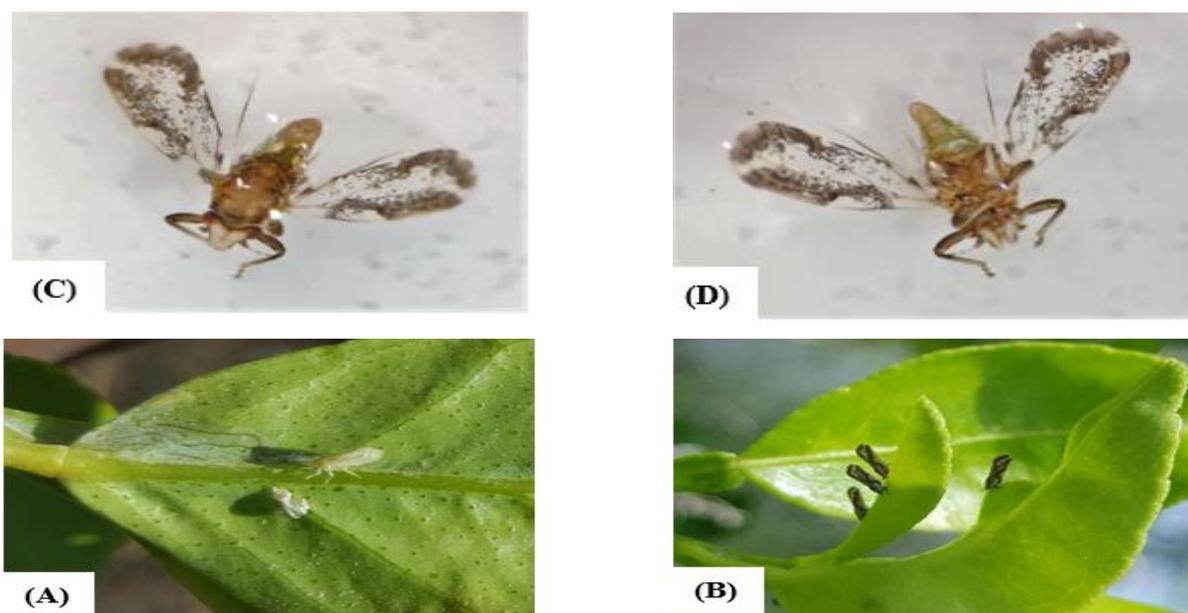


**Figura 2.** Ninfas en brote (A) y ninfas hoja de limón persa (B).

#### **4.4.3. Adultos**

El PAC adulto es un pequeño insecto de alas marrones del tamaño de un pulgón (Grafton-Cardwell y Daugherty, 2018). El adulto recién emergido tiene una coloración blanquecina y en el transcurso de horas cambian a su color definitivo (García *et al.*, 2016). La hembra adulta mide 3,1 mm, mientras que el macho 2,5 mm. El macho se caracteriza por la forma redondeada del extremo del abdomen, mientras que en la hembra es puntiagudo. Finalmente, el adulto se torna de color marrón moteado, recubierto de polvo ceroso, con sus alas más anchas en el tercio apical y con manchas oscuras a lo largo de todo su borde, cabeza marrón con ojos

rojos (Fonseca *et al.*, 2007). Los adultos suelen saltar a cortas distancias cuando se les molesta (Tsai y Liu, 2000). Los vuelos de *D. citri* son normalmente cortos de menos de 1 metro de distancia, volando entre las ramas de una planta o entre plantas adyacentes (García *et al.*, 2016). Estos a su vez, pueden encontrarse descansando en las hojas con sus cabezas en la superficie de las hojas (Hall, 2010), o en brotes jóvenes con el cuerpo sostenido en un ángulo de 45° desde la superficie de la planta (Hall, 2012). Se les ha observado alimentándose de hojas, peciolo y brotes tiernos (Fonseca *et al.*, 2007). La fase fenológica preferida para la oviposición es la brotación vegetativa verde cuando está en punta de lanza (Fernández y Miranda, 2005<sup>a</sup>). En ausencia de tejido adecuado la oviposición cesa temporalmente (Tsai y Liu, 2000). En la figura 3, se observan adultos recién emergidos (A) con una coloración blanca y conforme pasa el tiempo van adquiriendo una coloración marrón moteado (B). Otras de las imágenes presentes en la figura 3, son adultos en forma dorsal (C) y ventral (D).



**Figura 3.** Adulto recién emergido (A) y adultos en desarrollo (B), en hojas de limón mexicano. Imagen de adulto en forma dorsal (C) y adulto en forma ventral (D).

#### 4.5. Daños

La industria citrícola mexicana se encuentra regularmente amenazada por diferentes plagas de importancia cuarentenaria que han impactado negativamente en la producción y rendimiento de los cultivos (García Pérez, 2013). La enfermedad HLB de los cítricos o enverdecimiento (greening), está considerada una de las enfermedades más serias de los cítricos, la cual ha causado la muerte de millones de árboles (Da graca, 2008) y ha ocasionado la eliminación de más de 100 millones de árboles en todo el mundo (FAO, 2013).

Solamente dos especies, *D. citri* y *Trioza erytreae* (del Guercio) (Hemiptera: Triozidae) han sido implicadas en la transmisión y dispersión del “greening” de los cítricos, una enfermedad causada por una bacteria altamente fastidiosa que habita el floema (Halbert y Manjunath., 2004; Da graca, 2008). El daño del insecto como fitófago es causado por ninfas y adultos al extraer grandes cantidades de savia de las hojas y peciolo, que debilitan a las plantas, provoca defoliación y muerte de ramas (Cortez Mondaca *et al.*, 2011). Los psílidos pueden recoger el patógeno del HLB como ninfas y propagarlo sólo unas semanas después de que el árbol este infectado cuando vuelan como adultos (Grafton-Cardwell y Daugherty, 2018).

Halbert y Manjunath (2004) mencionan que en áreas donde la enfermedad es endémica, los arboles de cítricos pueden vivir por solamente 5-8 años y no dar fruta provechosa. La presencia de *D. citri* representa un riesgo para huertos comerciales aledaños a la zona urbana y para las empacadoras de cítricos establecidas en la ciudad (Hernández-Landa *et al.*, 2013).

En un estudio realizado por Robles-Gonzales (2013), en el estado de Colima sobre limón mexicano se menciona que la reducción de rendimiento sólo se presenta en las ramas afectadas por HLB y cuando la cantidad de brotes vegetativos con síntomas en un árbol cubren más del 75% de la superficie de la copa, la reducción llega a ser hasta del 50%. La fruta que se produce en ramas afectadas por HLB,

tiene un tamaño ligeramente menor que la que se genera en ramas asintomáticas.



**Figura 4.** Daños en follaje por ninfas de *D. citri* (A, B y C)

#### **4.6. Síntomas**

En el cultivo de limón, los brotes vegetativos nuevos crecen vigorosos y con aspecto saludable, a pesar de que emerjan de ramillas sintomáticas. Los primeros síntomas aparecen como pequeños puntos amarillentos en las hojas cuando los brotes tienen entre 45 y 60 días de edad. Después de los 60 o 70 días se puede apreciar el moteado difuso asimétrico (figura 5), característico del HLB. Los árboles presentan reducción en el rendimiento, asociado con la proporción de la copa afectada por la enfermedad. En ramas sintomáticas la fruta presenta menor tamaño, maduración invertida o incremento del número de semillas abortadas. En un huerto sin control del vector, en un solo año se detectó la enfermedad en el 53% de los árboles (Robles-González *et al.*, 2013).

Los principales síntomas asociados al HLB son; ramas de color amarillo, moteado de hojas, amarillamiento y engrosamiento de nervaduras de hojas infectadas, frutos pequeños, deformes, asimétricos y con sabor agrio o ácido, ocurrencia de floración fuera de época, caída de frutos y muerte regresiva de rama (Halbert y Manjunath, 2004).

A diferencia de limón mexicano, el limón persa carece de los síntomas atribuibles a HLB, los cuales son: maduración irregular y caída de frutos. Los síntomas que se pueden apreciar son moteados difusos, que aumentan de tamaño hasta definirse claramente y formar manchas angulares internervales, las cuales se distorsionan en puntos cloróticos que invaden la lámina foliar. En plantas con infección severa se observa engrosamiento y acorchamiento de la nervadura central con un aspecto

coriáceo, así como también amarillamiento medianamente intenso y generalizado en la lámina foliar (Flores-Sánchez *et al.*, 2015). Los diferentes síntomas que se manifiestan durante el desarrollo del cultivo se pueden apreciar en la figura número 5.



**Figura 5.** Diversos síntomas de huanglongbing (HLB) en diferentes especies de cítricos que incluyen naranjas dulces (A-D), mandarinas (E), pomelos (F-G), limas (H), limón (I). Fuente: Sétamou *et al.*, 2020.

#### 4.7. Origen y distribución en el mundo del HLB

La citricultura es una actividad de gran importancia social y económica a nivel mundial debido a la cantidad de empleos que genera, a su volumen de producción y precio en el mercado. Sin embargo, se enfrenta al ataque de diversas plagas y enfermedades durante todo el proceso de producción. Actualmente, la enfermedad conocida como HLB que provoca la bacteria *Candidatus liberibacter* spp., y trasmite el PAC y por *T. erytraeae*, representa una seria amenaza para la citricultura mundial, pues las plantas infectadas mueren a los pocos años (Cicero-Jurado *et al.*, 2017). El primer reporte de síntomas del HLB se dio en La India en el siglo XVIII. Antes de esto, el patógeno estaba probablemente presente en plantas nativas de rutáceas y cuando los cítricos se plantaron en áreas nuevas, los psílidos pudieron haber transmitido la enfermedad a ellos. El HLB fue reportado por los citricultores del sureste de China a finales del siglo XIX; los cítricos infectados pudieron haber sido transportados a China desde la India por mar. En África del Sur (Suráfrica) el enverdecimiento fue reportado por primera vez en los años 20's y pudo también

haber sido originado de árboles nativos de rutáceas (Da graca, 2008).

El HLB se encuentra presente en Pakistán, China, Japón, Filipinas, Taiwán, Indonesia, India y en los países del continente americano, se detectó en Brasil, Florida y Cuba, se ha calificado como la enfermedad más destructiva para los cítricos en el mundo (Hernández, 2013). Desde su confirmación en Florida en 2005, ha aparecido en varios países del Caribe, Belice y México. Es probable que continúe su propagación, ya que los vectores siguen introduciéndose en nuevas zonas (Da graca, 2010).

#### **4.7.1. Distribución nacional**

Para México, la citricultura representa una actividad de gran importancia dentro de la fruticultura nacional. Durante el año 2002 se detectó la presencia de *D. citri*, vector de la bacteria del HLB (Huanglongbing) en México (Trujillo *et al.*, 2008). Actualmente *D. citri* se encuentra diseminado en todas las regiones citrícolas de México. Derivado de la presencia del HLB en otros países, en México durante el 2008 se realizaron muestreos en diferentes especies citrícolas y se analizaron muestras del vector y material vegetal, donde se obtuvieron resultados negativos. Fue hasta el año 2009 en los meses de julio y agosto cuando se notifica la presencia de HLB en Yucatán (Tizimín) y Quintana Roo (Lázaro Cárdenas). Meses después se detectó el HLB en Jalisco (Puerto Vallarta) y Nayarit (San Blas, Compostela y Bahía de Banderas). Durante el 2010 se detectó el HLB en los estados de Campeche (Calakmul), Colima (Tecomán) y Sinaloa (Escuinapa y Mazatlán) (Trujillo, 2010). A partir de notificar la presencia del HLB en México, se estableció en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-047-FITO-2009, por la que se establecen las acciones fitosanitarias para mitigar el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos (*C. Liberibacter* spp.) en el territorio nacional (SAGARPA, 2009). Al estar presente en México la enfermedad se considera de importancia económica bajo campaña fitosanitaria (Hernández, 2013).

La situación fitosanitaria actual del HLB reportada por SENASICA (2019), comparte que el huanglongbing se ha detectado en 342 municipios de las 25 entidades de

México, de los cuales 284 son consideradas cítricas, lo que representa el 39 % del total de los que cuentan con este cultivo en el país. Se estima que la superficie comercial con presencia del HLB es del 23% con relación a la superficie nacional (589, 758 hectáreas aproximadamente).

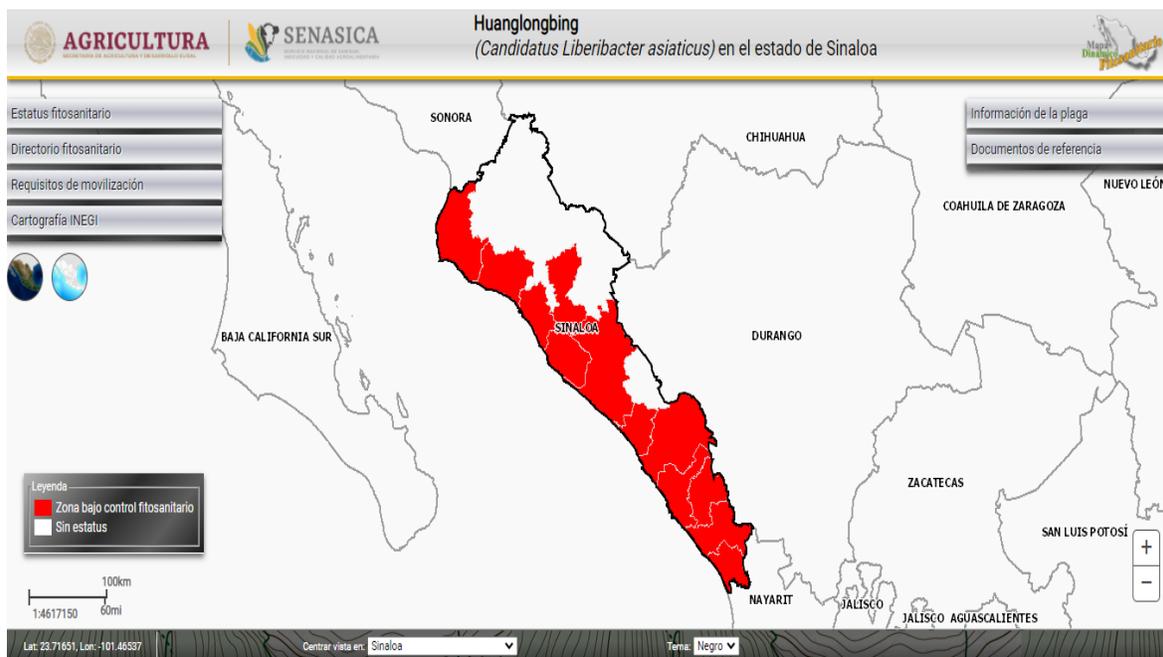


**Figura 6.** Estatus fitosanitario del HLB en México. Fuente: SENASICA, 2019.

#### 4.7.2. Distribución estatal

En Sinaloa se detectó el HLB en verano de 2010 en plantas de limón mexicano al sur del estado (Cortez-Mondaca, 2014). La enfermedad se encuentra presente en 476 hectáreas de los municipios de Mazatlán, San Ignacio, Elota, Culiacán, Navolato y Angostura; Siendo 18 el número de productores afectados, con un total de 25 huertas (CESAVESIN, 2019). Se estima que la superficie comercial con presencia de la enfermedad en el estado de Sinaloa es del 0.08% con relación a la superficie nacional (589,224 hectáreas). El nivel de infestación promedio del Psílido Asiático de los Cítricos, al cierre del 2008 fue de 0.04 psílicos/trampa (SIAP, 2019). En Sinaloa se tiene registro de 1, 293.00 hectáreas establecidas con limón en sus diferentes especies al 2019 (SIAP, 2019). Para el caso de limón mexicano Ahome

no tiene registros y el fuerte tiene 25 hectáreas de un solo productor. En Sinaloa, el municipio de Culiacán presenta la mayor superficie de limón mexicano con 160 hectáreas y para el caso de limón persa Ahome es el municipio con mayor superficie 187.80 hectáreas (SIAP, 2019).



**Figura 7.** Estatus fitosanitario del HLB en Sinaloa. Fuente: SENASICA, 2019.

#### 4.8. Importancia económica del HLB

La agricultura es parte importante de la economía del país y un factor estratégico para la alimentación de sus ciudadanos; sin embargo, la producción de alimentos y otros productos agrícolas se ha visto mermada por diversos siniestros, entre ellos las plagas, las cuales han sido un problema preocupante, tanto por sus efectos directos como por aquéllos indirectos que llegan a provocar (Salcedo-Baca *et al.*, 2010).

En el estado de Sinaloa, la citricultura se encuentra establecida en 4,647 hectáreas, en los municipios de Mazatlán, San Ignacio, Elota, Cósala, Culiacán, Navolato, Angostura, Mocorito, Salvador Alvarado, Guasave, Sinaloa, El Fuerte y Ahome generando una producción de 27,226 toneladas, cuyo valor de producción es de \$110,901,000. Por lo anterior la citricultura estatal es una actividad primaria de gran importancia económica y social debido a que de ella dependen 180 productores y se generan 670 empleos directos y 2,480 indirectos. Asimismo, el estado cuenta

con una infraestructura de 2 empacadoras, 2 cepilladoras, 2 centros de acopio, 2 enceradoras y 2 viveros certificados (CESAVESIN, 2019).

La muerte económica de la planta se produce paulatinamente después de la infección por el patógeno, debido a defoliación, deformación y caída de los frutos, con la consiguiente reducción del valor comercial de éstos, y culmina con su muerte biológica (FAO, 2013). El HLB es considerada la enfermedad más destructiva de los cítricos, ya que ha causado la muerte de más de 50 millones de plantas en Asia, 3 millones en Indonesia y 10 millones en África, lo que ha traído consigo un daño muy severo a la industria cítricos de esas regiones del mundo (Trujillo *et al.*, 2008).

Ante la problemática que representa el HLB de los cítricos y su vector el PAC, *D. citri*, el gobierno de México a través de la Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), desarrolló un programa de control biológico de esta plaga basado en la búsqueda, reproducción, liberación y evaluación de sus principales agentes de control biológico, entre los cuales destaca el parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) (SENASICA, 2016).

#### **4.9. Muestreo**

La disposición espacial es un atributo inherente a los invertebrados y de manera general sus poblaciones tienden a la agregación. A pesar de esta generalidad, cada especie en particular, y aún los estados de desarrollo dentro de una misma especie, pueden comportarse de un modo diferente, en virtud de los requerimientos estructurales, tróficos y de otra índole que le son inherentes (Fernández & miranda, 2005).

Las técnicas de muestreo se realizan mediante uno o más de los siguientes métodos: a) conteo de huevos, ninfas y adultos en brotes; b) conteo de adultos capturados en trampas y c) conteo de adultos mediante golpeteo de ramas (Cortez *et al.*, 2013).

El muestreo visual consiste en inspecciones visuales de plantas en forma directa con ayuda de una lupa de mano de 10 x de aumento. En la revisión se debe dar prioridad al muestreo de brotes vegetativos nuevos, debido a que en estas estructuras es donde predominan huevos, ninfas y adultos (Santos-Amaya *et al.*,

2020). La técnica visual fue la más efectiva para el monitoreo de poblaciones de *D. citri*, considerando todos los aspectos evaluados para determinar su nivel de confianza (exactitud, costo y tiempo). Esta técnica de observación directa fue la más completa y aportó una visión más cercana a la realidad del cultivo, al permitir evaluar tanto adultos como estados inmaduros. Fue, además, relativamente barata, fácil de ejecutar y no requirió mucho tiempo para llevarla a cabo (Varón *et al.*, 2020). Cuando las poblaciones del insecto se incrementaron, se dispuso a llevar las muestras al laboratorio para ser contabilizadas.



**Figura 8.** Muestreo visual de *Diaphorina citri* en huerta de limón persa.

#### **4.10. Plantas hospederas**

Para el Psilido Asiático de los Cítricos se registran 25 géneros de la familia rutáceas como principales hospederos (Halbert y Manjunath, 2004). Los hospedantes más comunes y preferidos están en el género *Citropsis*, *Citrus* y *Murraya*. Afecta especialmente a los cítricos. También existen hospederos alternativos, siendo sus preferidos los del género *Murraya* spp. En México la limonaria *Murraya paniculata* es muy utilizada como planta ornamental de casas, parques, plazas, jardines y para arreglos de los altares en días de muertos. En esta planta el Psilido y la bacteria se reproducen todo el año debido a los brotes periódicos que emite (Garza, 2014).

El insecto se ha detectado primeramente en arboles de cítricos que se utilizan como plantas ornamentales en las ciudades y en la planta hospedera conocida como Limonaria, Mirto o Jazmín de la india (*M. paniculata*). Otra de las plantas

hospedantes es Limoncillo (*Swinglea glutinosa*) (SAGARPA, 2012). Se sabe que algunas plantas Rutáceas no cítricas son conocidas por ser hospederas de liberibacter (por ejemplo, *M. paniculata/exótica*, *Clausena lansium*, *Atalantia (Severinia) buxifolia*, *Toddalia lanceolata* y *Limonia acidissima*) (Da graca, 2008)

#### **4.11. Métodos de control**

El manejo del HLB requiere un enfoque holístico y la atención completa al triángulo de la enfermedad. Determinar la influencia de los factores abióticos y bióticos en el comportamiento de dispersión de las plagas es un componente crítico del manejo integrado de plagas (Stelinski, 2019).

A partir de la introducción del HLB en el centro de México y en Estados Unidos, desde Texas hasta California, se tomaron medidas precautorias (Hall, 2010). Las medidas consisten en tres aspectos; aplicaciones dirigidas hacia el insecto vector, eliminación de árboles sintomáticos y utilizar plantas de viveros libres de la enfermedad (Hall, 2010; Bové, 2012). Una de las estrategias que se han implementado para la contención de esta enfermedad es el manejo regional de poblaciones del psílido. Para contribuir a la fundamentación técnica de esta estrategia, se desarrolló un modelo de la dinámica poblacional del psílido, el cual se alimenta con datos diarios de las variables climáticas temperatura y precipitación (Quijano, 2013). En los municipios de importancia citrícola en México y con proclividad a epidemias, se estableció un esquema de manejo, a través de Áreas de Manejo Epidemiológico Fitosanitario (AMEFIs) operadas en los 24 estados con campaña, considerando mantener bajas las poblaciones de los vectores (SENASICA, 2019). Hasta el momento no se ha desarrollado cura para esta enfermedad. Tampoco es posible evitar su diseminación, por tal motivo, la convivencia con la enfermedad es una alternativa, mientras se desarrollan variedades más tolerantes o metodologías prácticas para su control. Esto en parte se ha logrado mediante la aplicación de un programa de nutrición balanceada de fertilizantes al suelo y al follaje, combinada con otras prácticas de manejo del cultivo (Manzanilla-Ramírez, 2018). Las estrategias en México del manejo de la enfermedad del HLB de los cítricos se basa en el control de *D. citri* (Flores *et al*,

2020). La aplicación de productos químicos ha traído como consecuencia el desequilibrio ecológico y la resistencia de insectos a insecticidas, así como la aparición de plagas secundarias y/o la disminución de enemigos naturales (Rodríguez-Palomera, 2012). Sin embargo, ante los costos excesivos de los insecticidas para el control del PAC muchos productores de México y Centroamérica, están interesados en utilizar la alternativa del control biológico con el parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterson) (Hymenoptera: Eulophidae) y hongos entomopatógenos (Hall, 2010).

#### 4.11.1. Control biológico

El control biológico se refiere al uso de enemigos naturales, ya sean depredadores, parasitoides, entomopatógenos o antagonistas, para disminuir las poblaciones de las plagas. Esta estrategia está siendo utilizada en diferentes países para disminuir las poblaciones del vector del HLB, con resultados diferentes (Cicero-Jurado *et al.*, 2017). *D. citri* está sujeta a varios niveles de control biológico en toda su distribución geográfica. El complejo de agentes de control biológico de *D. citri* varía geográficamente, pero normalmente incluye a varias especies de escarabajos (Coleoptera: Coccinellidae); moscas syrphide (Díptera: Syrphidae); crisopas (Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae); y arañas (Aranae) (Hall, 2008; Miranda-Salcedo, 2019). El Psílido es atacado en Asia por dos especies de parasitoides primarios, *T. radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam y Agarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae). (Hall, 2008).

*D. citri*, es atacado en el continente americano por diversas especies de depredadores generalistas que podrían ser aprovechadas en programas de control biológico; dentro de ellos, los crisópidos sobresalen por su abundancia y frecuencia en zonas citrícolas donde *D. citri* está presente (Pacheco-Rueda *et al.*, 2015). Las especies en particular de *Chrysoperla comanche* (Neuroptera: Chrysopidae), combinada con la capacidad de consumo de presas, sugieren que puede tener mayor posibilidad de éxito contra el PAC en Sinaloa, México (Cortez *et al.*, 2016). Los depredadores con mayor potencial para el control biológico de *D. citri*, tanto por su potencial, producción masiva, como por su presencia en forma natural es la

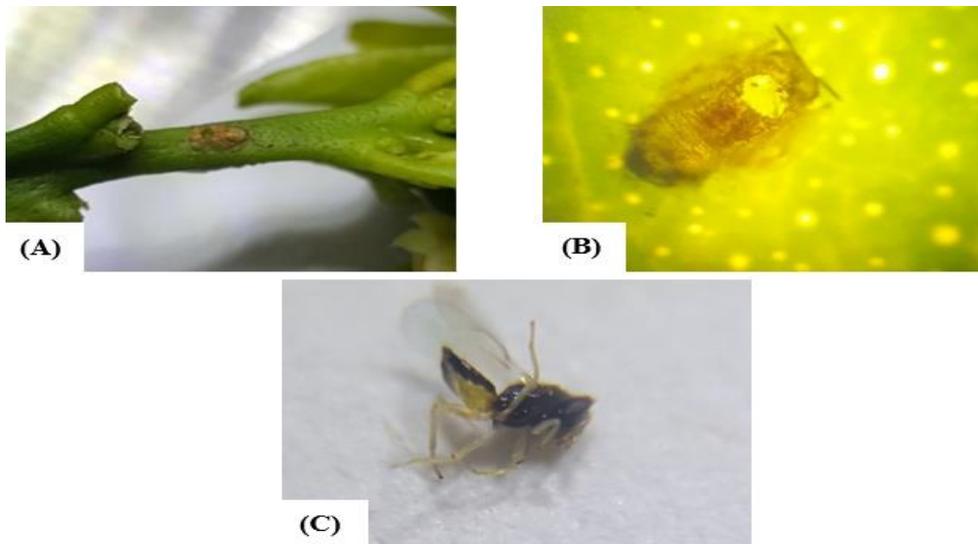
catarinita *Cycloneda sanguinea* (Reyes-Rosas *et al.*, 2013). De ahí, la importancia que los enemigos naturales nativos son capaces de suprimir de manera natural las poblaciones de ninfas de *D. citri*.

El uso de parasitoides para el control biológico de plagas es cada vez más frecuente en nuestro país, debido al creciente interés por la reducción en el uso de plaguicidas. Sin embargo, existe información limitada acerca de los procedimientos para su manejo, tanto en zonas comerciales como urbanas (Cicero-Juraco *et al.*, 2017). Actualmente en México el control biológico de *D. citri* se basa en el uso *Tamarixia radiata*, se han establecido centros de reproducción masiva del parasitoide en Yucatán y Colima (Arredondo-Bernal *et al.*, 2013).

#### **4.11.1.1. Tamarixia radiata**

*T. radiata* es un ectoparasitoide de ciclo completo utilizado para combatir a *D. citri*, quien se ha dispersado por el mundo causando severos daños a la citricultura (Cicero-Jurado *et al.*, 2017). El cuerpo de *T. radiata* mide un milímetro de longitud; es café oscuro, excepto por los ojos rojizos, mientras que las antenas, patas y marcas en los terguitos basales y medios del gáster son amarillos (SENASICA, 2016). Las hembras colocan un huevo en la parte ventral de las ninfas del 3er, 4to y 5to instar de *D. citri*, entre el tórax y el abdomen. El huevo es trasparente y muy pequeño. Posteriormente, emerge una larva que también es trasparente y comienza a succionar los fluidos de las ninfas hasta provocarles la muerte (momia). Dentro del mismo cuerpo que sirvió de alimento, queda una capa de integumento que la usa como protección y donde continúa su desarrollo, deja de alimentarse y se transforma en prepupa, posteriormente en pupa y finalmente de la momia emerge el adulto. El parasitoide ya formado para emerger, rompe el integumento con ayuda de sus mandíbulas, deja un orificio circular en la parte dorsal anterior por donde sale. Primero saca la cabeza y posteriormente el cuerpo, aunque en ocasiones

puede llegar a emerger sin cortar el orificio de salida (Cicero-Jurado *et al*, 2017).

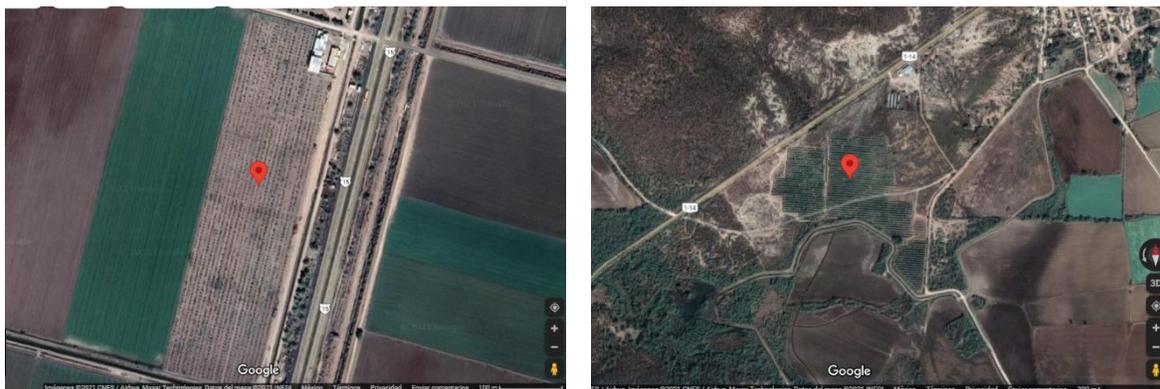


**Figura 9.** Ninfa con orificio de emergencia (A-B) y adulto del parasitoide *Tamarixia radiata* emergido (C).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Ubicación del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo durante el periodo de febrero del 2020 a febrero de 2021 en huertas comerciales de limón mexicano y limón persa. Ambos lotes se encuentran situados al norte de Sinaloa. El estudio se realizó mediante muestreos quincenales en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), con una superficie de 10 hectáreas en Huerta “Rodríguez”, ubicada en el Municipio de Ahome a  $26^{\circ}19'06.0''$  N y  $109^{\circ}01'49.0''$  W. y otra de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle), con una superficie de 13 hectáreas en Huerta “Las Cabras”, ubicada en el Municipio de El Fuerte a  $26^{\circ}22'05.7''$  N y  $108^{\circ}44'54.3''$  W. a 8 y 85 msnm. Las plantaciones presentaban una edad de 3 años y un marco de plantación de 5 x7 metros. En esta zona predomina el seco estepario (tipo BS) de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen. Los lotes seleccionados son pertenecientes a distintos propietarios, los cuales presentaban manejo agronómico diferente.



(A)

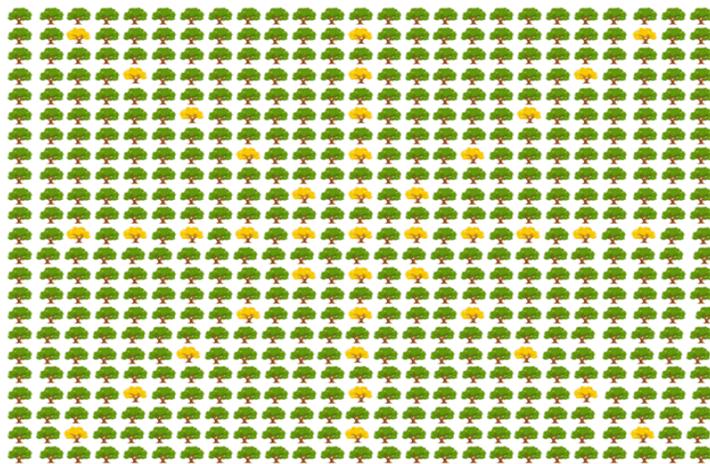
(B)

**Figura 10.** Ubicación de lotes experimentales; Huerta Rodríguez (A) y huerta las Cabras (A)

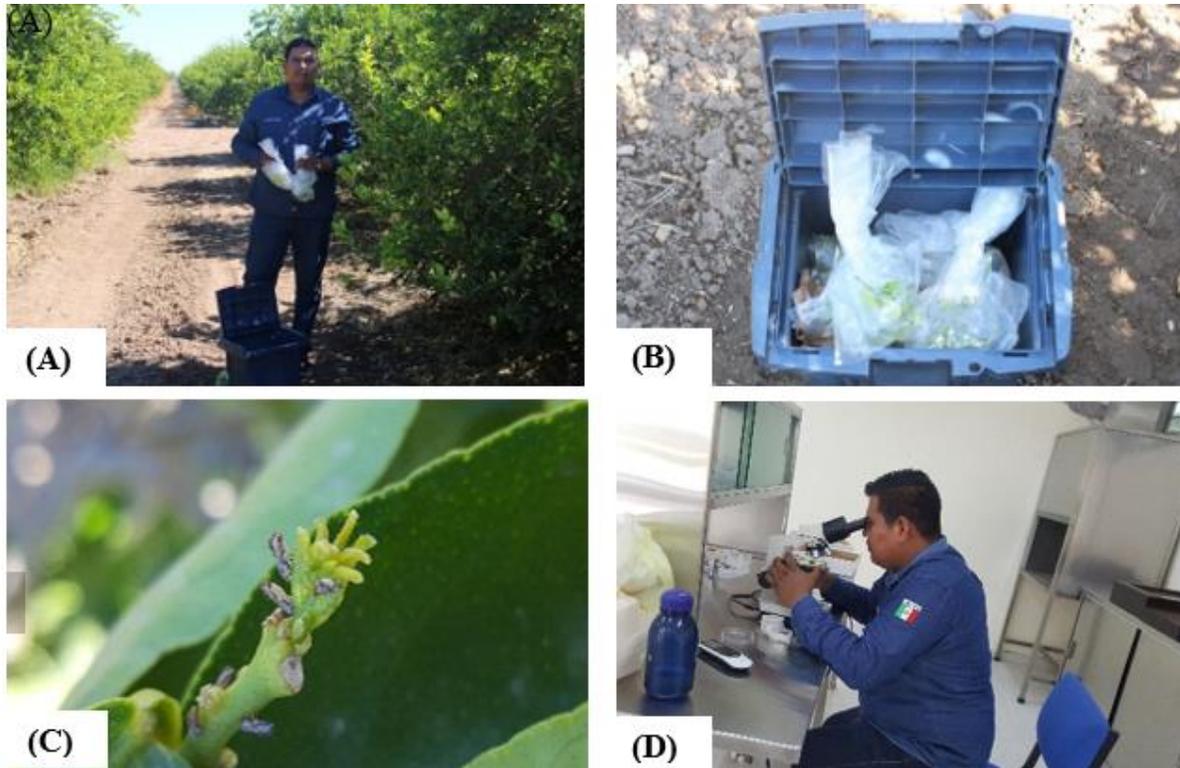
### 5.2. Toma de muestras

En cada huerta se seleccionaron 40 árboles, se enumeraron de manera progresiva, tratando de que queden distribuidos en una superficie amplia, donde se definieron ocho líneas de la parte media de la huerta hacia el exterior con la finalidad de cubrir la mayor parte del lote. Las líneas a muestrear corresponden a los diferentes puntos cardinales, siendo estos; norte, sur, este, oeste, noreste,

noroeste, sureste y suroeste. En cada línea se marcaron cinco plantas de las cuales se colectaron cuatro brotes tiernos infestados con estados inmaduros del insecto. El trabajo de campo consistió en colectar brotes tiernos no mayores a 8 centímetros de la copa del árbol en los diferentes puntos cardinales de las plantas seleccionadas para determinar la presencia del insecto vector, siendo un total de 40 plantas muestreadas cada 15 días. El material biológico fue depositado en bolsas plásticas herméticas etiquetadas, junto con gel refrigerante, para posteriormente ser llevadas al laboratorio de la Facultad de Agricultura del Valle del Carrizo FAVC y contabilizar el número de especímenes (huevecillos y ninfas), con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Posterior al muestreo se llevó a cabo el registro de presencia del insecto vector en sus diferentes etapas biológicas de desarrollo: huevo, ninfas chicas (N1 y N2), ninfas grandes (N3, N4 y N5) y adultos. Para el registro de la etapa final del ciclo biológico de *D. citri*, se contabilizaron los especímenes totales por brote observados visualmente durante el muestreo.



**Figura 11.** Distribución y horizontes de plantas seleccionadas para la recolección.

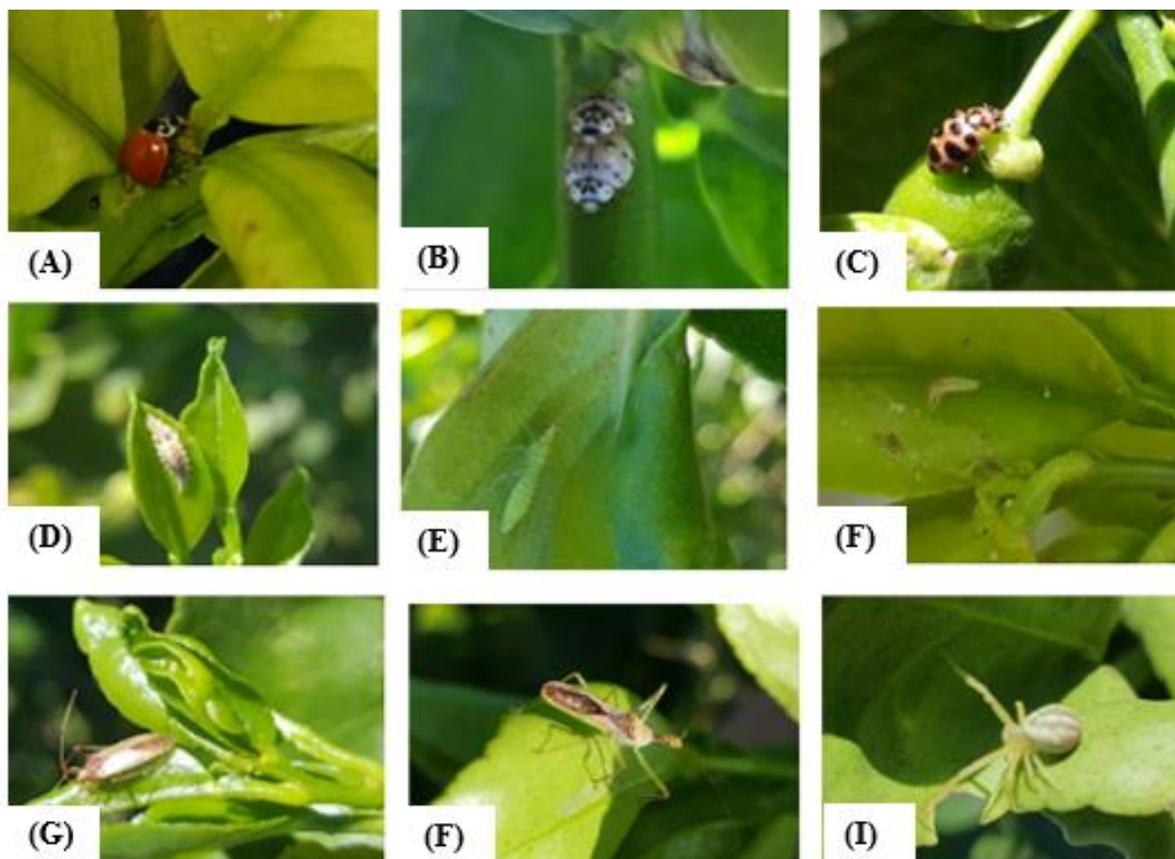


**Figura 12.** Colecta (A), traslado de material biológico (B), adultos en brotes (C) y conteo de etapas biológicas (D).

### 5.3. Registro de Depredadores

Esta actividad se registró quincenalmente al momento del muestreo, anotando la presencia de los insectos depredadores observados en los brotes recolectados de limón persa y limón mexicano. El registro se realizó mediante un monitoreo visual y tomando fotografías para agilizar la toma de muestras. Posterior a la toma de datos, los especímenes depredadores del psílido asiático de los cítricos reportados por Hall (2008), Reyes-Rosas *et al* (2013), Pacheco-Rueda *et al.* (2015), Cortez *et al.* (2016) y Miranda-Salcedo, (2019), se registraron de acuerdo a la fecha,

hospedero, localidad, genero, número y estado de desarrollo.

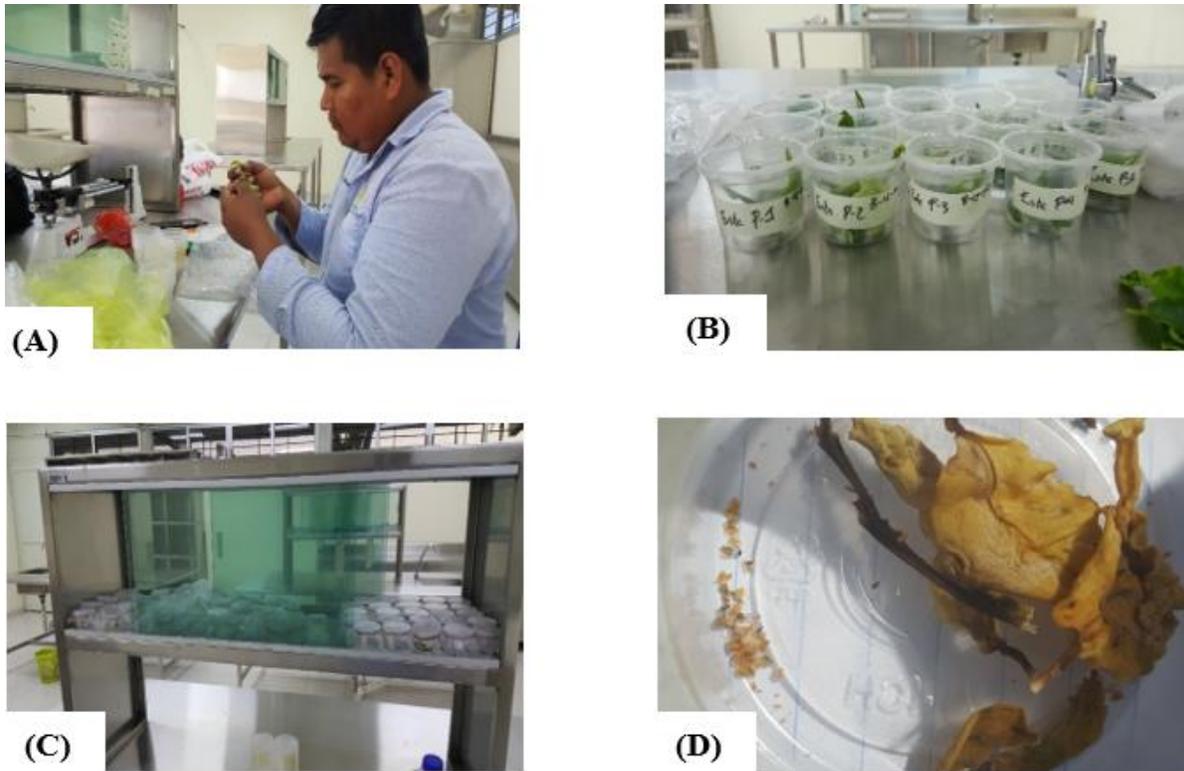


**Figura 13.** Catarinita roja (A), catarinita gris (B), Catarina rosada (C), larva de crisopa (D), adulto de crisopa (D), larva de mosca Syrphidae (E), chinches asesinas (E-F) y araña sin identificar (G).

#### 5.4. Búsqueda de parasitoides

Para llevar a cabo esta actividad se seleccionaron brotes tiernos con presencia de ninfas de N3 a N5, los cuales fueron colectados de plantas diferentes a las que se utilizaron para el muestreo de distribución del PAC. Una vez colectado los brotes, se colocaron en bolsas plásticas en una hielera con gel refrigerante para trasladarlos al laboratorio de la Facultad de Agricultura del Valle del Carrizo FAVC, donde se contabilizaba el número total de ninfas por brote y estos a su vez se confinaban en vasos plásticos cubiertos con tela organza y ajustados con una liga plástica, en 20 días posteriores se verificaba la emergencia de parasitoides. Los parasitoides encontrados se colectaron y se conservaron en alcohol al 70% para su posterior

identificación. El porcentaje de parasitismo se obtuvo al igual que Rodríguez-Palomera, (2012), mediante la relación  $(A/B) * 100$ , donde A refiere al número de parasitoides emergidos y B es el número de ninfas recolectadas.



**Figura 14.** Conteo de estados inmaduros (A), muestras revisadas (B), confinamiento de muestras (C) y muestras con parasitoides emergidos (D).

### **5.5. Temperatura y precipitación registradas.**

Durante el transcurso del estudio del proyecto se estuvieron tomando los datos climatológicos de la estación meteorológica situada en Villa Gustavo Diaz Ordaz, Ahome, Sinaloa en las instalaciones de la Conagua. Estos datos climatológicos recolectados fueron anotados en las bitácoras de trabajo correspondientes al desarrollo del proyecto, dándonos un registro de temperaturas máximas y mínimas, así como precipitaciones registradas durante la investigación. Las temperaturas son un factor muy importante, ya que a partir de su registro podemos calcular si el comportamiento del insecto vector durante su ciclo biológico presenta cambios paulatinos en su metamorfosis. De esta manera, de acuerdo con la bibliografía revisada y a la mención de algunos investigadores, determinamos la evolución de

cada etapa biológica que se está revisando como variable al momento de determinar el nivel de presencia de acuerdo a los datos climatológicos y si estos influyen de manera directa durante su comportamiento.

#### **5.6. Análisis estadístico.**

Con los datos obtenidos se comparó la densidad poblacional de inmaduros por brote, así como los adultos registrados. Los datos no presentaron normalidad por lo cual se definió hacer un análisis de correlación de Pearson entre las diferentes variables, lográndolas correlacionar entre sí, ya que en algún momento no se presentó diferencia significativa a pesar de la diferencia entre valores distantes.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró la distribución del Psílido asiático de los cítricos hacia los diferentes puntos cardinales de dos huertas comerciales de limón persa y limón mexicano (Figura 14 y 15), donde se recolectaron brotes vegetativos y se registró la presencia de *D. citri* en sus diferentes etapas biológicas (huevecillos, ninfas chicas, ninfas grandes y adultos) del mes de febrero del 2020 al mes de febrero del 2021. Se lograron realizar 26 fechas de muestreo con un total de 4,160 brotes contabilizados. Durante la recolección de datos estos fueron capturados en hojas de cálculo del programa Excel. Las huertas comerciales que se estuvieron revisando presentaron incidencia de *Diaphorina citri* y su distribución en limón persa y limón mexicano concuerdan con los estudios realizados previo a esta investigación, donde se menciona que el insecto está presente en todas las épocas del año en alta o baja presencia, reflejando en aumento su población con la presencia de brotes tiernos (García Garduza, 2013; Luna Cruz *et al.*, 2018; Ortega-Arenas *et al.*, 2013).

Durante el transcurso del estudio se observó que la presencia de adultos se reflejaba en mayor abundancia por las orillas de las huertas, observaciones similares nos comparten Sétamou y Bartels (2015), en pomelo y naranja donde las poblaciones de psílicos se encontraron en mayor cantidad en los árboles del perímetro lo que sugiere un fuerte efecto de borde. Sin embargo, el comportamiento espacial de las poblaciones del PAC en el cultivo de limón persa y limón mexicano a nivel fue de tipo agregado. *D. citri* se encontró distribuida en la parte noroeste de la huerta de limón persa donde registro las mayores densidades poblacionales y en el sureste de la huerta de limón mexicano mostro mayor presencia. En limón persa el horizonte que mostro menor presencia fue el sur y en limón mexicano el norte.

Por su parte Yzquierdo-Alvarez *et al.*, (2021), menciona que las densidades poblacionales más altas de *D. citri* se presentan en verano y principios de otoño (de junio a octubre) con un pico poblacional en septiembre y su distribución preferencial fue al horizonte noroeste. En este sentido, Hernández-Landa *et al.*, (2013), comparte que la disposición espacial es dependiente de la densidad, a mayor densidad poblacional, mayor nivel de agregación.

La etapa biológica de huevecillo fue la que se presentó en mayor número en ambas

huertas, logrando el pico poblacional más alto en el mes de enero del 2021 en limón persa al horizonte norte y para limón mexicano el pico poblacional más alto se dio en diciembre del 2020 al lado sureste (Figura 14 y 15). Cabe mencionar que en la huerta Rodríguez establecida con limón persa durante la última semana del mes de noviembre se le realizó una poda total de brazos laterales, lo cual propicio que la planta por naturaleza emitiera un número considerable de brotes nuevos en los cuales se vio reflejada la abundancia de la llegada de adultos del PAC y a partir de ese momento las poblaciones aumentaron en los meses posteriores, donde se observó una mayor dispersión de especímenes en áreas donde era frecuente no encontrar su presencia. Situación señalada ciclos anteriores por Ortega-Arenas *et al.*, (2013), donde mencionan que los incrementos en las infestaciones del PAC muestran una relación positiva con respecto a la abundancia de brotes, y éstos a su vez, con la temperatura y precipitación. Fernández & Miranda., (2005) comentan que la fenología del cultivo puede constituir un factor clave para la supervivencia de *Diaphorina citri*, al existir estrecha sincronía entre el crecimiento del brote y su ciclo de desarrollo. Y es que, de acuerdo a lo mencionado por Virginia (2015), factores intrínsecos al manejo (podas) y la constitución de cada parcela, pudieron ejercer un efecto sobre las poblaciones de *D. citri*. Este insecto estuvo presente, aunque en baja abundancia, a lo largo del periodo de estudio en todas las parcelas. Manzanilla-Ramírez *et al.*, (2018) comentan que los incrementos de sus poblaciones están asociados a la presencia de brotes vegetativos tiernos. Sin embargo, durante algunos meses del año es posible encontrar brotes limpios de *D. citri*, aun cuando son aptos para soportar poblaciones elevadas de este insecto. Esto es resultado de condiciones climáticas que no permiten al insecto colonizar eficientemente el tejido disponible, ya sea alargando el ciclo de vida o incidiendo directamente en su supervivencia (Cicero-Jurado, *et al*, 2017).

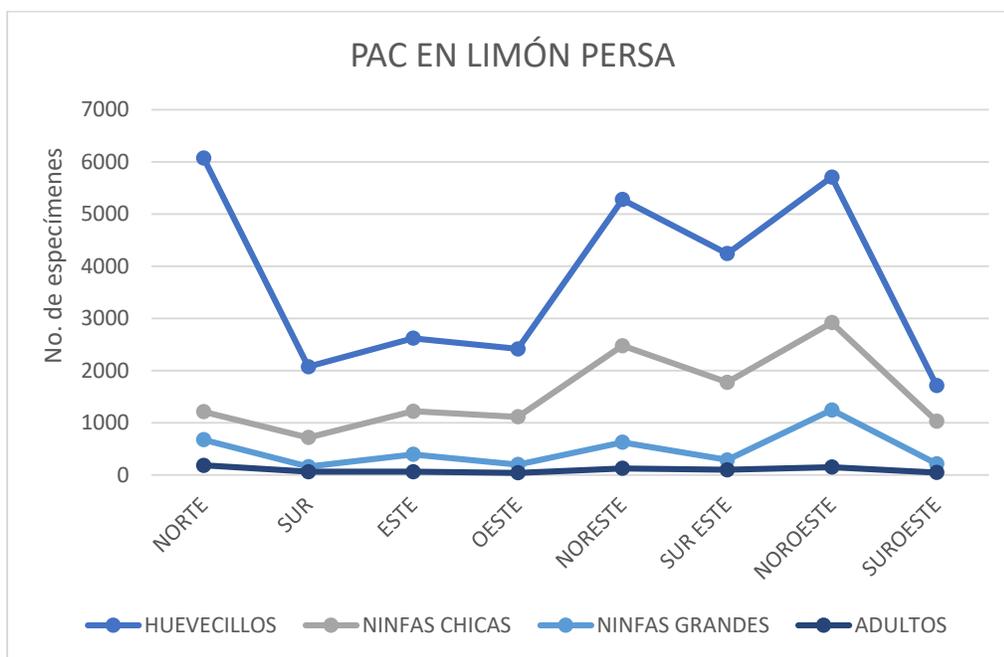
Miranda-Salcedo y López-Arroyo (2010), comentan que, al incrementar la biodiversidad de huertos mediante la presencia de pastos, cultivos trampa y la asociación de policultivos, se favorece la presencia de enemigos naturales y el manejo agroecológico de plagas, lo cual ayudaría a disminuir la distribución del

insecto vector.

En limón mexicano los árboles, aunque pierden vigor, pueden seguir produciendo fruta, lo que permite convivir con la enfermedad. (Robles González *et al.*, 2018).

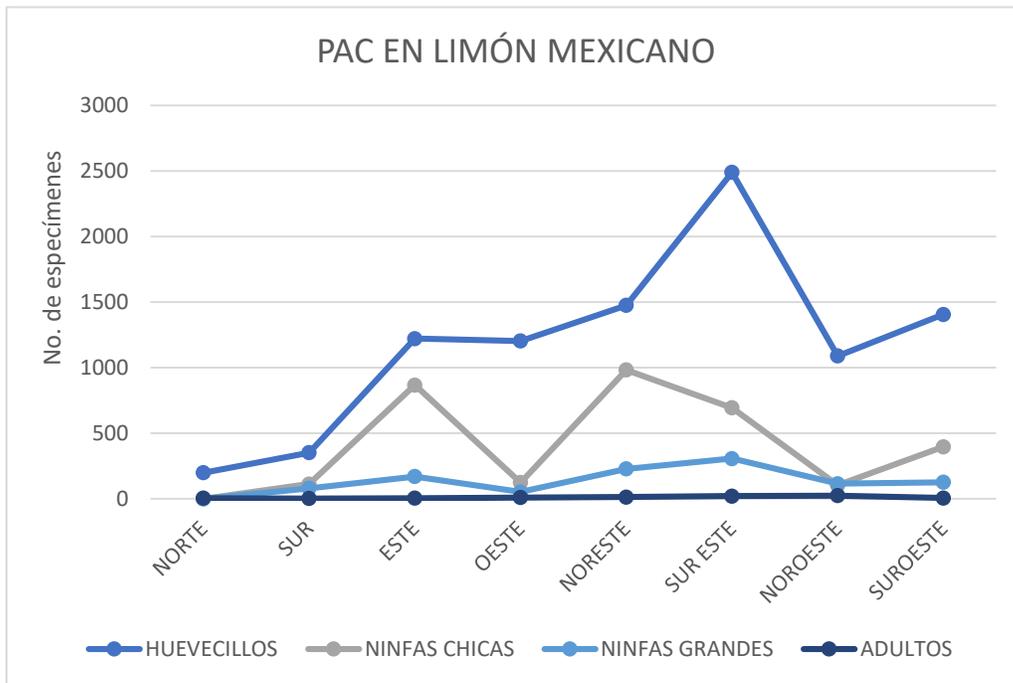
Las diferencias de la distribución entre ambas huertas se mostraron con un nivel de significancia alto, ya que las zonas preferenciales se mostraron muy diferentes. Esto se puede atribuir a diversos factores como las aplicaciones programadas, manejo agronómico del cultivo, riego, nutrición y cercanía de localidades aledañas.

La presencia del control biológico se mostró uniforme al encontrar especies del orden coleóptera, díptera e himenóptera como se había estipulado en los objetivos (Figura No.18). El parasitoide registrado que se encontró fue *Tamarixia radiata*.

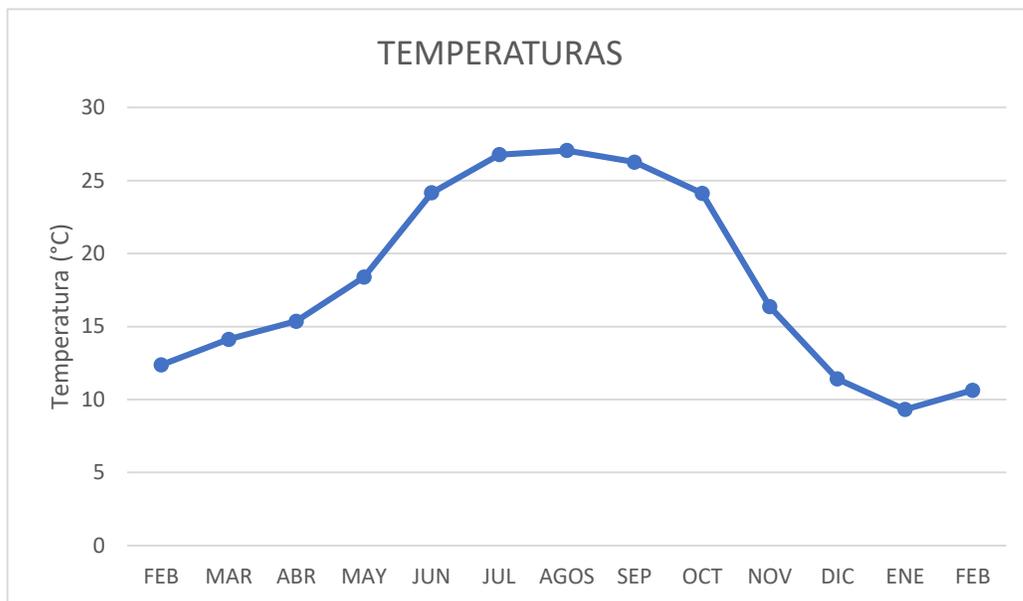


**Figura 15.** Distribución de etapas biológicas del PAC en los diferentes horizontes

en limón persa.



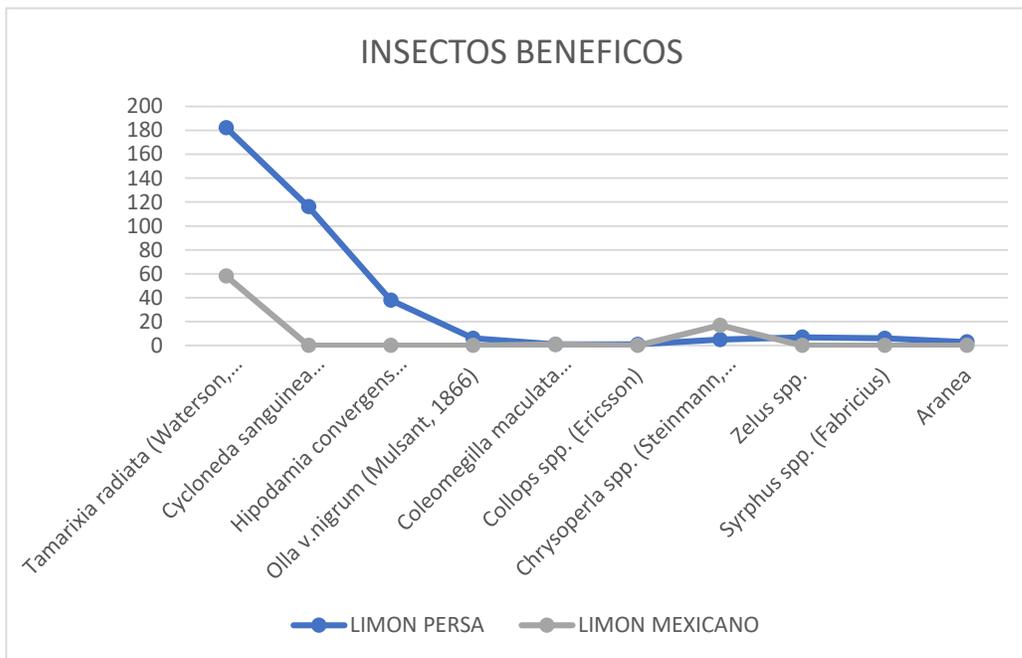
**Figura 16.** Distribución de etapas biológicas del PAC en los diferentes horizontes en limón mexicano.



**Figura 17.** Temperaturas promedio registradas durante el desarrollo del cultivo.



**Figura 18.** Precipitaciones promedio registradas durante el desarrollo del cultivo.



**Figura 19.** Poblaciones de enemigos naturales registrados en huertas de limon persa y limon mexicano.

## VII. CONCLUSIONES

La distribución del insecto vector se mostro de tipo agregada, ya que las diferentes etapas biológicas del PAC mostraron presencia constante. El horizonte noroeste en la huerta establecida con limón persa presento mayor presencia del insecto con 10,028 individuos (huevecillos, ninfas chicas, ninfas grandes y adultos), seguido de noreste 8,515 y norte con 8,150 registros. Los horizontes con menor presencia fueron el suroeste con 3,019 y el sur con 3,022 registros. En esta huerta solo se realizaron tres aplicaciones para plagas durante todo el periodo de revisión. En la huerta de limón mexicano la presencia del insecto fue menor ya que mensual o cada dos meses se realizaba una aplicación programada dirigida a plagas. El horizonte con mayor presencia fue el sureste con 3511 registros, seguido del este con 2264 individuos. Los horizontes con menor presencia fueron el norte con 204 y el sur con 547 estados biológicos registrados.

Durante el desarrollo de la investigación la presencia del insecto vector en sus diferentes etapas biológicas se mostró constante, sin embargo, es de suma importancia mencionar que en limón persa a inicios de la investigación mostro más bajo el nivel de presencia que en limón mexicano. Esto supone que fue a la baja presencia de brotes nuevos en la huerta. Los arribos del insecto se encontraron en mayor cantidad por las zonas periféricas de las huertas muestreadas. Atribuimos este comportamiento debido a la cercanía de pueblos habitados, ya que existen cítricos de traspatios que en su mayoría no son tratados para combatir este tipo de insecto vector. En ambas huertas muestreadas la etapa biológica que se encontró en mayor abundancia fueron los huevecillos, seguido de ninfas chicas, ninfas grandes y adultos. Es imprescindible mencionar que para controlar la presencia de *Diaphorina citri* en huertas comerciales, podemos iniciar con aplicaciones por la periferia del lote tipo anillo o en zonas de presencia y cuando se alcancen niveles altos de infestación hacer una aplicación total. La presencia de insectos benéficos se mostro de manera prolongada, ya que existio una clara relación de incremento entre la proliferación de huevecillos, ninfas del PAC y los controladores biológicos.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Ammar, E. D., Ramos, J. E., Hall, D. G., Dawson W.O. y Shatters R. H. Jr. (2016).** Acquisition, Replication and Inoculation of *Candidatus Liberibacter asiaticus* following Various Acquisition Periods on Huanglongbing-Infected Citrus by Nymphs and Adults of the Asian Citrus Psyllid. PLOS ONE. 11(7): e0159594. <https://doi-org/10.1371/journal.pone.0159594>
- Arredondo-Bernal, H. C., Sánchez-González, J. A. & Mellín-Rosas, M. A. (2013).** Taller Subregional de Control Biológico de *Diaphorina citri*, vector del HLB. FAO-SENASICA. pp.65. <http://www.fao.org/3/as132s/as132s.pdf>
- Barbé S., Ruiz-García. A. B., Morán F., Olmos A., Vicent A., Vives M. C. y Marco-Noales E. (2020).** Las enfermedades que nos amenazan: El nuevo desafío de la globalización. Instituto valenciano de investigaciones agrarias (IVIA). Monografía. Capítulo 13. España. pp. 227.243.
- Bové, J.M. (2006).** Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. Journal of Plant Pathology. Edizioni ETS Pisa. 88(1). pp 7-37.
- Bové, J.M. (2012).** Huanglongbing and the future of citrus in Sao Paulo state, Brazil. Journal of Plant Pathology. Edizioni ETS Pisa. 94(3). pp 465-467.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN). (2019).** Campaña contra plagas de los Cítricos. <https://www.cesavesin.mx/plagas-reglamentadas-de-los-citricos/>
- Cicero-Jurado, L., Lomas-Barrié, C. T., Loeza-Kuk, E., Sánchez-Borja, M., y Arredondo-Bernal, H.C. (2017).** Control del Psílido Asiático de los Cítricos mediante el parasitoide *Tamarixia radiata* en el campo 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.
- Coronado-Blanco, J. M., & Ruiz-Cancino E. (2004).** Registro del "Psílido Asiático de los Cítricos", *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) para México. Nota Científica. Folia Entomol. Mex. 43(1). 165-166.
- Cortez-Mondaca E., Loera-Gallardo, J., Hernández-Fuentes, L. M., Barrera-Gaytan, J. F., Fontes-Puebla, A. A., Díaz-Zorrilla, U., Jasso-Argumedo, J., Reyes-Rosas, M. A., Manzanilla-Ramírez, M. A., y López-Arroyo, J. I. (2013).** Manual para el uso de insecticidas convencionales y alternativos en el manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos, en México. Folleto técnico No. 36. SAGARPA-INIFAP-CIRNO-CEVAF. Juan José Ríos, Sinaloa, México. 56 pág. ISBN: 978-607-37-0016-0.
- Cortez-Mondaca E. (2014).** Manejo integrado de *Diaphorina citri*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias(INIFAP). Fundación Produce Sinaloa, A. C. Tecnologías para el productor. Culiacán, Sinaloa,

México. pp. 14. ISBN 978-607-8347-049

- Cortez-Mondaca, E., López-Arroyo, J. I., Rodríguez-Ruiz, L. Partida-Valenzuela, M. P. & Pérez-Márquez, J. (2016).** Especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama en cítricos y capacidad de depredación en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7 (2). 363-374. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000200363&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000200363&script=sci_arttext).
- Cortez Mondaca E., Lugo Angulo N. E., Pérez Márquez J. y Apodaca Sánchez M. A. (2011).** Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. Nota Técnica. *Revista Científica UDO Agrícola*. 11(1): 97-103.
- Da graca J. V. (2008).** Biology, history and world status of Huanglongbing. Memorias del 1 Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberibacter spp.*) y el Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Hermosillo, Sonora, México. 7 pag.
- Da graca J. V. (2010).** Etiology, history and world situation of citrus Huanglongbing. 2° Taller Internacional sobre Huanglongbing y el Psílido Asiático de los Cítricos. Mérida, Yucatán, México. 7 pag.
- Fernández, M. & Miranda, I. (2005a).** Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Rev. Protección Veg.* Vol. 20. No. 3. 27-31.
- Fernández M., Miranda I. (2005).** Comportamiento de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte 11: Conducta preferencial con relación a la fenología del cultivo. *Rev. Protección Veg.* Vol. 20. No. 2. Pp. 122-124. Cuba.
- Fernández, M. & Miranda, I. (2005b).** Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III: Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar. *Rev. Protección Veg.* Vol. 20. No. 3. 161-164.
- Fonseca O., Valera N. y Vásquez C. (2007).** Registro y ciclo de vida de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en tres hospederos en el estado Lara, Venezuela. *Entomotropica*. Vol. 22(3). pp. 145-152. ISSN:1317 -5262.
- Flores-Aguilar A., Luna-Rodríguez M., Hernández-Castellanos B., y Castañeda-Ortega J. C. (2020).** Primeros reportes de la presencia y frecuencia de sexos de *Diaphorina citri* Kuwayama en zonas del centro y norte del estado de Veracruz, México. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*. Hidalgo, México. Vol. 12. No. 7. pp 610-613. ISSN online 1946-5331.
- Flores-Sánchez, J. L., Mora-Aguilera, G., Loeza-Kuk, E., López-Arroyo, J. I., Domínguez-Monge, S. Acevedo-Sánchez, G. & Robles-García, P. (2015).** Pérdidas en producción inducidas por *Candidatus Liberibacter asiaticus* en Limón Persa, en Yucatán México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 33(3): 195-210. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-)

33092015000200195.

- Gaona-García, G., Coronado-Blanco, J. M., Cázares-Robledo, A., Lara-Villalón, M. y Sánchez-Ramos, G. (2012).** El psílido asiático de los cítricos en la zona centro de Tamaulipas, México. Ruiz-Cancino, E. y J.M. Coronado-Blanco (coordinadores). Recursos Naturales. pp. 77-87.
- García Garduza, D. (2012).** Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en la Sabana de Huimanguillo, Tabasco, México. 22.
- García Garduza, D., Sánchez Soto, S., Romero Nápoles. J., & Pérez Flores. J. (2013).** Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*), en Huimanguillo, Tabasco, México. Revista Colombiana de Entomología, 39(2): 201-204.
- García Pérez, F. (2013).** Caracterización morfométrica y genética de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) de Rutáceas en Cazones, Veracruz, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México pp. 89.
- 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. Vol. 42. No. 1. pp. 36-42.
- Garza, U. E. (2014).** El Psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* y su manejo en la Zona Media y Huasteca Potosina. Folleto para productores No. 22. INIFAP. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/1000.pdf>
- Gómez H. D. (2008).** Experiences on HLB (Huanglongbing) symptoms detection in Florida. Memorias del 1 Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberibacter spp.*) y el Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Hermosillo, Sonora, México. 7 pag.
- Grafton-Cardwell, E. E. y Daugherty M. P. (2018).** UC IPM Pest Notes: Asian Citrus Psyllid and Huanglongbing Disease. UC ANR Publication 74155. Oakland, CA. pp. 6.
- Grafton-Cardwell, E. E., Godfrey, K. E., Rogers, M. E., Childers, C. C. & Stansly, P. A. (2006).** Asian Citrus Psyllid. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8205. Oakland, CA. 8 pag.
- Grafton-Cardwell, E. E., Stelinski, L. L. & Stansly, P. A. (2013).** Biology and Management of Asian Citrus Psyllid, Vector of the Huanglongbing Pathogens. Annual Review of Entomology, 58, 413-432.
- Halberth, S.E. and Manjunath, K. L (2004).** Asian Citrus Psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greenin disease of citrus: A literatura review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist* 87(3):330-353.
- Hall, D. G. (2008).** Biological control of *Diaphorina citri*. 1 taller internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus liberibacter spp.*) y el psílido

asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Pag. 7.

- Hall, D. G. (2010).** Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. 2° Taller Internacional sobre Huanglongbing y el Psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México. 7 p.
- Hall, D. G., Richardson, M. L., Ammar, E. D., y Halbert. S. E. (2012).** Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. Entomología Experimentalis et Applicata. 146(2). 207-223.
- Hernández, M. B. (2013).** Enfermedades Bacterianas Asociadas a Cítricos. XL Congreso Nacional y XV Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Revista Mexicana de Fitopatología, Vol. 31 (Suplemento). pp 61-62.
- Hernández-Landa, L., López-Collado, J., García-García, C. G., Osorio-Acosta, F. y 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 (nueva serie), Vol. 29. Núm. 2. pp. 334-345. ISSN:0065-1737.
- Liu, Y. H., & Tsai, J. H. (2000).** Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Ann. Appl. Biol. 137, 201-206.
- López-San Juan, M. P., Ortega-Arenas, L. D., López-Buenfil, J. A., Cambron-Crisantos, J. M., Magallanes-Tapia, M. A. & Nava-Díaz, C. (2020).** Endosymbionts associated with *Diaphorina citri*, vector of *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Revista Chapingo Serie Horticultura, 27(1), 43-54. Doi: 10.5154/r.rchsh.2019.12.022.
- Luna-Cruz, A., Escamilla-García, J. L., Barrera-Pardo, S. I., & Loera-Alvarado, E. (2018).** Fluctuación Poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en el Valle de Apatzingán, Michoacán. Acta zoológica mexicana, 34, e3412144. Epub 30 de noviembre de 2018. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412144>.
- Manzanilla-Ramírez, M.A., Velázquez-Monreal, J. J., Bermúdez-Guzmán, M. J., García-Mariscal, K. P., Orozco-Santos, M. y Robles-González, M. M. (2018).** Manejo integral del cultivo de limón mexicano en un escenario de alta incidencia de HLB. Folleto técnico para productores No. 20. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 26 pág.
- Mead, F. W. and Fasulo. T. R. (2010).** Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae). EDIS, 2010 (4).
- Miranda-Salcedo, M. A. (2019).** Biología y control del Psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Liviidae) en Michoacán. Entomología mexicana. 6. pp. 140-145.
- Miranda-Salcedo M. A. y López-Arroyo J. I. (2010).** Avance de investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama

(Hemiptera: Psyllidae) en Michoacán. 3er Congreso Nacional "Mitigación del Daño Ambiental en el Sector Agropecuario de México". pp. 73-85.

**Mora-Aguilera, G., Robles-García, P., López-Arroyo, J. I., Flores-Sánchez, J., Acevedo-Sánchez, G., Domínguez-Monge, D. & González-Gómez, R. (2016).** Situación Actual y Perspectivas del Manejo del HLB de los Cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 32(2). 108-119.

**México: Producción de cítricos (2019).**  
<https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/citrus-production>

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013).** Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. pp.76.  
<http://www.fao.org/3/i3319s/i3319s.pdf>

**Ortega-Arenas, L. D., Villegas-Monter, A., Ramírez-Reyes, A. J. & Mendoza-García, E. E. (2013).** Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazonas, Veracruz, México. *Acta zoológica mexicana*, 29(2), 317-333. ISSN: 0065-1737.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372013000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372013000200005).

**Pacheco-Rueda, I., Lomeli-Flores, J. R., López-Arroyo, J. I., González-Hernández, H., Romero-Napoles, J., Santillán-Galicia, M. T., & Suarez-Espinoza, J. (2015).** Preferencia de tamaño de presa en seis especies de Chrysopidae (Neuroptera) sobre *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2). pp. 187-193.

**Palomares-Perez, M., Córdoba-Urtiz, E. G., Sánchez-González, J. A., Medina-García, N. I., Hernández-Mendoza, R., Perez-Díaz, V. H., & Arredondo-Bernal, H. C. (2015).** Aspectos biológicos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones no controladas en invernadero. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(2). pp. 228-234.

**Quijano C. J. A. (2013).** Modelo de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de la enfermedad HLB de los cítricos. Tesis de Doctorado. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. México. pp. 78.

**Reyes-Rosas, M. A., Loera-Gallardo, J. & López-Arroyo, J. I. (2013).** Comparación de control natural y químico del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(4). pp. 495-501.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400001).

**Robles-González, M. M., Velázquez-Monreal, J. J., Manzanilla-Ramírez, M. Á., Orozco-Santos, M., Medina-Urrutia, V. M., López-Arroyo, J. I., & Flores-Virgen, R. (2013).** Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1). pp 15-

31. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.01.005>.

- Robles-González, M. M., Orozco Santos, M., Manzanilla Ramírez, M. A. Velázquez Monreal, J. J., Medina Urrutia, V. M., & Sánchez Stuchi, E. (2018).** Experiencias con huanglongbing en limón mexicano en el Estado de Colima, México. *Citrus Research & Technology*, 39, el039. <https://doi.org/10.4322/crt.16518>
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Robles-Bermúdez, A., Carbajal-Cazola, C. y 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), Vol. 28. No. 3. pp. 625-629. ISSN: 0065-1737.
- Santos-Amaya, O. F., Guerrero-Rojas, M. R., y Palacino-Cordoba, J. H. (2020).** Bases para el manejo integrado de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): vector del HLB de los cítricos. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)-Asociación Hortofrutícola de Colombia (ASOHOFrucol). 31 Pág. ISBN: 978-958-52391-4-2.
- Salcedo-Baca, D., Hinojosa, R. A., Mora-Aguilera, G., Covarrubias-Gutiérrez, I., DePaolis, F. J. R., Mora-Flores, J. S. & Cíntora-González, C. L. (2010).** Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. IICA-SENASICA-SAGARPA. México. pp. 16.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2009).** Diario Oficial de la Federación. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5097925](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5097925).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), SENASICA y SINAVEF. (2012).** Ficha técnica *Diaphorina citri* Kuwayama. Psílido asiático de los cítricos. 18 p. <http://langif.uasp.mx/plagasdevastadoras/documentos/fichas/Diaphorina%20Citri.pdf>.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016).** Planeación Agrícola Nacional 2016-2030. Cítricos; limón, naranja y toronja mexicanos. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257073/Potencial-C\\_tricos-parte\\_uno.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257073/Potencial-C_tricos-parte_uno.pdf).
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2016).** Manual de reproducción de *Tamarixia radiata*. Principal parasitoide del psílido asiático de los cítricos, vector del HLB. pp. 64. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/manuales-cnrcb>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2019).** Sanidad Vegetal. Primer informe mensual: Campaña contra plagas reglamentadas de cítricos. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/460646/Primer\\_informe\\_m](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/460646/Primer_informe_m)

ensual\_PRC\_2019.pdf.

- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2019).** Programa de trabajo específico de la campaña contra plagas reglamentadas de los cítricos a operar con recursos del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2019, componente de campañas fitozoosanitarias en el estado de Sinaloa. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/561912/CITRICOS.pdf>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020).** Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Sétamou M, y Bartels D.W. (2015).** Living on the Edges: Spatial Niche Occupation of Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), in Citrus Groves. PLOS ONE. 10(7): e0131917. 21 pág. Doi: 10.1371/journal.pone.0131917.
- Sétamou, M., Alabi, O. J., Kunta, M., Dale, J. and da Graca, J. V. (2020).** Distribution of *Candidatus Liberibacter Asiaticus* in citrus and the Asian citrus psyllid in Texas over a decade. *Plant Disease*, 104(4), 1118-1126.
- Suaste-Dzul, A., Gallou, A., Félix-Portillo, M., Moreno-Carrillo, G., Sánchez-González, J., Palomares-Pérez, M., & Arredondo-Bernal, H. (2017).** Seasonal incidence of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” (Rhizobiales: Rhizobiaceae) in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Colima, Mexico. *Tropical Plant Pathology*, 42(5). 410-415.
- Trujillo-Arriaga, J., Sánchez-Anguiano, H. M., Robles-García, P.L. (2008).** Situación actual y perspectivas del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México. 1 taller internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus liberibacter spp.*) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). México. Pag. 3.
- Trujillo, A. J. (2010).** Situación actual, regulación y manejo del HLB en México. Memorias de 2° Taller Internacional del Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México. pp. 141-149.
- Tsai J. H., & Liu Y. H. (2000).** Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four hosts plants. *J. Econ. Entomol.* 93(6). 1721-1725.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2020).** Foreign Agricultural Service. Report Name: Citrus Annual: Report Number:MX2020-0075. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Citrus%20Annual\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_12-15-2020](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Citrus%20Annual_Mexico%20City_Mexico_12-15-2020)
- Valencia S. K. y Duana A. D. (2019).** Los cítricos en México: Análisis de eficiencia técnica. Análisis económico. Vol. XXXIV. Núm. 87. pp. 269-283. ISSN: 0185-3937 e ISSN: 2448-6655.
- Varón D. E. H., Flórez C. M., Pérez L. y Jaramillo B. C. (2020).** Comparación de técnicas de muestreo para *Diaphorina citri* Kuwayama en cultivos de cítricos del Tolima, Colombia. *Revista de Protección Vegetal*. Vol. 35. No. 3. pp. 11.

E-ISSN: 2224-4697.

**Virginia Catzim Vannesa. (2015).** Dinamica poblacional y enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), en limón persa en Quintana Roo. Tesis de maestría. Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo, México. pp. 114.

**Yzquierdo-Alvarez, M. E., Rincón-Ramírez, J. A., Loeza-Kuk, E., López-Olguín, J. F., Aceves-Navarro, L. A., Ortiz-García, C. F. (2021).** Fluctuación espacio-temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*) en la zona citrícola de Huimanguillo Tabasco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. Vol. 37. pp 1-14. E-ISSN 2448-8445. <http://doi.org/10.21829/azm.2021.37123>.

**Zaragoza S. (2009).** Nueva amenaza sobre los cítricos del mediterráneo. El Huanglongbing en 16 preguntas. FRuTRoP your monthly journal. Edición especial. Número 168. Recuperado de: <https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00001509.pdf>.