

2024 Actividad de vuelo de *Diaphorina citri* Kuwayama (1908) en huertas de naranja Valencia en
Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

Berenice Velázquez Barrera



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales

Licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable

**Actividad de vuelo de *Diaphorina citri* Kuwayama (1908) en
huertas de naranja Valencia en Concá, Arroyo Seco,
Querétaro.**

Tesis individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Licenciado en Producción Agropecuaria Sustentable

Presenta:

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Berenice".

Berenice Velázquez Barrera

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
 Facultad de Ciencias Naturales
 Licenciatura en Producción Agropecuaria Sustentable

Actividad de vuelo de *Diaphorina citri* Kuwayama (1908) en huertas de naranja
 Valencia en Concá, Arroyo seco, Querétaro.

Tesis individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
 Licenciado en Producción Agropecuaria Sustentable

Presenta:

Berenice Velázquez Barrera

Dirigido por:

M. en C. Javier Alejandro Obregón Zúñiga

SINODALES

M. en C. Javier Alejandro Obregón Zúñiga

Presidente

Firma

Inq. Juan Bautista Castillo Vega

Firma

Secretario

Dr. Ausencio Azuara Domínguez

Firma

Suplente

M.en C. Judith Gabriela Luna Zúñiga

Firma

Vocal

Dr. Guillermo Abraham Peña Herrejón

Firma

Vocal

Centro Universitario

Querétaro, Qro.

Abril,

2024

México

Resumen

En el Valle de Concá, la presencia de *Diaphorina citri* Kuwayama y la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* ha causado el aborto de flores, frutos, amarillamiento de ramas, moteado asimétrico de las hojas, deformación de frutos y muerte del árbol. Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo de tesis fue determinar y analizar la correlación entre la actividad de vuelo de *D. citri* y la humedad, precipitación y temperatura en Valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro. Los adultos de *D. citri* fueron registrados en las trampas adhesivas amarillas cada quince días de enero a diciembre de 2019. A la par del trampeo, la humedad, precipitación y temperatura fue registrada en el área de estudio. Los adultos de *D. citri* fueron registrados todo el año, no obstante, la abundancia mayor de adultos se registró en julio y septiembre. La fluctuación poblacional registrada de los adultos de *D. citri* no está correlacionada los factores ambientales del Valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

Palabras clave: Deformación, correlación, trampas, abundancia, factores ambientales.

Summary

In the Conca Valley, the presence of *Diaphorina citri* Kuwayama and the bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* has caused the abortion of flowers, fruits, yellowing of branches, asymmetrical mottling of the leaves, deformation of fruits and death of the tree. Due to the above, the objective of this thesis work was to determine and analyze the correlation between the flight activity of *D. citri* and humidity, precipitation and temperature in Valle de Conca, Arroyo Seco, Querétaro. *D. citri* adults were recorded in the yellow sticky traps every fifteen days from January to December 2019. Along with trapping, humidity, precipitation and temperature were recorded in the study area. Adults of *D. citri* were recorded all year round, however, the highest abundance of adults was recorded in July and September. The recorded population fluctuation of *D. citri* adults is not correlated with the environmental factors of the Conca Valley, Arroyo Seco, Querétaro.

Keywords: Deformation, correlation, traps, abundance, environmental factors.

Dedicatoría

A Dios por darme sabiduría, salud, fuerza, comprensión para lograr vencer los miedos y haberme permitido superar obstáculos que se presentaron a lo largo de mi formación académica.

A mis padres; José Velázquez Reséndiz y Noemí Barrera Guerrero quienes han estado siempre apoyándome incondicionalmente, aconsejándome, dándome cariño y ánimos para seguir adelante para que nunca me dé por vencida.

A mis hermanos y hermanas, Noé, Ana Elena, José Manuel, Rafael, Andrés, Job, Josué y Estrella, que son mi fortaleza y mi fuente constante de superación, además reconozco el apoyo que me han brindado, pero también la confianza que han depositado en mí.

A mis tíos José Luis Barrera Guerrero e Isabel Barrera Hernández por el apoyo y respaldo brindado para mi formación académica.

A mis queridos abuelos Rafael Barrera Vázquez †, Ana María Guerrero Soria †, Andrés Velázquez Guerrero † y María Elena Reséndiz Ramírez †.

A don Zeferino Olvera Estrada † y a su esposa María de los Ángeles Herrera, a mi tía abuela Martimiana Reséndiz Ramírez †, a doña Gloria García Zúñiga y Reina García Zúñiga.

A mis profesores que formaron parte de mi formación académica y que me brindaron su amistad, así mismo agradezco el apoyo que me brindaron siempre que lo necesite.

A mis amistades, Juan Eduardo García Sánchez, María de Jesús Medellín, Ana Janeth Duarte Alvarado, María Guadalupe Jiménez Carranza, María del Carmen Gonzáles Nieto, Anel Nallely Guerrero Mendoza, Alexis Vélez Hernández, Daniela Reséndiz Balderas, Hipólito Medellín Ramos y María Guadalupe Arellano Suárez por la amistad, apoyo, confianza y ánimos que me han brindado para no rendirme.

A las personas que me han apoyado de diferentes maneras y que además estuvieron presentes a lo largo de mi proceso de formación académica.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Conca, por permitir continuar con mi formación académica.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Querétaro por el apoyo brindado para la realización del trabajo de campo para mis estudios de licenciatura.

Al Ing. Juan Bautista Castillo Vega por el apoyo, confianza y por haberme permitido colaborar con él para formarme como persona y profesionalista.

Al M. en C. Javier Alejandro Obregón Zúñiga por el apoyo, respaldo, confianza, asesoría y orientación para la dirección de este trabajo de tesis.

A los productores de las huertas monitoreadas por la facilidad que nos otorgaron para realizar el presente trabajo.

Al Dr. Eduardo Luna Sánchez por el apoyo en la elaboración de los mapas de ubicación.

Índice

1. Introducción	5
2. Revisión de literatura	7
2.1. Citricultura en el mundo, en México y en Querétaro.....	7
2.2. Generalidades de <i>Diaphorina citri</i>	11
2.2.1. Origen y distribución	11
2.2.2. Taxonomía	12
2.2.3. Ciclo de vida	12
2.3. Hospederos y daños.....	16
2.4. Estudios de caso de <i>D. citri</i>	19
3. Hipótesis.....	26
4. Objetivo general	26
4.1. Objetivos específicos	26
5. Materiales y métodos.....	26
5.1. Área de estudio.....	26
5.2. Características de las huertas muestreadas	26
5.3. Muestreo de adultos de <i>Diaphorina citri</i>	28
7. Conclusiones.....	36
8. Referencias.....	37
9. Anexo	48

Índice de figuras:

Figura 1: Mapa de los principales países productores cítricos (Citrica, 2019)	7
Figura 2: Mapa de las principales zonas productoras de cítricos en México (SADER Y SENASICA, 2019).	8
Figura 3: Distribución geográfica del Psílido asiático de los cítricos (Diaphorina citri). Elaborado por EPPO, (2024).	11
Figura 4: Adulto de Diaphorina citri (Augier et al., 2020).	12
Figura 5: Desarrollo y duración de los estados de desarrollo de Diaphorina citri (García et al., 2016).....	13
Figura 7: Representación de los estadios ninfales I a V de Diaphorina citri (Hall ,2006).	14
Figura 8: Secreción cerosa de las ninfas de Diaphorina citri en hojas de naranja Valencia.....	15
Figura 9: Adulto de Diaphorina citri (Augier et al., 2020)	16
Figura 10: Aborto de frutos de naranja Valencia	18
Figura 11: Deformación de las hojas de naranja Valencia	19
Figura 12: Muerte paulatina de los árboles	19
Figura 13: Ubicación geográfica de las huertas de cítricos con monitoreo de D. citri en Concá, Arroyo Seco.....	28
Figura 14: Media de captura mensual en las 5 huertas de muestreo en Concá, Arroyo Seco	31
Figura 15: Media de captura en las huertas muestreadas.	32
Figura 16: Representación de la media de captura mensual y la temperatura.	33
Figura 17: Representación de la media de captura mensual y la precipitación.	34
Figura 18: Representación de la media de captura mensual y la humedad.	34
Figura 19: Correlación de factores ambientales (A: temperatura, B: Precipitación, C: Humedad) y la media de captura mensual.....	34
Figura 20: Aplicación de control químico y biológico durante el ciclo de estudio. ...	35

Listado de tablas

Tabla 1: Distribución de áreas citrícolas con manejo fitosanitario en el estado de Querétaro (Gobierno de México, 2013).....	9
Tabla 2: Hectáreas infectadas de HLB y que serían atendidas en 2019 (Gobierno de México, 2018).	10

Índice de anexos

Anexo 1: Huertas monitoreadas.....	48
Anexo 2: Monitoreo con trampas amarillas	49
Anexo 3: Control biológico	50
Anexo 4: Control químico.....	51
Anexo 5: Revisión de trampas	52
Anexo 6: Hojas con adultos de <i>D. citri</i>	53

1. Introducción

En México, la citricultura es una de las actividades frutícolas de mayor importancia, ya que posiciona al país dentro de los primeros lugares en la producción cítrica a nivel mundial, con 526 mil hectáreas, 6.7 millones de toneladas y un valor mayor a los 8,050 millones de pesos (Martínez, 2017). De los cítricos que se producen en México, el cultivo de naranja, en el 2015, ocupó el primer lugar con una producción con casi 4 millones de toneladas, donde destacan los estados de Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí, que en conjunto aportaron el 67% de la producción cosechada a nivel nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017).

Además del cultivo de naranja, en la producción de limón, mandarina, toronja y lima participan 67 mil familias mexicanas, donde se generan 70 mil empleos directos y 250 mil indirectos. Debido a esto, la citricultura es una actividad rentable, ecológica por el uso reducido de agroquímicos e importante socialmente porque generará mano de obra durante todo el año (Martínez, 2017). En la actualidad, la citricultura está seriamente amenazada por el Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) (Baños et al., 2015) y la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, que en conjunto ocasionan la enfermedad conocida como Huanglongbing o HLB (Mora et al., 2014). Que, a partir de su detección en México existe una campaña fitosanitaria enfocada al control del HLB en todos los estados con producción cítrica (NOM-EM-047-FITO-2009).

Con base en diferentes estudios, se sabe que los árboles enfermos de HLB no tienen cura. Estos producen frutos pequeños, deformes e insípidos, los frutos maduran de forma inversa, ocurre el aborto de semillas, las hojas son moteadas y el árbol genera brotes amarillos (Ortega et al., 2013 y SAGARPA, 2014).

En Querétaro, con el fin de evitar daños y pérdidas económicas ocasionados por el HLB se aplica aceite mineral, se libera de forma masiva al parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston. Así mismo, se realiza el monitoreo de *D. citri* (CESAVEQ, 2021). Estas medidas también se replican en la zona de Concá para el manejo del HLB y su vector *D. citri* en huertos de traspatio y comerciales (Gobierno de México, 2021).

Dada la importancia de los adultos de *D. citri* como vectores de la bacteria causante del HLB, el objetivo del presente trabajo de tesis fue determinar y analizar si la actividad de vuelo de *D. citri* tiene relación con la humedad, precipitación, y temperatura del Valle de Concá, Arroyo Seco, Querétaro; zona enmarcada dentro de la jurisdicción de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, donde la principal actividad es la agricultura

2. Revisión de literatura

2.1. Citricultura en el mundo, en México y en Querétaro.

La citricultura en el mundo es de suma importancia para aquellos países que se ubican en las zonas tropicales y subtropicales, debido a que la producción oscila cerca de los 107 millones de toneladas, destacándose como principales países productores Brasil, Estados Unidos, China, México y España (Rodríguez y Mendoza, 2014) y SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2022) pero hay factores que afectan el rendimiento productivo tal como el clima, el material genético, prácticas culturales, plagas y enfermedades (Pérez et al., 2019).



Figura 1: Mapa de los principales países productores citrícolas (Citríca, 2019)

En México, la industria citrícola es una de las principales actividades agrícolas con mayor importancia productiva, lo que permite al país posicionarse como el cuarto lugar de producción de cítricos a nivel mundial (Rodríguez y Mendoza, 2014), dicha producción se distribuye en 23 estados del territorio nacional, de la superficie que se encuentra cultivada el 68.5% corresponde a la naranja, 20.5% limón mexicano, 5.2 % al limón persa y el 5.8% a la producción de toronja, mandarina y tangerina, resaltando los estados de Veracruz (41.46%), San Luis Potosí (8.68%), Michoacán (8.25%) y Tamaulipas (7.42%) como principales productores citrícolas (Rodríguez y Mendoza, 2014), así mismo el SIAP en 2018 registró que Veracruz era el estado con mayor superficie sembrada de naranja, con más de 17,000 ha a 51, 000 ha (Figura 1).



Figura 2: Mapa de las principales zonas productoras de cítricos en México (SADER Y SENASICA, 2019).

Además de ser una actividad importante económicamente, se encuentra amenazada por plagas como *Diaphorina citri* y la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* causante de la enfermedad Huanglongbing (HLB) que es una de las más devastadoras porque el complejo del Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) y la bacteria causan daño como la extracción de savia de las plantas al mismo tiempo que se inocula la bacteria del HLB, lo que genera daños como: aborto de brotes, flores, y frutos, enanismo de los árboles de cítricos e incluso la muerte de los mismos; lo que provoca una merma en la producción citrícola (Garza et al., 2017 y Fontes et al., 2012). Dada la importancia económica de esta actividad, se implementó la campaña fitosanitaria de los cítricos con la finalidad de tener un impacto en el control del vector y con ello mitigar la dispersión de la enfermedad, así como promover un mejor manejo agronómico para prolongar la vida productiva de los árboles de cítricos ante la presencia de la enfermedad (NOM-EM-047-FITO-2009).

En el estado de Querétaro se cuenta con un primer registro del psílido asiático de los cítricos en el municipio de Arroyo Seco, Querétaro de acuerdo a la *European and Mediterranean Plant Protection Organization* (EPPO, 2004); este reporte se realizó en abril de 2004 desde entonces se han realizado muestreos y censos para delimitar la presencia de *Diaphorina citri* e intensificar el control regional y controlar

los focos de infestación; así como la capacitación a los productores en el reconocimiento de síntomas de la enfermedad en sus unidades de producción. En 2008 se dio inicio a las acciones de detección del HLB mediante la campaña de plagas cuarentenarias de los cítricos; fue hasta el año 2013 se inició con la campaña para el control del psílido de los cítricos y se registraron 270 hectáreas de cítricos (Tabla 1).

Tabla 1: Distribución de áreas citrícolas con manejo fitosanitario en el estado de Querétaro (Gobierno de México, 2013).

Cultivo	Municipio	Superficie (Ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (\$)
Limón	Jalpan de Serra	13.00	104.00	208,000.00
	Landa de Matamoros	0.75	6.00	12,000.00
Limón	Landa de Matamoros	6.25	50.00	100,000.00
Naranja	Arroyo Seco	33.75	317.25	634,500.00
	Landa de Matamoros	0.25	2.00	4000.00
Naranja dulce	Arroyo Seco	161.25	1293.36	2,586,718.64
	Pinal de Amoles	4.25	0	0.00
	Jalpan de Serra	24.50	196	392,000.00
	Total	244.00	1968.61	3,937,218.64

De acuerdo con los datos reportados de la Campaña de Protección Fitosanitaria: Plagas de los Cítricos del 2013; se tiene el conocimiento de 270 hectáreas de cítricos reportadas, pero solo 244 recibían un manejo fitosanitario y además contaban con una producción estable. El tener conocimiento de estos datos permitió que se fijara como meta para el año 2014 el incluir otras 35 hectáreas de cítricos que se desglosaban en los municipios de Tolimán, Peñamiller, Cadereyta de Montes y San Joaquín, esto con el objetivo de conocer la dinámica poblacional del PAC (Psílido Asiático de los Cítricos) y la ubicación de los focos de infestación. En 2013, con las estrategias establecidas como el monitoreo del psílido asiático de los cítricos, se logró precisar la presencia del PAC en 146 hectáreas en municipios de la Sierra Gorda, desglosadas a continuación: Pinal de Amoles con 0.75 ha, Arroyo Seco con 114.50 ha, Jalpan de Serra con 24 ha y Landa de Matamoros con 7 ha (Gobierno de México, 2013).

A partir del año 2013, mediante la implementación del programa Áreas Regionales de Control (ARCOs) de acuerdo la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV, 2013); se apoyó a los productores en el control químico del PAC en forma regional, es decir, los tratamientos se realizaron en épocas biológicamente justificadas asegurando un impacto en el control del vector del HLB y por ende, mitigando la dispersión de la bacteria, así, como la inclusión de áreas con cítricos de traspatio aledañas a la zona de producción, estas con tratamiento a base de aceite mineral mismo que no representa riesgos de toxicidad a las familias y animales domésticos y fue hasta en el año 2018, cuando se dio a conocer el informe de la campaña para control del PAC (Psílido Asiático de los Cítricos) y del HLB, donde se informó que en el estado de Querétaro había 213 hectáreas infectadas por la bacteria de *Candidatus Liberibacter* y su vector *D. citri* que serían atendidas en el año 2019 distribuidas de la siguiente manera en los municipios de Pinal de Amoles, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros y Arroyo Seco (Gobierno de México, 2018) (Tabla 2).

Es en agosto de 2015 que como resultado de las acciones de muestreo se tiene el primer registro positivo de la bacteria *Candidatus Liberibacter* en el Estado de Querétaro, implementando de inmediato los protocolos de emergencia ante la presencia de la enfermedad para delimitar su presencia, así como mitigar su dispersión. Desde 2018 se tiene detectada la enfermedad prácticamente en el 100% de las plantaciones de cítricos, sin embargo, es hasta 2023 que se reportan las primeras mermas en la fruta cosechada.

Tabla 2: Hectáreas infectadas de HLB y que serían atendidas en 2019 (Gobierno de México, 2018).

Cultivo	Municipio	Superficie (HA)*	Valor de la producción (\$)	Destino de la producción
Naranja	Arroyo Seco	176	8,700,000.00	Rio verde, S.L.P.
Naranja	Jalpan de Serra	24	960,000.00	Rio verde, S.L.P.
Limón Mexicano	Jalpan de Serra	5	125,000.00	Local
Naranja	Pinal de Amoles	2	40,000.00	Local
Limón persa	Landa de Matamoros	6	150,000.00	Local
Total			9,975,000.00	

2.2. Generalidades de *Diaphorina citri*

2.2.1. Origen y distribución

El psílido asiático de los cítricos fue descrito por primera vez en Taiwán en 1907, de especímenes obtenidos en Shinchiku, Taiwán; *D. citri* es considerada originaria de Asia, objeción en 1940 se encontró en Brasil después se expandió a Florida, Estados Unidos en el año de 1990, afectando a la multiplicidad de los estados citrícolas de los Estados Unidos, mismamente tanto a México, Belice, Costa Rica y América del Sur (EFSA Panel on plant Health et al., 2021). Recientemente se ha dispersado en diferentes países del mundo (Figura 3), en México, fue asentado por primera vez en el 2002 en los estados de Campeche y Quintana Roo y se ha dispersado por todas las áreas citrícolas del país (Pérez-Valencia et al., 2019), después se registró en brotes de limón mexicano (*Citrus limón* Burmeister) en Ciudad Victoria, Tamaulipas y en brotes de lima (*Citrus aurantifolia* (Christ.)) en Monterrey, Nuevo León (Coronado y Ruíz, 2004).

En la región noroeste de México fue registrado en el 2005 en el estado de Sinaloa y en 2006 en los estados de Sonora y Baja California Sur y en junio de 2008, se reportó el PAC en la zona Urbana de Tijuana, Baja California (SENASICA, 2019), esta especie se distribuye en todas las regiones citrícolas que incluyen plantaciones comerciales y de traspatio (Yzquierdo et al., 2021; Díaz et al., 2014).

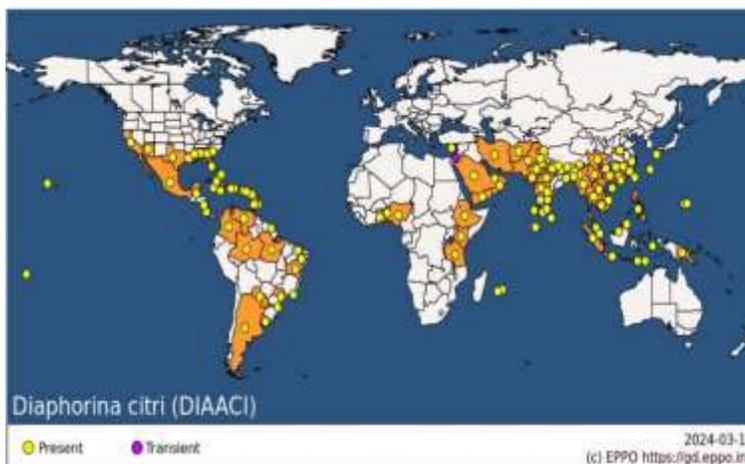


Figura 3: Distribución geográfica del Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*).
Elaborado por EPPO, (2024).

2.2.2. Taxonomía

Según EPPO (2018) la clasificación del psílido asiático de los cítricos (Figura 4), es la siguiente:

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Liviidae

Género: Diaphorina

Especie. *Diaphorina citri*.

Nombres comunes: Chicharrita de los cítricos, Psílido asiático, Psílido asiático de los cítricos.



Figura 4: Adulto de *Diaphorina citri* (Augier et al., 2020).

2.2.3. Ciclo de vida

El psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) tiene un ciclo de vida que puede variar entre 15 a 47 días (Figura 5) y una alta fecundidad; de acuerdo a las condiciones climáticas; el periodo del estadio embrionario puede oscilar de 9.7 días a 15°C y de 3.5 días a 28°C. A lo largo de su ciclo de vida las hembras pueden llegar a ovipositar hasta 800 huevos y alcanzan hasta 10 generaciones al año

(Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo, s.f.) y COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur, s.f.).



Figura 5: Desarrollo y duración de los estados de desarrollo de *Diaphorina citri* (García et al., 2016)

2.2.3.1. Huevos

Los huevos son de color amarillo al ser ovipositados (Figura 6), presentan forma ovoide y poseen un apéndice alargado, luego se pigmentan color naranja y con dos puntos rojos que ejemplifican la posición de los ojos de los embriones, en el momento en que los huevos están a punto de romper; miden 0,30 mm (0,28 – 0,31 mm) de longitud y 0.12 mm (0.11 – 0.13 mm) de ancho (García et al., 2016).



Figura 6: Huevos de *Diaphorina citri*. (Hall, 2006)

2.2.3.2. Ninfas

Los adultos de *D. citri* pasan por cinco estadios ninfales, dichos estadios se diferencian por el aumento de tamaño después de cada muda en los que se desarrollan sus ojos y alas, se alimentan exclusivamente de brotes tiernos; mientras se encuentran en crecimiento son sedentarias, pero además viven en grupos; secretan una sustancia blanca serosa muy similar a hilos desde el primer estadio, dicha sustancia se deposita en las hojas (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, s.f. y García et al., 2016); cada una de las etapas ninfales se describe a continuación (Figura 7).



Figura 7: Representación de los estadios ninfales I a V de *Diaphorina citri* (Hall ,2006).

Primer estadio ninfal (N1) las ninfas son color amarillo, con antenas pequeñas del mismo pigmento del cuerpo y ojos compuestos de color rojo, se caracteriza por la ausencia de esbozos alares (alas en desarrollo), las ninfas son móviles, miden de 0.24-0.31mm de longitud y de 0.10-0.18 mm de ancho, se agrupan debajo de las hojas tiernas para poder alimentarse.

Estadio ninfal II (N2) presentan los esbozos alares, el cuerpo se pigmenta de color amarillo-anaranjado, móviles, mientras las antenas se tornan de pigmento blanquecino con la punta color negro, miden 0.47-0.50 mm de longitud y de 0.27-0.30 mm de ancho. Se agrupan en el envés de las hojas al igual que las ninfas del estadio 1 (N1).

Estadio ninfal III (N3) las antenas se tiñen de negro, las bases alares se ubican por abajo del nivel de los ojos y la parte posterior no se extiende más allá del segundo segmento abdominal; las ninfas del estadio N3 son muy móviles, miden de 0.95-1.00 mm de longitud y de 0.71-0.75 mm de ancho. Secretan cera en menor cantidad que las ninfas N1 y N2 (Figura 8) y son de forma esféricas. Al igual que las ninfas N1 y N2 se agrupan en el envés de las hojas tiernas y llegan a migrar hacia los follajes tiernos o ramas.

Estadio ninfal IV (N4) se diferencia por el desarrollo en el tamaño de las alas que se extienden hasta tocar la parte posterior del ojo, la parte distal de las antenas son de tonalidad negruzcas, ojos color rojo, las ninfas de este estadio son muy móviles, miden de 1.40-1.52 mm de longitud y de 1.09-1.13 mm de ancho. Se agrupan en grupos como estrategia de supervivencia, seguidamente descienden de los brotes tiernos hacia las ramas más desarrolladas de plantas.

Estadio V (N5) se diferencia de los estadios ninfales anteriores por el gran desarrollo de los esbozos alares que abarca desde el margen frontal de los ojos hasta el cuarto segmento abdominal, mide de 1.61-1.66 mm de longitud y de 1.10-1.12 mm de ancho, las ninfas son móviles (Figura 8), la tonalidad de las antenas es de color negruzco totalmente a diferencia del escapo; se agrupan en las ramas hasta la emergencia del adulto (García et al., 2016).



Figura 8: Secreción cerosa de las ninfas de *Diaphorina citri* en hojas de naranja Valencia

2.2.3.3. Adultos

Recién emergidos los adultos, se reconocen por la posición en descanso, estos presentan el cuerpo color blanquecino, alas moteadas color castaño, pero a medida que maduran, su cuerpo se torna color marrón moteado y a su vez se recubre de un polvo ceroso, ojos color rojo (García et al., 2016); además no pueden mantener vuelos de grandes distancias, pero también, llegan a ser dispersados a grandes distancias por el aire (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, s.f.).

La hembra adulta mide 3.3 mm de largo y 1 mm de ancho en cambio los machos miden 2.7 mm de largo y 0.8 mm de ancho. Ventralmente se distingue el aparato bucal caracterizado por contar con estilete largo, succionador de savia (García, 2013). A juicio de García et al., (2016) *D. citri* tiene vuelos muy cortos de casi menos de 1 metro de distancia, así mismo realizan vuelos entre las ramas de una planta y/o entre plantas adyacentes (Figura 9).



Figura 9: Adulto de *Diaphorina citri* (Augier et al., 2020)

2.3. Hospederos y daños

El psílido asiático de los cítricos causa un gran número de daños en plantas de la familia Rutaceae (Ortega et al., 2013; Alemán, 2007; Monzo & Vanaclocha, 2023), derivado de su preferencia por esta familia, en estado de ninfa se alimenta de la sabia de la planta así como de los brotes y de las hojas jóvenes (Baños et al., 2015), mientras inyecta la bacteria del HLB (Huanglongbing) de una planta a otra

(Hernández, et al., 2013; García, 2013 y Díaz et al., 2014)), así mismo provoca el enanismo, muerte de brotes vegetativos e incluso del árbol (Figura 10), por ello se realiza una vigilancia epidemiológica constante en huertos comerciales y de traspatio, del mismo modo se implementó la eliminación de plantas positivas a HLB (Yzquierdo et al., 2021).

Los individuos de *D. citri* se pueden distribuir por dispersión natural, material vegetal del genero *Citrus*, que puede transportar huevos o ninfas desde áreas infestadas a larga distancia. La planta *Murraya paniculata*, que son utilizadas como ornato, es uno de los mayores hospedadores de *D. citri*, esta planta puede transportar huevos y ninfas, también el viento es otro de los factores que influyen en la dispersión del insecto, además de la movilización de plantas hospederas por el ser humano (Hernández et al., 2013), otro medio de diseminación son los remolques que se emplean para el transporte de la cosecha de naranja (EPPO, 2022)

No existen muchos estudios de daños presentes en naranja Valencia y los estudios solo ejemplifican registros en otras especies de la familia Rutaceae; tal es el caso del estado de Veracruz donde se han registrado daños por *D. citri*, que amenazan la plantación de naranja Valencia (Ortega et al., 2013) Por ello, en el 2014 se implementaron campañas fitosanitarias enfocadas a control de la población de *D. citri* en huertos de traspatio y huertos comerciales (Díaz et al., 2014), donde la producción citrícola se enfoca al limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), con 11,187.01 hectáreas cultivadas aproximadamente (Yzquierdo et al., 2021) que son afectadas por el HLB y su vector, lo que a provocado que la producción cítricos y la economía se vean afectados en gran medida, no solo en México, sino en todo el mundo (Erráez et al., 2020). Los daños de las ninfas y adultos son la extracción de grandes cantidades de savia las hojas y peciolos, incluyendo la deformación de las hojas (Figura 11), de manera que provoca el debilitamiento y la defoliación de las plantas (Cázares, 2014).

Así mismo se presenta la problemática del HLB (Huanglongbing) provocada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*; que es transmitida por el vector *D. citri*,

que en conjunto provocan la deformación de los brotes, coloraciones variadas e hojas, en algunos casos también la maduración inversa en frutos, árboles mal desarrollados, producción de frutos pequeños sin zumo, deformes, aborto de semillas hasta ocasionar la muerte de las plantas (Figura 12) (Barrera et al., 2012 y Garza et al., 2017), de acuerdo con Hernández et al., (2013) se pueden controlar los daños al considerar la edad de la planta y la severidad de los mismos. La enfermedad transmitida por el psílido asiático de los cítricos fue registrada por primera vez en 2002 en el estado de Campeche (Pérez-Valencia et al., 2019), aunque actualmente tanto el vector como la enfermedad están ampliamente distribuidos en casi todos los estados de la República mexicana, esto se puede atribuir a la gran capacidad reproductiva de esta especie, su rápido desarrollo y la facilidad de dispersión (López, 2010).



Figura 10: Aborto de frutos de naranja Valencia



Figura 11: Deformación de las hojas de naranja Valencia



Figura 12: Muerte paulatina de los árboles

2.4. Estudios de caso de *D. citri*

Aunque la disponibilidad de brotes no siempre es un factor que afirma el incremento de las poblaciones del psílido, autores como Hernández et al., (2013) muestran una correlación entre este factor y la población de huevos, ninfas y adultos de *D. citri* (García et al., 2013). Además de la disposición de brotes, la especie de hospedero y/o variedad de la planta hospedera, así como la edad de la planta que influyen de manera importante en el nivel de infestación por *D. citri* (Ortega et al., 2013).

En estudios realizados en diversas partes del mundo se encuentran diferentes comportamientos poblacionales de ninfas y adultos de *D. citri*. En Honduras se registraron picos de abundancia poblacional en los meses de noviembre de 2017 y

junio de 2018, lo que coincidió con la temperatura promedio de 23.2°C, la disponibilidad de brotes y las precipitaciones, en octubre de 2017 se registró una temperatura promedio de 22.2°C y lluvias constantes que favorecieron el desarrollo de nuevos brotes vegetativos y como consecuencia la oviposición, lo que permitió que en noviembre se registrará una alta poblacional de adultos de *D. citri* (Abigail y Genao, 2018).

De la misma manera Baños et al., (2012), realizó un estudio en el cual obtuvo los días que duraba cada uno de los estados y estadios del PAC, a 25°C de temperatura plantea que los huevos pueden eclosionar a los 4 días o hasta en 2, los estadios ninfales duraron entre 11 y 17 días y los adultos presentaron una longevidad de 10 días para las hembras y 11.4 para los machos, con un ciclo de vida de 30.38 días lo que es similar al tiempo de desarrollo en *Murraya paniculata*, aunque esto puede variar de acuerdo a las condiciones de campo que incluye factores ambientales o enemigos naturales que interfieren en la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos.

En República Dominicana se dio a conocer que ante la disponibilidad de brotes en las plantas de la familia Rutaceae hay también mayor población de adultos y más daños, ya que ellos se alimentan de la savia de los árboles de cítricos y también de los brotes. Los adultos en una de las áreas de estudio se distribuyeron de manera homogénea en los cultivos, pero también pueden llegar a distribuirse de manera agregada por la densidad de brotes tiernos que son indispensables para su desarrollo y alimentación de los adultos inmaduros, incluyendo la oviposición, en Villa Altagracia la distribución de los huevos y ninfas fue de manera uniforme, los huevos presentaron un pico en el mes de abril, las ninfas en marzo y agosto, mientras que los adultos presentaron el pico de abundancia en marzo y en El Seibo los picos poblacionales de huevos, ninfas y adultos coincidieron en el mes de junio (Henríquez et al., 2016).

En El Salvador donde se estudió la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos en limón persa donde se registró un aumento en los meses de agosto y

octubre, además de que se presentaron lluvias por ende propicia la aparición de brotes tiernos que favorecen el desarrollo de los estados inmaduros de *D. citri*, para el mes de septiembre se registró un descenso poblacional debido a las precipitaciones altas y que posiblemente realizaron un lavado de los huevos y estadios ninfales pero también puede haber influido la reducción de brotes vegetativos (Alvarenga et al., 2020).

En México , existen diversos estudios sobre la dinámica poblacional de *D. citri* en diversos estados de México observándose picos estacionales en distintos meses del año, dentro de los factores que favorecen estos picos se puede incluir la edad y variedad del árbol, la disposición de brotes, factores climáticos como la precipitación, humedad y temperatura que influyen de manera directa sobre las poblaciones de *D. citri* aunque, Virginia, (2015) mencionó que la población de adultos del psílido asiático de los cítricos disminuye a medida que la planta aumenta de edad. En el estado de Veracruz se encontró que la precipitación, así como las elevadas temperaturas y disponibilidad de brotes favoreció el aumento de las poblaciones de *D. citri*, pero también se observó una relación entre el desarrollo de brotes y el crecimiento de adultos. El PAC estuvo presente durante todo el estudio, durante los meses de febrero a marzo y el mes de julio fue cuando se registraron los picos poblacionales coincidiendo con la disponibilidad de brotes y con temperatura que oscilaron entre 25°C y 29°C las cuales favorecen el desarrollo del psílido asiático de los cítricos, mientras que en diciembre y enero se presentó un descenso poblacional lo cual no se relacionó con las condiciones climáticas y tampoco con el tipo de planta hospedera (Ortega et al., 2013).

Debido a que permite el mantenimiento elevado de las poblaciones del psílido asiático de los cítricos; resultados similares obtenidos por Hall, (2008) que afirman que altas infestaciones pueden ocurrir en cualquier momento siempre que existan las condiciones óptimas al igual que la disponibilidad de brotes, los cuales dependen del clima, la edad y variedad de la planta (Medina et al., 2007). De modo que en el estudio realizado en una plantación de (*Murraya paniculata* L.) en Veracruz se

observó que en los meses de marzo y julio fue cuando se registraron los picos poblacionales por otra parte los descensos poblacionales se presentaron de septiembre de 2011 a enero de 2012 (Hernández et al., 2013). Distinto de Flores et al., (2017) quienes mencionaron que, en la región de Acapulco, Guerrero la menor captura de adultos fue registrada durante el mes de febrero mientras que los picos poblacionales se presentaron en los meses de abril y noviembre que fue en el periodo de amarre y desarrollo del fruto de limón mexicano, así mismo las bajas precipitaciones influyeron directamente, por otra parte, en septiembre se registraron las precipitaciones lo que contribuyó a la reducción poblacional de adultos de *D. citri*.

Otro estudio en la producción de limón persa ubicada en el estado de Veracruz muestra que la población de adulto de *D. citri* mostró picos elevados en los meses de junio a noviembre de 2010 y coincidieron con el pico de la producción de brotes hasta inicios del 2011; aunque en el mes de marzo se recuperaron las poblaciones estas fueron aún más bajas que las registradas en 2010; durante el invierno los psílidos presentaron densidades bajas de adultos, las poblaciones de huevos y ninfas presentaron el mismo comportamiento que los adultos presentado picos poblacionales en el periodo de mayo a julio de 2010 y de abril a mayo de 2011, por lo que se puede sugerir que la fluctuación poblacional puede ser influenciada por los disponibilidad de brotes tiernos, la época del año (condiciones ambientales) y la región geográfica (Cabrera et al., 2011).

Mientras que en Tabasco se afirmó que la fluctuación entre huevos, ninfas y adultos fue muy similar, pero en mayo la población de huevos y ninfas presentaron un pico de abundancia y los adultos alcanzaron el pico de abundancia en el mes de junio con una media de 26 individuos por trampa además existía presencia de brotes, precipitaciones y las temperaturas eran las óptimas para el desarrollo de los adultos mientras que el descenso poblacional se registró de septiembre de 2010 a febrero de 2011, considerando las precipitaciones registradas estas tuvieron una correlación baja con la población de adultos pero negativa con la población de

huevos y ninfas por su parte las temperaturas altas no fueron limitante para el desarrollo de *D. citri* (García *et al.*, 2013). Se puede apreciar una sincronía entre el desarrollo de brotes tiernos y el crecimiento poblacional de adultos (Henríquez *et al.*, 2016), los adultos de *D. citri* no tienen diapausa por ello sus poblaciones declinan en los periodos en que las plantas presentan ausencia de brotes.

Flores *et al.*, (2017) en Acapulco Guerrero registraron que la población por mes más baja fue la que se registró con 20 adultos en el mes de febrero, en este mes los árboles estaban en estado de desarrollo mientras que los picos de mayor abundancia se registraron en abril y noviembre, durante estos meses los árboles se encontraban en etapa de amarre y desarrollo del fruto, el registro de los adultos se vio favorecido por las óptimas temperaturas y las bajas precipitaciones; a su vez Yzquierdo *et al.*, (2021) de igual manera realizó un estudio en Huimanguillo, Tabasco donde el confirмо que *Diaphorina citri* estuvo presente durante todo el estudio, de la misma manera registró las poblaciones más bajas el periodo de marzo a mayo con un pico poblacional en septiembre, el pico comenzó a decrecer de manera constante de octubre a noviembre.

Por su parte Pardo y Miranda, (2016) realizó un estudio en Apatzingán sobre la dinámica poblacional en cultivos asociados con cítricos, las áreas de estudio fueron cultivos al azar de: Toronja, Naranja-Mango, Limón-Mango, Toronja-Mango, Limón, Limón-Maíz, los tratamientos que presentaron un promedio mayor de captura fueron de Toronja con 8 adultos y 16 ninfas, ambos vivos; mientras que el tratamiento de Limón-Maíz con 8 adultos y 13 ninfas también vivos, por su parte los tratamientos con menor abundancia fueron Naranja-Mango y Limón-Mango, los tratamientos antes mencionados contaban con una barrera física de Nim, esta planta tienen características de actuar como repelente aunado a esto había malezas que cumplían la función de refugio para enemigos naturales.

En el estado de Michoacán también se encontró que en los meses de abril a septiembre (primavera-verano) es el periodo en el que se registra un mayor pico poblacional por la disponibilidad de brotes y tejidos tiernos, pero con temperatura

media de 28°C, después de septiembre las poblaciones se redujeron al igual que las poblaciones del psílido asiático de los cítricos en este caso la presencia de la PAC está relacionado con las temperaturas altas sin embargo las precipitaciones esporádicas no influyeron de ninguna manera (Luna et al., 2018); comparado con los resultados obtenidos por Chávez et al., (2016) quien registro en el estado de Sinaloa un descenso poblacional de *D. citri* en limón persa en los meses de enero-marzo y un pequeño incremento de las poblaciones del PAC en los meses de abril y mayo, pero fue hasta octubre cuando se registró el mayor pico poblacional con 51 adultos, pero en los meses de noviembre y diciembre nuevamente la población comenzó a descender, durante este estudio las temperaturas oscilaron entre los 19°C y 30°C, también hubo disponibilidad de brotes en marzo, abril, junio, julio, y septiembre contando además con lluvias esporádicas, en este estudio se encontró una relación entre la precipitación y la abundancia de *Diaphorina citri* por lo que las poblaciones se redujeron, sin embargo se podría argumentar que la temperatura influyó en el aumento poblacional del PAC.

Asimismo, Virginia (2015) realizó un estudio en 3 parcelas para conocer la dinámica poblacional de *D. citri* en limón persa en el estado de Quintana Roo y observo que en el mes de febrero se presentó producción de brotes, pero en época de seca en cada parcela la generación de brotes fue distinta, en la parcela A se presentó en abril, en la parcela B a mediados de mayo y en la parcela C fue en todo mayo, también hubo presencia de precipitaciones, aun considerando estos factores la abundancia del PAC fue baja en las parcelas de estudio, específicamente en la parcela A que se ubicaba cerca de un bosque, la huerta con mayor abundancia fue la parcela B en la temporada de “nortes”; la cual está rodeada de otras parcelas de cítricos, en este registro de abundancia influyo la temporada, la temperatura, la humedad, porque estos factores antes mencionados permitieron la presencia de brotes que favorecieron el establecimiento de *D. citri*, en la parcela C que es exclusivamente de cultivo de limón y maleza en los surcos se presentó una población baja también, para las parcelas A y B si se observó una relación con la

presencia de brotes en febrero y mediados del mes de mayo, el número de huevos si fue variable con un pico en febrero y en mayo, por otro lado los estadios ninfales I-III fueron más abundantes en febrero y marzo para la huerta B, en las parcela A y C las poblaciones fueron bajas.

Aunque existen múltiples factores involucrados en el establecimiento de *Diaphorina citri* el autor Ortega et al., (2013) menciona que entre estos se encuentran las temperaturas favorables (25 a 29 °C), la disponibilidad de brotes, las plantas de la familia Rutaceae, precipitaciones, la edad de las plantas, así como la variedad de estas, por otro lado, autores como Luna et al., (2018) y Flores et al., (2017) señalan también que las practicas agronómicas como lo son las podas, control de malezas, fertilización, el tipo de riego, el estadio fenológico y/o la disponibilidad de tejido tierno son factores para el desarrollo *D. citri* en los climas de áreas tropicales y subtropicales, mientras que la reducción de las poblaciones puede ocurrir por temperaturas elevadas, pero señala que el psílido asiático de los cítricos también puede adaptarse a temperaturas mayores de 30°C, por el control biológico destacando *Tamarixia radiata* Waterston como uno de los principales parasitoides además se incluyen estrategias que se basan de control químico (Lomas et al., 2013), pero autores como Hernández (2017) precisa que al disminuir las temperaturas y realizar un manejo orgánico existe un descenso en la población del psílido asiático de los cítricos.

3. Hipótesis

Hipótesis alternativa (Ha): Al menos la temperatura estará correlacionada con la actividad de vuelo de los adultos de *D. citri* en Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

Hipótesis Nula (Ho): La actividad de vuelo de los adultos de *D. citri* no está correlacionada con la temperatura, humedad y precipitación.

4. Objetivo general

Determinar la actividad de vuelo de adultos de *D. citri* en una escala temporal asociada con los factores climáticos en las huertas de Naranja Valencia en Concá, Arroyo Seco, Querétaro.

4.1. Objetivos específicos

- Cuantificar la actividad de vuelo de los adultos de *D. citri*.
- Determinar el nivel de correlación entre los factores climáticos y la actividad de vuelo de los adultos de *D. citri*.

5. Materiales y métodos

5.1. Área de estudio

El área se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, particularmente en la Delegación de Concá, del municipio de Arroyo Seco, ubicada con un punto medio a 21°26'38.00"N 99°38'11.00" O, y con una elevación de 560 msnm, predomina principalmente ecosistemas de bosque tropical subcaducifolio, que se caracteriza por tener clima semiseco con temperatura anual de 22°C y con lluvias en verano (SEMARNAP, 1999).

5.2. Características de las huertas muestreadas

Se seleccionaron cinco huertas (Figura 13) para realizar el monitoreo de *D. citri* en Concá, Arroyo Seco, las cuales se describen a continuación.

La huerta de Las Pilas se localiza en las siguientes coordenadas 21°27'59.47" N 99°38'56.61" O en la comunidad de Concá a una elevación de 558 msnm y a orilla

del Río Santa María, cuentan con árboles intercalados de mango, mandarina, así mismo con riego por microaspersión y un manejo orgánico que incluye: fertilización del suelo a base de lombricomposta, fertilización foliar con lixiviados de lombriz y manejo fitosanitario con extractos vegetales, aceites, hongos entomopatógenos.

Huerta Concá se localiza en las coordenadas 21°26'2.71" N 99°38.9'9.87" O en la comunidad de Concá con una elevación de 554 msnm. ubicada a un costado de invernaderos y cultivos de chile al aire libre, tienen árboles intercalados neem, mango y cultivos de plátano; riego por gravedad por medio de acequias, control cultural de malezas, así mismo cuenta con 2 tratamientos de fertilización al año y fertilización química, podas, control químico de plagas y control biológico.

Huerta La Cruz se localiza en la comunidad de Concá en las coordenadas 21°26.49'49.27" N 99°37'31.76" O a una elevación de 605 msnm, se encuentra en zonas de cultivo y con riego por gravedad, en dicha huerta se realiza podas, control cultural de maleza, fertilización, control biológico y químico.

Huerta Rancho El Coyote se localiza en la comunidad de El Coyote en las coordenadas 21°21'17.30" N 99°36'15.11" O a una elevación de 562 msnm, esta huerta no cuenta con barreras físicas, pero se encuentra a lado de otra huerta de naranja Valencia, cuenta con riego por gravedad, fertilización química, podas, control químico de plagas y se ha incluido el control biológico.

Huerta El Coyote se localiza en la comunidad de El Coyote en las coordenadas 21°24'39.52" N 99°35'49.82" O a una elevación de 529 msnm, esta huerta carece de barreras físicas, es monocultivo y se ubica a orilla de la carretera federal, en esta huerta se mantiene un riego por gravedad, control biológico y químico.

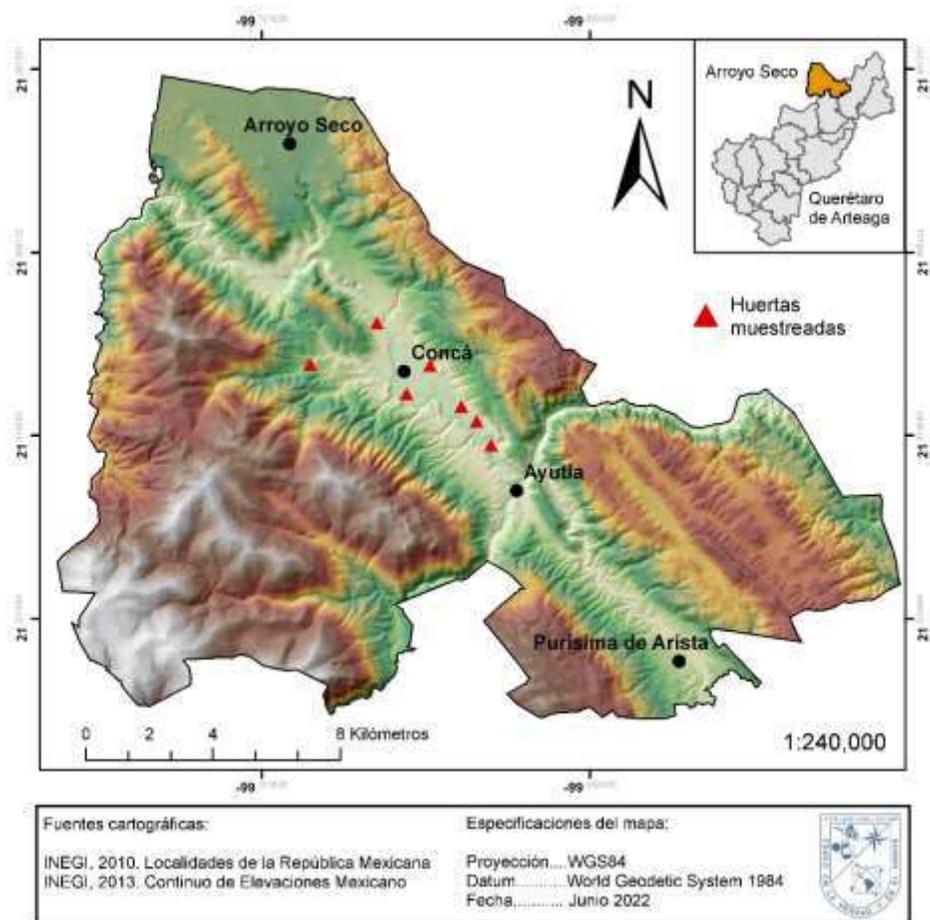


Figura 13: Ubicación geográfica de las huertas de cítricos con monitoreo de *D. citri* en Conca, Arroyo Seco.

5.3. Muestreo de adultos de *Diaphorina citri*

La metodología para el muestreo del Psílido fue según lo establecido por el CESAVEQ, 2019 en el Manual de operación de la campaña contra plagas reglamentadas de los cítricos. En cada huerta se colocaron 20 trampas amarillas pegajosas cuadrículadas por ambas caras con medidas de 12.5 x 17.5 cm, con separación de 10 metros entre cada trampa con dirección al noroeste a dos metros de altura aproximadamente con respecto al nivel del suelo, las trampas fueron enumeradas del 1 al 20 y etiquetadas con la fecha de colocación. Estas trampas amarillas permiten conocer la actividad de vuelo de los adultos de *D. citri* eventualmente. (Aubert, 1990)

Cada 15 días las trampas fueron reemplazadas y se contó el número de psíidos adultos colectados en cada una de ellas, después se registró del número de adultos capturados y se registró la etapa fenológica de los árboles a través de la aplicación SIMDIA-Móvil (Smartphone) (Sistema de monitoreo de *Diaphorina*), las trampas reemplazadas fueron trasladadas en una hielera al laboratorio de Manejo y Conservación de Recursos Naturales CIDAF-UAQ donde los adultos pegados y capturados en las trampas se despegaron con ayuda de un pincel mojado con alcohol al 96% y para preservarlos en frascos con alcohol al 70% para su corroboración de la identificación y posterior montaje.

El número total de los adultos capturados en cada trampa fueron registrados en una base de datos del software Excel, los valores de temperatura, precipitación y humedad fueron obtenidos de EOSDA Crop Monitoring. (2023), posteriormente se realizó estadística descriptiva utilizando el programa JASP, para poder realizar una correlación de Spearman, prueba de ANOVA y Tukey.

6. Resultados y discusión

La población de adultos de *D. citri* se encontró presente durante todo el año de muestreo, esto debido a que el PAC es un organismo que se reproduce todo el año, no hay diapausa y puede llegar a tener hasta 9 generaciones (Mead y Fasulo, 2011), los picos poblacionales fueron registrados en los meses de septiembre con una media de captura de 9.036 ± 1.224 seguido de julio con una media de 8.6 ± 1.325 adultos capturados, los meses con menor captura fueron diciembre y agosto con una media de captura de 1.21 ± 0.225 y 1.25 ± 0.2 adultos respectivamente (Figura 14) este comportamiento poblacional lo reporto Ortega et al., (2013) en la producción cítricos de Cazonos, Veracruz, quien registro un pico poblacional en el mes julio; por su parte Hernández et al., (2013) registró un pico poblacional en *Murraya paniculata* (L) Jack en Cuitláhuac, Veracruz en los meses de mayo a Julio; Yzquierdo et al., (2021) en el estado de Tabasco observó un pico poblacional del PAC en un huerto comercial de limón de junio a octubre de 2019, lo que coincide con los picos poblacionales registrados en las plantaciones de naranja Valencia durante los meses de febrero a diciembre de 2019, mientras que en Concá, Arroyo Seco, los picos poblacionales del PAC en los meses de julio y septiembre pueden estar asociados a la disponibilidad de brotes, lo que puede facilitar la dispersión de los adultos para reproduciéndose, además de que se siguen alimentados de la savia de los árboles mientras que transfieren la bacteria responsable de la enfermedad Huanglongbing en los árboles. Se obtuvo una $P < 0.05$ al aplicar una prueba de Tukey a las medias de captura mensual del periodo de estudio, lo que permite comprobar que hay diferencias significativas entre éstas.

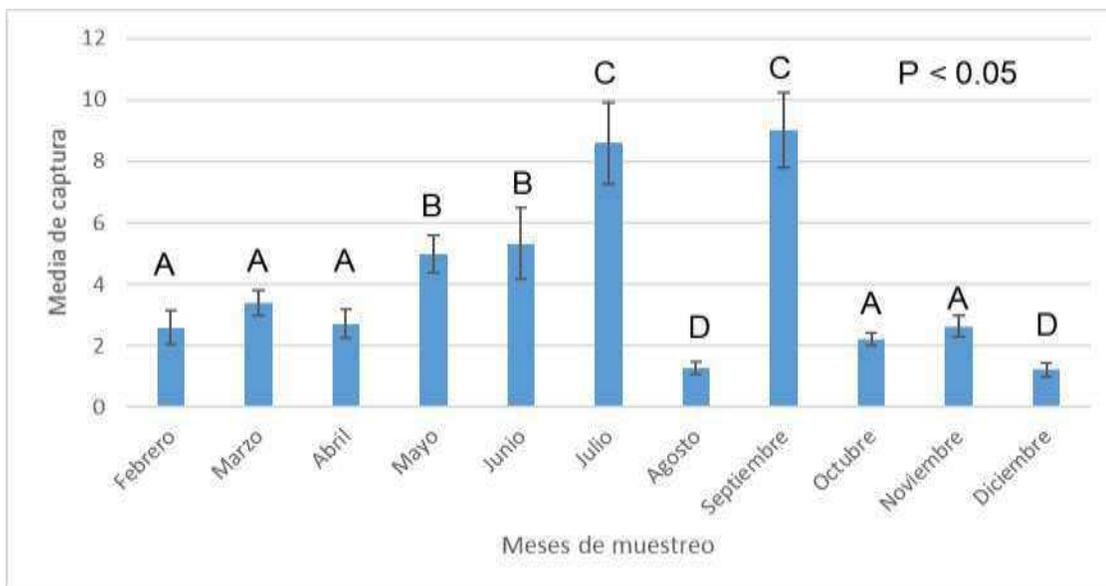


Figura 14: Media de captura mensual en las 5 huertas de muestreo en Concá, Arroyo Seco.

De igual manera se aplicó una prueba de ANOVA ($P < 0.05$) a las medias de captura obtenidas en las 5 huertas muestreadas a lo largo del periodo de estudio y se observó que las huertas con mayor media de captura de adultos del psílido asiático de los cítricos fue huerta El Coyote y huerta Rancho El Coyote donde se registró una media de captura de 8.6 ± 0.734 y 6.002 ± 0.616 adultos del PAC, seguido de la huerta de La Cruz con una media de 4.6 ± 0.474 insectos capturados, finalmente las huertas con menor incidencia fueron Las Pilas y Concá con una media de captura menor a 1 adulto del psílido (Figura 15); las únicas huertas que presentaron una similitud en los datos de captura son: huerta Concá y huerta Las Pilas, huerta El Coyote y huerta Rancho El Coyote respectivamente, siendo la huerta La Cruz la única diferente en captura de adultos del PAC por trampa en comparación con el resto de las huertas, lo que demuestra que existen diferencias significativas entre las medias de captura por huerta.

Esta distribución espacial entre las huertas podría estar asociada a las características y condiciones de la huerta como son: la densidad de siembra, edad de los árboles, la disponibilidad de brotes (Medina et al., 2007), aunque también

podrías ser resultado del manejo que se le da al cultivo y la manera en que esto influye en la fluctuación y densidad del PAC. Las huertas en las que se presentan poblaciones altas pueden considerarse como focos de infestación para más plantaciones de cítricos, al considerar las características de reproducción y dispersión del psílido asiático de los cítricos. Según los autores López, 2010 y Hernández et al. 2013, las bajas medias captura del PAC pueden ser asociadas a las barreras físicas de árboles de mango y de neem por lo que no son completamente monocultivos, y de acuerdo con los resultados obtenidos por Pardo, 2013, esto puede ser un factor que ayuda a minimizar el impacto de *Diaphorina citri* en los cultivos de cítricos.

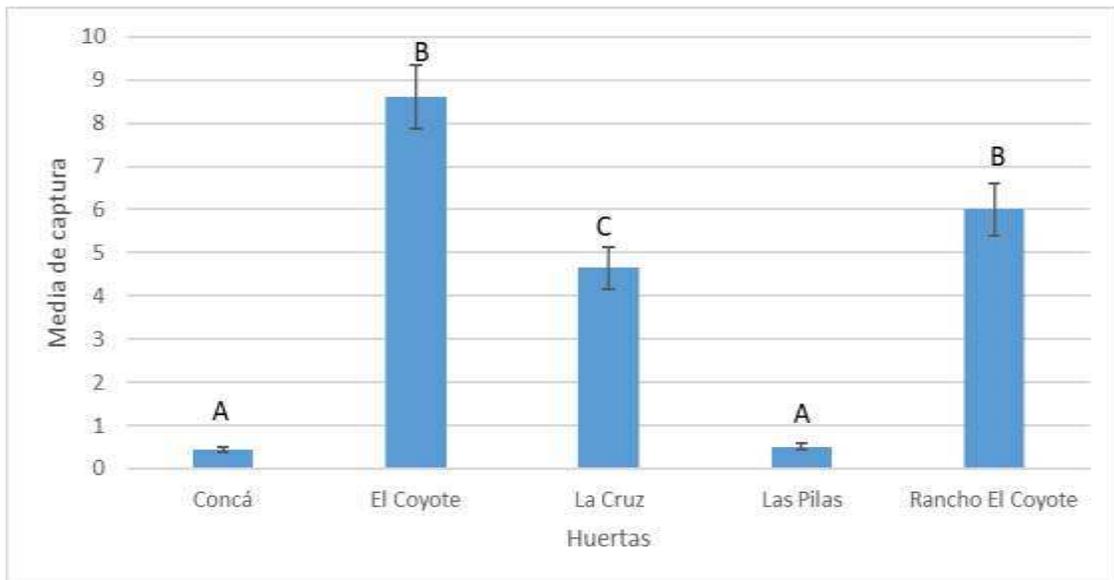


Figura 15: Media de captura en las huertas muestreadas.

En el Valle agrícola de Concá, durante el periodo de muestreo se registró una temperatura anual de 22.6° C, el mes de mayo fue el más cálido con 27.5°C ±0.2 en promedio, por lo contrario, el mes más frío fue diciembre con 16.7°C ±0.7 (Figura 16), con respecto a la precipitación durante el 2019 se registró un promedio anual de 2.68 mm³ de lluvia, del cual el mes más lluvioso fue junio con 6.248 mm³ y el mes más seco fue marzo con 0.29 mm³ (Figura 17), con relación a la humedad relativa se obtuvo un promedio anual de 61.01 %, siendo noviembre el mes más húmedo

con $74.0\% \pm 6.0$ y el mes con menor humedad el mes de abril con $45.1\% \pm 9.9$ (Figura 18), se realizó una correlación simple de Spearman entre cada una de las variables ambientales y la abundancia del PAC, por lo que no se observó correlación entre abundancia y temperatura, abundancia y precipitación y abundancia y humedad relativa con valor de: $P > 0.05$ (Figura 19 A,B Y C), respectivamente para cada una de las variables climáticas, por su parte García et al. (2013) quien en el estado de Tabasco observo que no existió una relación entre los factores temperatura y precipitación y la abundancia estacional de *D. citri*, así mismo Yzquierdo et al. (2021) determino que en Tabasco la temperatura no fue un limitante que influyo en las densidades poblacionales de PAC. Por otro lado, la precipitación y medias de captura se aprecia que junio con 6 mm, agosto y septiembre con 5 mm son los meses más lluviosos, lo que podría esto favorecer a los picos poblacionales registrados, sin embargo, estadísticamente no es así, por su parte, Ortega et al. (2013) el estado de Veracruz encontró una correlación significativa entre la temperatura, precipitación y las densidades medias poblacionales. Por lo contrario, existen estudios que obtuvieron como resultado una relación positiva entre la temperatura y la precipitación (mm) asociados a la fluctuación de los adultos de *D. citri* resultados obtenidos en los trabajos de investigación de Ortega et al., (2013) y García et al., (2013). Para el caso de la humedad también se determinó que no hay correlación con la fluctuación de *D. citri*, caso contrario a los resultados obtenidos por Alvarenga et al., (2020) quien afirma que existe una relación directa entre los factores ambientales (temperatura, humedad) y los adultos del psílido.

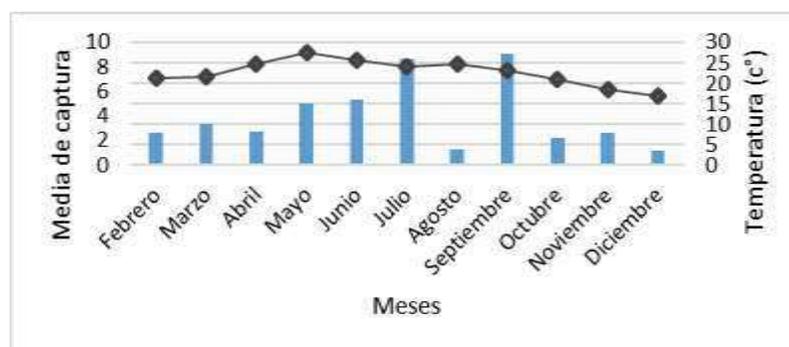


Figura 16: Representación de la media de captura mensual y la temperatura.

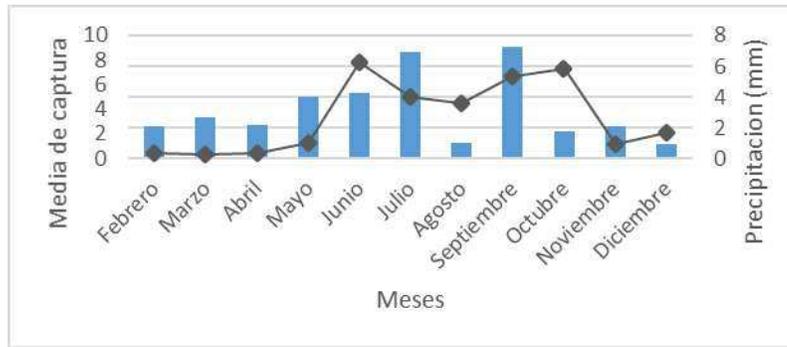


Figura 17: Representación de la media de captura mensual y la precipitación.

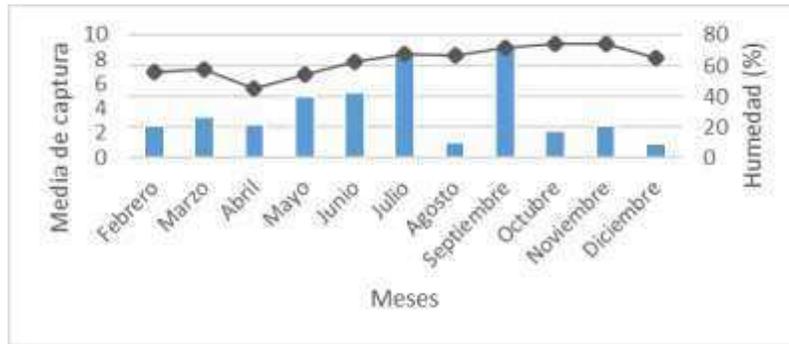


Figura 18: Representación de la media de captura mensual y la humedad.

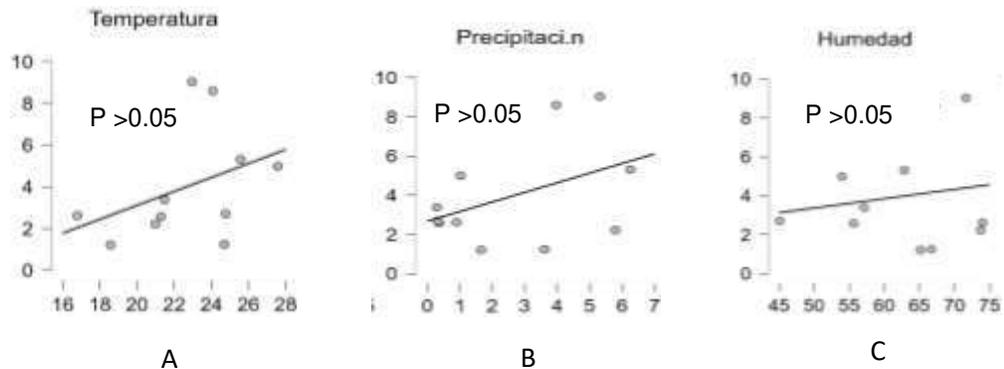


Figura 19: Correlación de factores ambientales (A: temperatura, B: Precipitación, C: Humedad) y la media de captura mensual.

Finalmente se consideraron los datos del control químico que consistió en la aplicación de imidacloprid que posee un efecto sistémico y de contacto (Intalen), abamectina que es un insecticida y acaricida que actúa mediante la ingesta y contacto pero también afecta la actividad sistémica (Yaser S.A.S., 2022), el aceite mineral actúa por contacto cubriendo a las plagas por completo y provocando asfixia (Citriliv®), mientras que el control biológico consistió en la liberación del parasitoide

Tamarixia radiata. En la zona de Concá, se observó que la aplicación de imidacloprid realizada en febrero podría tener efecto sobre la población de los adultos en el mes de marzo, pero en los monitoreos posteriores a la aplicación de abamectina + aceite mineral al parecer no hubo un efecto sobre la población ya que para el mes de julio la población aumento considerablemente hasta lograr capturar en promedio 15.26 ± 2.4 adultos capturados por trampa (Figura 20), podría ser resultado de la combinación con aceite mineral, para el mes de septiembre se aplicó aceite mineral; pero se presentó un pico poblacional nuevamente sin embargo en los meses posteriores las poblaciones se redujeron hasta obtener un promedio de captura de 1 adulto de *D. citri* por trampa, podría asumirse que las aplicaciones del control químico y su mecanismo de acción contribuyen a los descensos poblacionales. Para el caso de *T. radiata*, la aplicación se realizó en el mes de julio, lo que quizá permitió que las poblaciones de *D. citri* se mantuvieran estables en los siguientes meses.

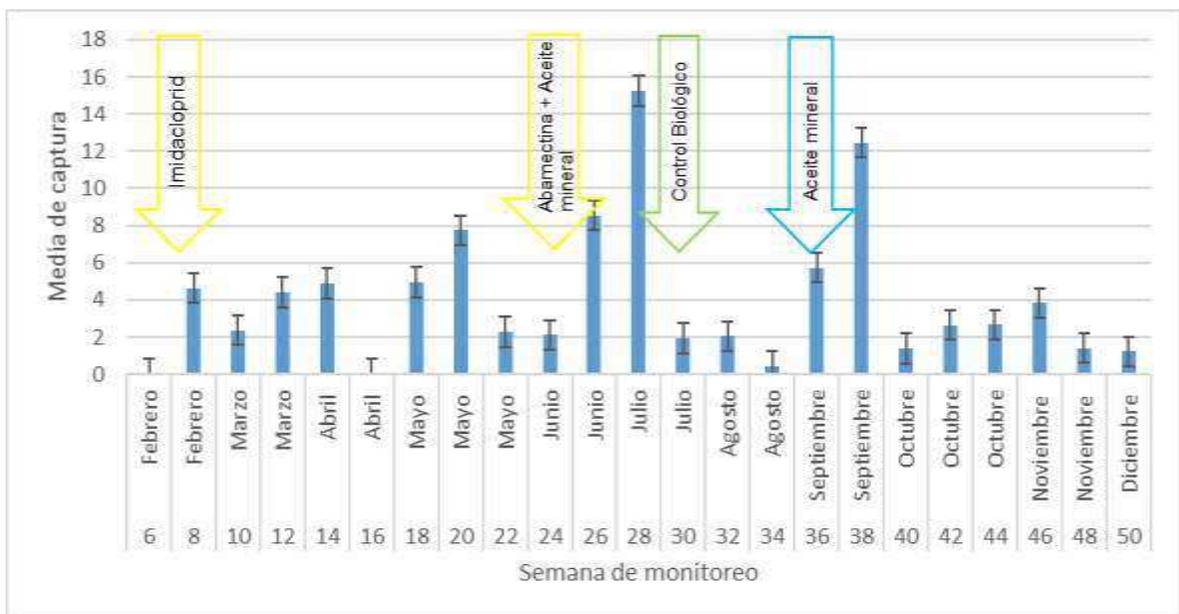


Figura 20: Aplicación de control químico y biológico durante el ciclo de estudio.

7. Conclusiones

Por último, el objetivo de este trabajo fue conocer la actividad de vuelo de los adultos de *Diaphorina citri* y si existía relación con los factores ambientales (temperatura, precipitación y humedad) en una escala de espacio y tiempo en cada una de las 5 huertas muestreadas en el Valle Agrícola de Concá, durante todo el periodo de muestreo el psílido asiático de los cítricos estuvo presente; esto se debe a que es un organismo sin diapausa. En el transcurso del muestreo se observó que registraron 2 picos poblacionales registrados en los meses de julio y septiembre con una media de captura de 8.6 ± 1.325 y 9.036 ± 1.224 individuos, de igual manera se analizó los datos de captura por huerta y se observó que las huertas con menor media de captura fueron huerta Las Pilas y huerta Concá con una media de captura menor a 1 individuo del PAC. En la huerta de Las Pilas desde 2016 se lleva un manejo orgánico, sin aplicación de insecticidas químicos mientras que la Huerta Concá presenta una barrera de árboles de mango en un 60% del perímetro de ubicación de las trampas, históricamente con una reducida captura de adultos y presencia de síntomas de HLB en frutos y hojas; así mismo, se dan 2 tratamientos anuales de fertilización al año y riego por inundación frecuente lo que mantiene vigorosos a los árboles y con una producción de calidad; caso contrario con las huertas donde se registró una mayor media de captura fueron las huertas de El Coyote y Rancho el coyote con una media de captura de 8.6 ± 0.734 y 6.002 ± 0.616 adultos del PAC, considerando los valores de los factores climáticos y las media de captura mensual se aplicó una estadística descriptiva y se determinó en que no existe correlación significativa entre los factores ambientales (temperatura, humedad y precipitación) y la fluctuación de los adultos de *Diaphorina citri*, lo cual se puede atribuir al manejo agronómico que se le da al cultivo, a la densidad de siembra, edad de los árboles, inclusive a la fenología del cultivo.

8. Referencias

Abigail, C. y Genao K. V. (2018). Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en naranja, mandarina y limón y exploración de controladores biológicos en el Valle del Yeguaré, Honduras. Tesis de Ingeniería Agrónoma en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Recuperado de

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6328/1/CPA-2018-T008.pdf>

Alemán, J., Baños, H. y Ravelo, J. (2007). *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: Una combinación destructiva para la producción citrícola. *Revista de Protección Vegetal*. Vol. 22 (3), pp: 154-155.

<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v22n3/rpv03307.pdf>

Alvarenga, L.A., Campo, L.J., González, J.T., Menjívar, R.A. & Cuadra E.J. (2020). Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemiptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador. *Revista científica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador*. Vol. 17 (4). Recuperado de:

https://revistaagrociencia.files.wordpress.com/2020/12/agro4-17_art04.pdf

Aubert, B. (1960). Integrated activities for the control of Huanglongbing- Greening and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia. *Proceedings of the 4th International*, pp: 133-137. Editorial Regional Project. Recuperado de:

<https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00001518.pdf>

Augier, L., Carro, N., Vega, N., Lizondo, M. (2020). Ficha Técnica *Diaphorina citri*. Avance agroindustrial. Recuperado de:

<https://www.avance.eeaoc.gob.ar/?articulo=diaphorina-citri>

Baños, H.L., Alemán, J., Martínez, M. A., Miranda, I., Rodríguez, H., Suris, M. & Ravelo, J. (2012). Ciclo y tablas de vida horizontal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre *Muralla paniculata* L. *Revista de Protección Vegetal*.

Vol. 27 (2), pp: 95-110. Recuperado de:
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v27n2/rpv05212.pdf>

Baños, H.L., Miranda, I., Rodríguez, H., Sánchez C., Chico, R. y Martínez M. (2015). Parámetros poblacionales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) en condiciones naturales. Vol. 30 (1), pp: 30-39. Recuperado de:
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30n1/rpv06115.pdf>

Barrera, J.F., Herrera, J., Gómez, J. y Valle, J. (2012). Captura de adultos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) con trampas amarillas pegajosas en Chiapas y algunas implicaciones en el análisis de datos. INIFAP, 83-93. Recuperado de:
<https://1library.co/document/z3334nmz-capture-adults-diaphorina-hemiptera-psyllidae-chiapas-implications-analysis.html>

Cabrera, H., Murillo, F., Villanueva, J. A., Monteros, A. L., Cruz, J. & Aguilar L. (2011). Fluctuación poblacional de *D. citri* (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa en Cotaxtla y Cuitláhuac, Veracruz, México. INIFAP,
[https://www.researchgate.net/publication/281067064_FLUCTUACION_POBLACIONAL_DE Diaphorina citri HEMIPTERA PSYLLIDAE EN LIMON PERSA EN COTAXTLA Y CUITLAHUAC VERACRUZ MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/281067064_FLUCTUACION_POBLACIONAL_DE_Diaphorina_citri_HEMIPTERA_PSYLLIDAE_EN_LIMON_PERSA_EN_COTAXTLA_Y_CUITLAHUAC_VERACRUZ_MEXICO)

Cázares, N. (2014). Estrategias biotecnológicas para el control de *Diaphorina citri* vector de la bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus*, agente causal del Huanglongbing. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de:
<http://eprints.uanl.mx/4010/1/1080253538.pdf>

Chávez, J.A., Flores, G.L., Góngora A.M., Gómez, R.L. & García C. (2016). distribución temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en el municipio de Sinaloa, Sinaloa. *Entomología mexicana*, Vol. (3), pp: 324–329. Recuperado de:
https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/19_Ch%C3%A1vez_16.pdf

Cítricas.Com. (2019). Etiqueta países productores de cítricos 2019. Recuperado de: <https://citricas.com/tag/paises-productores-de-citricos-2019/>

Citroliv®. (S.f.). Citroliv® Emulsible+. Recuperado de : [Citroliv® Emulsible+ – insecticida, acaricida y coadyuvante - BASF Chile](#). Fecha de consulta: diciembre de 2023.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal Querétaro (CESAVEQ). (2020). *Manual operativo de la campaña contra plagas de los cítricos*. Querétaro, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614759/Manual_operativo_Plagas_de_los_Citricos.pdf

Comité Estatal de Sanidad Vegetal Querétaro (CESAVEQ). (2021). *Campaña contra el Huanglongbing de los Cítricos en el Estado de Querétaro*. Recuperado de: <http://www.cesaveq.org.mx/cesa3/page/informesff/hlb/Julio%20HLB%202015.pdf>

Coronado, J.M., Ruíz, E., (2004). Plagas de los cítricos y sus enemigos naturales en el estado de Tamaulipas, México, México. *Entomología Mexicana* 4: 931-936. (se cita como capítulo de libro). <https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00000883.pdf>

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL. (s.f.). *Diaphorina citri*, vector del Huanglongbing (Psílido asiático de los cítricos). Recuperado de : <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupalajda/ficha%20divulgativa%20DIAPHORINA%20CITRI.pdf>

Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE). (s.f.). Ficha Técnica de *Diaphorina citri*. Recuperado de: <http://www.cosave.org/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Diaphorina%20citri.pdf>

Díaz, G., López, J., Sánchez, I., Guajardo, R., Mora, G., y Quijano, J. (2014). Áreas de abundancia potencial en México del vector del Huanglongbing, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5 (7), 1137. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i7.836>

Dirección General de Sanidad Vegetal. (2013). Lineamientos para la elaboración, revisión, y dictamen de los programas de trabajo de las campañas fitosanitarias coordinadas por la dirección de protección fitosanitaria. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108043/Estrategia_Operativa_2015.pdf

EFSA Panel on Plant Health, Bragard, C., Dehnen K., Di Serio, F., Gonthier, P., Agnes, M., Jaques, J. M., Fejer, A., Sven, C., Milonas, P., Navas, J., Parnell S., Potting, R., Reignault, P. L., Hermann, H., Van der, W., Civera, A. V., Yuen, J., Zappala, L., Kertesz, V., Streissl, F. & MacLeod A. (2020). Pest categorisation of *Diaphorina citri*. *SCIENTIFIC OPINION*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/348285094_Pest_categorisation_of_Diaphorina_citri

EOSDA Crop Monitoring. (2023). *EOS Data Analytics, Inc. Windows. EE.UU.* Recuperado el 1 febrero 2023, de <https://eos.com/es/products/crop-monitoring/>

EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas). (2018). *Diaphorina citri* (DIAACI) Global. En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/DIAACI/distribution> Fecha de consulta: marzo de 2024.

EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas). (2004). Primer reporte de *Diaphorina citri* en México. Disponible en línea: <https://gd.eppo.int/reporting/article-1625>

EPPO (Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas). (2022) *Diaphorina citri*. Fichas técnicas de la EPPO sobre plagas recomendadas para su regulación. Disponible en línea. <https://gd.eppo.int>

Erráez, M., Mazón, M., Troya, H., & Valarezo, D. (2020). Identificación y evaluación de la incidencia de insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en plantas traspatio (*Citrus spp.* y *Murraya paniculata*) del cantón catamayo (Loja - Ecuador). Ecuador es calidad: *Revista Científica Ecuatoriana*, 7(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v7i1.99>

Flores, J.C., Aguilar, C., Alcántara, J. Á., Catalán, G., y Ayvar, S. (2017). Fluctuación poblacional del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano en Acapulco, Guerrero. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 3 (2), 58-60. <https://doi.org/10.30973/aap/2017.3.2/5>

Fontes, A. A., Castillo, A. A., & López, J. I. (2012). Eficacia de productos orgánicos foliares para el control de ninfas y adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). *BIOTecnia*, 14(2), 26. <https://doi.org/10.18633/bt.v14i2.120>

García, D., Sánchez, S., Romero, J. y Pérez, J. (2013). Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en limón persa (*Citrus latifolia*), en Huimanguillo, Tabasco, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 200-204. <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712374>. Recuperado de: <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/download/8235/10673/24574>

García, F. (2013). Caracterización morfométrica y genética de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) de rutáceas en Cazonces, Veracruz, México. Colegio de Postgraduados. Recuperado de: https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/5_Garcia_13.pdf

García, Y., Patricia, Y., Sotelo, P. A., & Kondo, T. (2016). Biología de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 36. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v42n1/v42n1a07.pdf>

Garza, JJ, Varela, S. y Gómez, W. (2017). Métodos para la detección presuntiva de Huanglongbing (HLB) en cítricos. *CienciaUAT* , 11 (2), 93. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v11i2.783>

Gobierno de México. (2013). Programa de trabajo de la campaña áreas regionales de control del psílido asiático de los cítricos, a operar con recursos del componente sanidad del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2014, en el estado de Querétaro. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/156579/reas_Regionales_de_Control_del_psílido_asiático_de_los_cítricos.pdf

Gobierno de México. (2018). Programa de trabajo específico de la campaña contra plagas reglamentadas de los cítricos a operar con recurso del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2019, componente de campañas fitozoosanitarias en el estado de Querétaro. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/561895/CITRICOS.pdf>

Gobierno de México. (2021). Programa de trabajo integral del subcomponente servicios fitosanitario en apoyo a la producción para el bienestar y prevención, control o erradicación de plagas fitosanitarias en del estado de Querétaro, del programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria ejercicio fiscal 2021, con recursos de origen Federal. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/707098/Querétaro_autorizado.pdf

Hall, D. G. (2008). *Biology, History and World Status of Diaphorina citri*. En: *I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (Candidatus Liberibacter spp) y el psílido asiático de los cítricos (Diaphorina citri)*. Hermosillo, Sonora, México. <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/35403/HallDiaphorinabiologyhistoryworldstatus2008.pdf>

Henríquez, D.J., Navarro, S., Bastardo, R.H. y Reyes, M. (2016). Aspectos ecológicos de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 en el cultivo de cítricos en Villa

Altagracia y el Seibo, República Dominicana. *Novita Caribaea*, 10, 52-62.
<https://novitatescaribaea.do/3202/index.php/novitates/article/view/29/19>

Hernández, L., López, J., García, C., Osorio, F., & Nava, M. (2013). Dinámica espacio-temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en *Murraya paniculata* (L.) Jack en Cuitláhuac, Veracruz. *Acta Zoológica Mexicana*. 29(2), 334-345. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v29n2/v29n2a6.pdf>

Instituto Nacional de Ecología. (1999). Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Recuperado de: https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/sierra_gorda.pdf

Intalen. Ficha técnica imidacloprid. Recuperado de: <https://www.antalien.net/productos/tecnicas/Ficha-Tecnica-Imidacloprid-200-SC.pdf>. Fecha de consulta: diciembre de 2023.

JASP (Nº de versión JASP 0.17.3). (2018). Mac OS, Linux, Windows. Ámsterdam, Países Bajos: Universidad de Ámsterdam. <https://jasp-stats.org/download/>

Lomas, C., Loeza, E., Cicero, L., Sánchez, M. & Arredondo, H. (2013). Influencia del microclima el parasitismo de *Diaphorina citri* por *Tamarixia radiata* en Yucatán. Recuperado de: <http://www.ommac.org/Congreso2013/Extenso/E201308020.pdf>

Luna, A., Escamilla, J. J., Barreda S. G. & Loera, E. (2018). Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en el valle de Apatzingán, Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1–4. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3412144>, Recuperado de: <https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/2144/2242>

Martínez, J. (2017). *Psílido Asiático de los Cítricos*. Recuperado de <http://jlmc-entomologo.blogspot.mx/2010/04/>

Mead, F. y Fasulo, T. 2011. *Asian citrus psyllid, Diaphorina citri Kuwayama (insecta: hemiptera: Psyllidae*. UF. IFAS. Institute of Food and Agricultural Sciences) University of Florida. Recuperado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN160>

Medina V.M., Zapiaín, G., Robles G., M. M., Pérez, O., Orozco, M., Williams, T. & Becerra, S. (2007). Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30:133-143. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030204>

Monzó Ferrer, C. & Vanaclocha, P., (February 11,2023). *Diaphorina citri* (Asian citrus psyllid) [*Diaphorina citri* (psílido asiático de los cítricos)]. CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.18615>

Mora, G., Robles, P., López, JL, Flores, J., Acevedo, G., Domínguez, S., Gutiérrez, A. y Loeza, E. (2014). Situación Actual y Perspectivas del Manejo del HLB de los Cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*. (1. Ed, Vol. 32). <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v32n2/2007-8080-rmfi-32-02-00108.pdf>

NOM-EM-047-FITO-2009. (2009). 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 (*Candidatus liberibacter* spp.) en el territorio nacional. Diario Oficial de la Federación. 2 de julio de 2009. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5097925

Nota. Adaptado de “Principales zonas productoras de cítricos en México. Elaboración propia con datos del SIAP,2018, con datos del ciclo agrícola 2017” [Png], (p.4), por Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*), 77. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/458933/77_Ficha_Tcnica_Ps_lido_asi_tico_de_los_c_tricos_Diaphornia_citri_Mayo_2019.pdf

Nota: Adaptado de “Tiempo de duración de los diferentes estados de desarrollo de *Diaphorina citri* sobre mirto *Murraya paniculata* bajo condiciones de invernadero. Palmira, Valle del Cauca, Colombia.” García, Y., Patricia, Y., Sotelo, P. A., & Kondo, T. (2016). Biología de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(1), 36. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v42n1/v42n1a07.pdf>

Nota: Adaptado de “*Adulto de Diaphorina citri*”. Augier, L., Carro, N., Vega, N., Lizondo, M. (2020). Ficha Técnica *Diaphorina citri*. Avance agroindustrial. Recuperado de: <https://www.avance.eeaoc.gob.ar/?articulo=diaphorina-citri>

Ortega, LD, Villegas, Á., Ramírez, AJ, & Mendoza, EE (2013). Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazones, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29 (2),317- 333. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v29n2/v29n2a5.pdf>

Pardo, S. (2013). Dinámica poblacional del psílido asiático en cultivos asociados con cítricos en el valle de Apatzingán. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Morelia, Michoacán.

Pardo, S. & Miranda M. A. (2016). Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y enemigos naturales en el valle de Apatzingán. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/310313945_FLUCTUACION_POBLACIONAL_DE_DIAPHORINA_CITRI_KUWAYAMA_HEMIPTERA_LIVIIDAE_Y_ENEMIGOS_NATURALES_EN_EL_VALLE_DE_APATZINGAN

Pérez L. (2019). Desafíos de la citricultura frente a la enfermedad huanglongbing (HLB). Estrategias de manejo bajo un enfoque multidisciplinario. AGROSAVIA. Recuperado de: <https://acopi.org.co/wp-content/uploads/2019/12/2-%E2%80%9CDesaf%C3%ADos-de-la-citricultura-frente-a-la-enfermedad-huanglongbing-HLB.-Estrategias-de-manejo-bajo-un-enfoque%C3%A9-multidisciplinario%E2%80%9D.pdf>

Pérez-Valencia LI, Miche MPI, Moya-Raygoza APMG, Rodríguez A (2019) Variación genética y estructura de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en poblaciones de México, *Annals of the Entomological Society of America*, 112(4), 379–387. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/saz016>

Rodríguez, C. & Mendoza, A. (2014) Una amenaza para la citricultura mexicana. La ciencia y el hombre. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*, Vol. XXVII, núm. 1. Enero-abril 2014, México. Recuperado de: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num1/articulos/amenaza-para-la-citricultura.html>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017). Se consolida México como quinto productor mundial de naranja. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/se-consolida-mexico-como-quinto-productor-mundial-de-naranja>

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA). (2014). El Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* y su manejo en la zona media y Huasteca potosina. Recuperado de: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/1000.pdf>

SEMARNAP. (1999). Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (1ª edición). Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V. Recuperado de: <https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/anp/AN15.pdf>

SENASICA. 2019. Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. Fecha de la última actualización: mayo de 2019. Ficha Técnica 77. 16 pp. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/458933/77_Ficha_Tcnica_Psilido_asi_tico_de_los_c_tricos_Diaphornia_citri_Mayo_2019.pdf

SENASICA. 2022. Análisis de impacto económico ante un posible establecimiento y dispersión del Cancro de los cítricos en México en áreas comerciales. Recuperado de:

https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2022/agosto/An%C3%A1lisisdeimpactoecon%C3%B3micoanteunposibleestablecimientoydispersi%C3%B3ndelCancrodelosc%C3%ADtricosenM%C3%A9xicoen%C3%A1reascomerciales_107e4f44-49be-4b9a-8058-df20da906b1a.pdf

SENASICA (Sitio de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2019), Manual Operativo de la Campaña contra Plagas Reglamentadas de los Cítricos. Recuperado de: [Manual Operativo Plagas de los Cítricos 2019.pdf \(osiap.org.mx\)](#)

SIAP. 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: octubre de 2021.

Virginia V. 2015. Dinámica poblacional y enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), en limón persa en Quintana Roo. (Tesis de Maestría). Colegio de la Frontera Sur. Recuperado de: https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2028/1/100000054473_documento.pdf

Yaser S.A.S. 2010. Ficha Técnica. Recuperado de: <https://yaseras.com/wp-content/uploads/2018/07/FICHA-TECNICA-ABAMECTINA-1.8-EC.pdf>

Yzquierdo, ME, Rincón, JA, Loeza, E., López, JF, Aceves, LA, y Ortiz, CF (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* (NS), 1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712374>

9. Anexo

Anexo 1: Huertas monitoreadas



Anexo 2: Monitoreo con trampas amarillas



Anexo 3: Control biológico



Anexo 4: Control químico



Anexo 5: Revisión de trampas



Anexo 6: Hojas con adultos de *D. citri*

