

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**BÚSQUEDA DE ORGANISMOS BENÉFICOS PARA CONTROL BIOLÓGICO DE  
*Diaphorina citri* Kuwayama EN NUEVO LEÓN, MÉXICO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENTA

DANIEL MORENO ARREDONDO

**GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN**

**Noviembre 2021**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**BÚSQUEDA DE ORGANISMOS BENÉFICOS PARA CONTROL BIOLÓGICO DE  
*Diaphorina citri* Kuwayama EN NUEVO LEÓN, MÉXICO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENTA

DANIEL MORENO ARREDONDO

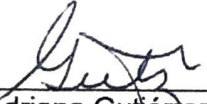
**GENERAL ESCOBEDO, NUEVO LEÓN**

**Noviembre 2021**

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE


MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COMITÉ PARTICULAR DE TESIS



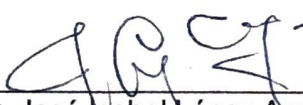
---

Dra. Adriana Gutiérrez Díez  
Directora




---

Dra. Reyna Ivonne Torres Acosta  
Co-directora




---

Dr. José Isabel López Arroyo  
Asesor



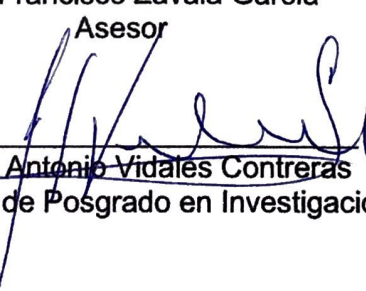
---

Dr. Salvador Ochoa Ascencio  
Asesor



---

PhD. Francisco Zavala García  
Asesor



---

Dr. Juan Antonio Vidales Contreras  
Subdirector de Posgrado en Investigación

## DEDICATORIA

Este trabajo se los dedico a mis padres **Daniel Moreno Galván** y **Rosa María Arredondo Dávila** por seguirme brindado su apoyo y acompañándome en mi formación personal.

A mis hermanos **Joel**, **Edgar** y **Adriana** por estar siempre pendiente de mí y de mis estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo otorgado a través de la beca para cursar el posgrado.

A la **Facultad de Ciencias Forestales**, por proporcionar los datos de las variables de temperatura, humedad y precipitación de su estación climatológica.

A la **Dra. Adriana Gutiérrez Díez**, mi directora de tesis, por permitirme realizar este proyecto bajo su asesoramiento, brindándome su apoyo y tiempo para poder avanzar un paso más en mi formación.

A la **Dra. Reyna Ivonne Torres Acosta**, co-directora de tesis, por sus comentarios y recomendaciones para mejorar la tesis, así como por brindarme información para seguir conociendo más acerca del control biológico.

A mis asesores los doctores **Salvador Ochoa Ascencio**, **Francisco Zavala García** y **José Isabel López Arroyo**, por los comentarios y las observaciones acertadas que realizaron en las reuniones en línea que tuvimos.

Al **Ing. Carlos Horacio** y al **Fondo de Aseguramiento Agrícola Citricultores de Nuevo León**, por la información que proporcionó, así como también ponerme en contacto con los productores **Jaime Adame**, **Martha Moya** y **Don Federico Salazar**, que accedieron a que pudiera realizar las colectas en sus huertas.

Al **Comité Estatal De Sanidad Vegetal De Nuevo León**, sobre todo al **Biol. Diego Garza** que me proporcionó información que ayudo a la realización de este trabajo, así como a los técnicos **Manolo** y **Moisés** quienes me otorgaron de su tiempo para coleccionar y entregarme las trampas.

A mis compañeros de laboratorio: **Dana Gómez, Fabiola Medina, Ian Quiroz y Karen Cantú**, que a pesar de pasar del poco tiempo que se pudo convivir de forma presencial, fueron muy buenos momentos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
1. Introducción .....	1
1.1. Hipótesis.....	4
1.2. Objetivo General .....	4
1.2.1 Objetivos Específicos.....	4
2. ANTECEDENTES .....	5
2.1 Citricultura .....	5
2.2 Enfermedades de los Cítricos .....	6
2.2.1 Escobas de Bruja del Limonero Ácido .....	7
2.2.2 Stubborn de los Cítricos Enfermedad Persistente de los Cítricos .....	7
2.2.3 Clorosis Variegada de los Cítricos.....	7
2.2.4 Cancro de los Cítricos.....	8
2.3 Enfermedades de Cítricos en México .....	8
2.3.1 Huanglongbing (HLB) .....	10
2.4 Plagas en Cítricos .....	12
2.4.1 Nematodos.....	12
2.4.2 Mosca Mexicana .....	13
2.4.3 Mosca Prieta .....	13
2.4.4 Minador de la Hoja.....	13
2.4.5 Trips .....	14
2.4.6 Chinche de Patas Laminares.....	14

2.4.7 Escamas .....	14
2.4.8 Arador o Negrilla .....	15
2.4.9 Arañas.....	15
2.4.10 Psílido Asiático de los Cítricos.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1 Área de Estudio.....	20
3.2 Colecta de Insectos.....	22
3.3 Identificación de Insectos .....	24
3.4 Análisis Estadístico .....	24
4. RESULTADOS .....	25
4.1 Colecta de Enemigos Naturales.....	26
4.3 Índice de Shannon-Wiener.....	29
5. DISCUSIÓN.....	31
6. CONCLUSIONES.....	38
7. BIBLIOGRAFÍA.....	39
8. ANEXOS.....	51



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Identificación de las huertas muestreadas en la Región Citrícola de Nuevo León.....	22
2	Identificación de huertas de origen las trampas amarillas proporcionadas por CESAVENTL.....	23
3	Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> colectados en las huertas de cítricos de Linares (H1), Hualahuises (H2) y Montemorelos (H3).....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Síntomas provocados por HLB (Robles-González <i>et al.</i> , 2013).....	12
2	Ciclo de vida de <i>Diaphorina citri</i> (SENASICA, 2019a).....	16
3	Aplicación de productos químicos para control de <i>Diaphorina citri</i> (CESAVE, 2015).....	18
4	Localización de las huertas en las que se realizó el estudio: a) H1 (Linares), b) H2 (Hualahuises), c) H3 (Montemorelos)..	22
5	Efectos del frente frío 35 en H1: a) Condiciones de la huerta antes del frente frío, b) Condiciones de la huerta después del frente frío.....	25
6	Especies colectadas en las huertas muestreadas: a) <i>Brachiacantha decora</i> , b) <i>Chilocorus cacti</i> , c) <i>Coleomegilla maculata</i> d) <i>Cycloneda sanguinea</i> , e) <i>Hippodamia convergens</i> , f) <i>Olla v-nigrum</i> , g) <i>Chrysoperla comanche</i> , h) <i>Tamarixia radiata</i> , i) <i>Zelus renardii</i> .....	28
7	Índices de diversidad de Shannon-Weiner para depredadores de <i>Diaphorina citri</i> en las huertas muestreadas manualmente.....	29
8	Índices de diversidad de Shannon-Weiner para depredadores de <i>Diaphorina citri</i> recolectados en trampas amarillas .....	30

9	Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la temperatura presentada en la fecha de muestreo.....	33
10	Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la humedad relativa presentada en la fecha de muestreo.....	33
11	Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la precipitación presentada en la fecha de muestreo.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
Cuadro 1A Variables climatológicas presentes en las huertas al momento de la colecta de insectos.....	51
Cuadro 2A Enemigos naturales de <i>Diaphorina citri</i> identificados en las trampas amarillas adhesivas proporcionadas por el CESAVENL, de huertas de cítricos de Linares y Hualahuises, N.L.....	52
Cuadro 3A Registro de enemigos naturales colectados de manera manual en las huertas Dos Lupitas (H1, Linares), Santa Cecilia (H2, Hualahuises) y Santa María 5 (H3, Montemorelos).....	53

## RESUMEN

México es uno de los principales productores de cítricos a nivel mundial, Nuevo León se encuentra en 4° lugar nacional en producción de cítricos debido a su región citrícola. Las huertas de cítricos son propensas a diversas enfermedades entre la cual destaca el Huanglongbing (HLB) asociada a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Para el manejo de la enfermedad se ataca a su vector *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) con herramientas de control biológico, químico y cultural. En México se han realizado diferentes estudios en donde se han identificado a enemigos naturales que atacan a *D. citri* en los estados de Yucatán, Sinaloa, Nayarit y Quintana Roo; por lo cual, el objetivo de este estudio fue identificar la diversidad de insectos enemigos naturales de *D. citri* presentes en huertas de la región citrícola de Nuevo León. Colectas manuales de insectos fueron realizadas cada 15 días durante un año en tres huertas (H1 Linares, H2 Hualahuises, H3 Montemorelos) ubicadas en la región citrícola durante el periodo de marzo del 2020 a marzo del 2021; a la par, trampas amarillas adhesivas proporcionadas por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León (CESAVENL) fueron revisadas para determinar la diversidad de enemigos naturales durante el periodo de agosto 2020 a marzo 2021. Se recolectaron ejemplares de *Zelus renardii* (Kolenati 1857) (Hemiptera: Reduviidae), *Brachiacantha decora* (Casey 1899) (Coleoptera: Coccinellidae), *Chilocorus cacti* (Linnaeus 1767) (Coleoptera: Coccinellidae), *Coleomegilla maculata* (De Geer 1775) (Coleoptera: Coccinellidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus 1767) (Coleoptera: Coccinellidae),

*Hippodamia convergens* (Guérin-Ménéville 1842) (Coleoptera: Coccinellidae), *Olla v-nigrum* (Mulsant 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysoperla comanche* (Banks 1938) (Neuroptera: Chrysopidae), que corresponden a enemigos naturales depredadores, así como la especie *Tamarixia radiata* (Waterston 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) la cual es parasitoide específico de *D. citri*. De acuerdo con el índice de Shannon Wiener, H1 fue la huerta que presentó mayor índice de diversidad. Los resultados mostraron que en la región citrícola de Nuevo León, *D. citri* es atacada por enemigos naturales diversos que incluyen a depredadores y parasitoides, cuya abundancia depende de las condiciones climatológicas. De los enemigos naturales encontrados existen especies que podrían ser aprovechados en programas de control biológico del vector.

## ABSTRACT

Mexico is one of the main citrus producers worldwide, Nuevo León is in 4th place nationally in citrus production due to its citrus region. Citrus orchards are prone to various diseases, including Huanglongbing (HLB) associated with the bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus*. To manage the disease, its vector *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) is attacked with biological, chemical and cultural control tools. In Mexico, different studies have been carried out where natural enemies that attack *D. citri* have been identified in the states of Yucatán, Sinaloa, Nayarit and Quintana Roo; therefore, the objective of this study was to identify the diversity of insects natural enemies of *D. citri* present in orchards of the citrus region of Nuevo León. Manual insect collections were carried out every 15 days for a year in three orchards (H1 Linares, H2 Hualahuises, H3 Montemorelos) located in the citrus region during the period from March 2020 to March 2021; at the same time, adhesive yellow traps provided by the Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León (CESAVENL) were reviewed to determine the diversity of natural enemies during the period from August 2020 to March 2021. Natural enemies were collected such as predators *Zelus renardii* (Kolenati 1857) (Hemiptera: Reduviidae), *Brachiacantha decora* (Casey 1899) (Coleoptera: Coccinellidae), *Chilocorus cacti* (Linnaeus 1767) (Coleoptera: Coccinellidae), *Coleomegilla maculata* (De Geer 1775) (Coleoptera: Coccinellidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus 1767) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia convergens* (Guérin-Ménéville 1842) (Coleoptera: Coccinellidae), *Olla v-nigrum*

(Mulsant 1866) (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla comanche* (Banks 1938) (Neuroptera: Chrysopidae), and the species *Tamarixia radiata* (Waterston 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) which is a specific parasitoid of *D. citri*. According to the Shannon Wiener H1 index, it was the orchard that presented the highest diversity index in comparison. The results showed that in the citrus region of Nuevo León, *D. citri* is attacked by various natural enemies that include predators and parasitoids, whose abundance depends on the weather conditions. Of the natural enemies found, there are species that could be used in biological control programs for the vector.



## 1. INTRODUCCIÓN

Los cítricos son una de las frutas más importantes desde el punto de vista comercial a nivel mundial con un promedio de producción de 98 millones de toneladas (USDA, 2021), siendo los principales países productores China, Brasil, Estados Unidos, México y España. Esto, gracias a que la citricultura se desarrolla mejor en los climas tropicales a subtropicales, por lo que los países ubicados en el Hemisferio Norte producen del 70 al 80%, mientras que el resto de la producción proviene del Hemisferio Sur. De acuerdo a Maya-Ambía (2017), la naranja es una de las especies de cítricos con mayor importancia, con dos tercios de la producción mundial.

En México los cítricos son parte importante de la dieta de la población, a partir del 2013 se ha aumentado la producción de cítricos en el país (Maya-Ambía, 2017), manteniéndose desde el 2012 como el quinto productor a nivel mundial con 594,369 ha cultivadas (SIAP, 2020a), distribuidas en 27 estados, siendo los principales Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla, produciendo 4 millones 629 mil 758 toneladas en 2017 (SIAP, 2018). La producción citrícola va encaminada a lo que se conoce como cítricos dulces cuyo porcentaje de producción se divide en: naranja (83%), toronja (8%), mandarina (5%) y tangerina (4%) (López-Souza, 2017).

A la fecha, Nuevo León es a nivel nacional el tercer estado productor en naranja con 25,576 ha sembradas, produciendo una cantidad de 256,565 toneladas (SIAP, 2020b), con valor de la producción en miles de pesos de 1,780,129.27 (SIAP, 2020c). La citricultura es una de las actividades agrícolas más importantes del Estado ya que aporta el 12% del valor agrícola, el cual se ha mantenido con una tendencia positiva en el PIB agropecuario estatal desde el 2008.

Las enfermedades son de los principales problemas de los cítricos, que pueden afectar en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. Algunas de estas enfermedades se encuentran presentes en México afectando su producción y causando pérdidas económicas. Las enfermedades de los cítricos que mayores efectos tienen en la producción y vida útil de la planta son causadas por virus como CPsV y CTV (psorosis y tristeza), los viroides CEVd y CCaVd (exocortis y cachexia), bacterias *Xanthomonas citri*, *Spiroplasma citri*, *Xylella fastidiosa* subsp. Pauca y *Candidatus Liberibacter* spp. (cáncer bacteriano, stubborn, clorosis variegada y Huanglongbing o dragón amarillo) (González, 2007).

El Huanglongbing (HLB) es la enfermedad causada por *Candidatus Liberibacter asiaticus*, la cual es considerada como la más importante registrada para los cítricos, ya que afecta a todas las especies comerciales. La muerte del cítrico se produce paulatinamente mostrando síntomas como defoliación, deformación y caída de los frutos lo cual reduce la calidad comercial de estos, provocando pérdidas de cosecha de hasta el 100% como sucedió en Sudáfrica, o bien provocando otros efectos como el aumento de costos de producción reportado en Florida, Estados Unidos (FAO,2020).

En Nuevo León, los municipios de Linares, General Terán y Santiago han reportado la presencia de HLB de forma asintomática, siendo detectada en los dos primeros en huertas comerciales y en el tercero, en huerta de traspatio. La enfermedad aún no causa pérdidas económicas en la producción de los cítricos en el Estado (SENASICA, 2016).

La dispersión de este agente causal se debe principalmente a dos insectos vectores, *Trioza erytreae* (Del Guercio) (Hemiptera: Triozidae) en África y *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) en Asia, este último reportado en México desde el 2002 (SENASICA, 2019a). Para el manejo de *D. citri* se ha empleado control biológico, químico y cultural (SENASICA, 2019a). Dentro del control biológico, se destaca el ectoparásito *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), el cual parasita a la ninfa de *D. citri*, por lo que se ha vuelto el parasitoide más estudiado (Kondo, 2017). En estudios realizados en los estados de Yucatán (Lozano y Jasso, 2012), Sinaloa (Cortez *et al.*, 2011) y Nayarit (Rodríguez *et al.*, 2012) se reportaron enemigos naturales para el control de esta plaga.

En Nuevo León hay presencia de enemigos naturales del vector de *Candidatus Liberibacter asiaticus* como los hongos entomopatógenos *Hirsutella citriformis*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillum* sp., *Sporothrix* sp., *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Casique-Valdés, 2010) y la presencia de enemigos naturales los cuales afectan a diferentes tipos de insectos y de ácaros fitófagos, como las crisopas *Ceraeochrysa* sp. *Ceraeochrysa valida* (Banks), *Chrysopa nigricornis* Burmeister, *Chrysopa quadripunctata* Burmeister, *Chrysoperla comanche* (Banks), *Chrysoperla*

*externa* (Hagen), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), *Eremochrysa* sp., y *Leucochrysa texana* (Banks) y coccinélidos como *Brachyacantha* spp., *Cycloneda sanguinea*, *Delphastus pusillus*, *Hippodamia convergens*, *Olla v-nigrum*, *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) (López-Arroyo, 2001) y la presencia del parasitoide *T. radiata* (Peña-Carrillo, 2015) por lo cual se plantea el desarrollo de esta propuesta de investigación.

### **1.1. Hipótesis**

En el área citrícola de Nuevo León existen enemigos naturales de *Diaphorina citri* con el potencial de ser utilizados en programas de control biológico.

### **1.2. Objetivo General**

Analizar la diversidad de enemigos naturales de *Diaphorina citri* presentes en huertas de la región citrícola de Nuevo León con reportes positivos de la enfermedad de Huanglongbing, para proponer su utilización como control biológico.

#### **1.2.1 Objetivos Específicos**

1. Identificar la diversidad de insectos depredadores de *D. citri* presentes en la región citrícola de Nuevo León y su relación con las condiciones de manejo y conservación de la huerta.
2. Identificar la diversidad de insectos parasitoides de *D. citri* y su relación con las condiciones de manejo y conservación de la huerta.
3. Determinar la fluctuación de poblaciones de enemigos naturales de *D. citri* en las huertas muestreadas.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Citricultura

A la fecha los cítricos son los frutales más valorados a nivel mundial, con una producción cercana a los 70 millones de toneladas superando a frutales como manzanos, melocotones, peras, ciruelas, etc.; ocupando el 20% del mercado mundial de frutas (Erráez *et al.*, 2020). La mayor producción de cítricos se realiza en el Hemisferio Norte con un total del 58%, siendo países como China, Estados Unidos y Brasil los principales productores, destacando China como el mayor productor de mandarinas y clementinas, e India, México y Argentina como los principales productores de limón y lima (Aguilar-Niño *et al.*, 2012).

En México, la citricultura se ha establecido como una de las actividades agrícolas más importantes ya que desde 2012, se ha mantenido en los primeros lugares de producción a nivel mundial con un 4.6%, solo superado por China (21%), Brasil (18%), Estados Unidos (8%) e India (6%) (SAGARPA, 2012). Debido al aumento de la producción de cítricos, la superficie sembrada pasó de 530,363.7 hectáreas en 2010 a 569,914.3 hectáreas en 2017; siendo la naranja el cultivo de mayor crecimiento con 58.9 y 60.5% de siembra y cosecha, respectivamente, siguiéndole el limón con 34 y 4%; la mandarina con 3.8 y 4%, y la toronja con 3.4 y 3.3% (Solleiro y Mejía, 2019). En México, la mayoría de la producción de cítricos se centra en los estados de Veracruz,

Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla, los cuales produjeron 4'629,758 toneladas en 2017 (SIAP, 2018).

En la actualidad, Nuevo León se encuentra en 4° lugar de producción por detrás de Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí, con 339,138 toneladas (SIAP, 2020b) y un costo estimado de 1'019,660.12 pesos (SIAP, 2020a). En Nuevo León, la producción de cítricos se lleva a cabo en la región citrícola que comprende los municipios de Linares, Hualahuises, General Terán, Montemorelos, Cadereyta y Allende, abarcando el 99% de la superficie cultivada de cítricos en el Estado (SAGARPA, 2015).

Los cítricos son afectados por plagas y enfermedades de las cuales en México se han reportado cerca de 50 patógenos, algunos considerados de importancia económica debido a que merman la producción y la calidad de los frutos, ocasionando como mayor consecuencia la muerte del árbol cuando el daño es severo (Varela-Fuentes, 2013).

## **2.2 Enfermedades de los Cítricos**

Los cítricos son de los frutales con mayor presencia de enfermedades causadas por patógenos como fitoplasmas, espiroplasmas, bacterias, hongos, virus, viroides, algas y nematodos. Por lo tanto, es necesario conocer las enfermedades que se encuentran presentes en el país, así como estar atento a otras enfermedades que aún no están reportadas pero que son potencialmente peligrosas (González, 2007).

### **2.2.1 Escobas de Bruja del Limonero Ácido**

La enfermedad escoba de bruja del limonero ácido (WBDL por sus siglas en inglés) es una enfermedad causada por el fitoplasma *Candidatus Phytoplasma aurantifolia*-16SrII (Acholeplasmatales: Acholeplasmataceae), la cual fue reportada por primera vez en Sultanato de Omán. Su principal síntoma son las múltiples brotaciones, por el cual recibe el nombre de escoba de bruja. Otros síntomas son: hojas pequeñas con clorosis, entrenudos cortos y en su estado más avanzado la caída prematura de las hojas y la muerte regresiva de la planta (Bové, 1986 citado por Paredes-Tomás y Luis-Pantoja, 2019).

### **2.2.2 Stubborn de los Cítricos Enfermedad Persistente de los Cítricos**

Conocida como enfermedad persistente de los cítricos, es causada por *Spiroplasma citri* (Saglio) (Entomoplasmatales: Spiroplasmataceae) el cual se aloja en el floema de las plantas afectadas provocando síntomas como enanismo, clorosis, frutos pequeños y deformes. La mayoría de las especies de cítrico son hospederos de este procariote. Es una enfermedad que suele afectar más a los árboles jóvenes y que rara vez provoca la muerte del árbol, llega a ser un problema en lugares con climas húmedos (Moreno *et al.*, 1990; Cavallini, 1998).

### **2.2.3 Clorosis Variegada de los Cítricos**

Es una enfermedad ocasionada por el agente causal *Xylella fastidiosa* Well *et al.*, 1987 (Xanthomonadales: Xanthomonadaceae), la cual afecta principalmente árboles de naranja dulce mermando el vigor de las ramas, hojas y frutos, reduciendo el rendimiento. A pesar de afectar principalmente a la naranja dulce, ocasionalmente

puede afectar otras especies de cítricos. Esta enfermedad se disemina por vectores de la familia Cicadellidae (SENASICA, 2019b).

#### **2.2.4 Cancro de los Cítricos**

El cancro de los cítricos es una enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas citri* (Hasse 1915) Gabriel *et al.*, 1989 (Xanthomonadales: Xanthomonadaceae), la cual causa defoliación severa, muerte regresiva de las ramas y caída prematura de los frutos, el daño en la cáscara provoca la pérdida de valor del fruto. Esta enfermedad afecta a la mayor parte de los cítricos, los árboles jóvenes son los más susceptibles ya que pueden llegar a estar 100% infectados en sus frutos y hojas. Se le tiene considerada como enfermedad cuarentenaria, y se estima que tiene repercusiones económicas inmediatas si se llega a establecer en las zonas comerciales de México (SENASICA, 2019a).

### **2.3 Enfermedades de Cítricos en México**

Las enfermedades son el mayor problema que enfrenta la citricultura en México, no sólo merman los cultivos bajando el valor comercial de los frutos (Rocha-Peña y Peña del Rio, 2009). Las enfermedades en los cítricos se presentan en distintas etapas del desarrollo de la planta, un ejemplo es el albinismo, enfermedad causada por hongos como *Alternaria tenuis* Keissl y *Aspergillus flavus* Link, en esta enfermedad las plántulas no producen clorofila por lo que mueren (Rocha-Peña y Peña del Rio, 2009). El damping-off o ahogamiento es una enfermedad que puede ser detectada por la pudrición de la semilla, o pudrición de la raíz en caso de emergencia de la plántula; suele ser provocada por los hongos *Rhizoctonia solani* (Kühn 1858) (Agomicetales:



Agnomicetaceae), *Fusarium* spp. y los oomycetes *Pythium* y *Phytophthora* (Rocha-Peña y Peña del Río, 2009).

La gomosis suele presentarse en los viveros, se detecta por la presencia de lesiones húmedas irregulares en la unión de los injertos, en donde se forma un exudado gomoso. Suele ser provocada por el oomycete *Phytophthora*, el cual suele ser diseminado a la hora de regar los árboles.

En el caso de la roña, se produce en lugares con alta humedad, los síntomas se presentan en los tallos, peciolos, ramas y hojas; esta enfermedad es provocada por el hongo *Elsinoe fawcettii* Bitancourt & Jenkins con fase asexual *Sphaceloma fawcettii* Jenkins (Sáenz-Pérez *et al.*, 2019).

En huertas ya establecidas suelen ocurrir otra clase de enfermedades como melanosis, ocasionada por *Diaporthe citri* (F.A. Wolf 1926) (Diaphorthales: Diaporthaceae), que afecta a todas las especies de cítricos, provocando manchas pequeñas en las hojas con halos amarillos y lesiones de color rojo que se esparcen por la mayor parte de la fruta (Dewdney y Burrow, 2015).

*Mycosphaerella citri* (Whiteside 1972) (Capnodiales: Mycosphaerellaceae) es el hongo causante de la enfermedad de la mancha grasienta, afecta a hojas y en menor medida a los frutos, provoca necrosis, defoliación temprana en invierno, y disminución del vigor de la planta. En caso de que se presente en las huertas, del 35 al 45% del costo de producción se utiliza para combatir este hongo (Sáenz-Pérez *et al.*, 2019).

La tristeza de los cítricos es una de las principales enfermedades que presenta este cultivo, es ocasionada por el virus de la tristeza de los cítricos (CTV). La enfermedad ha ocasionado la muerte de 50 millones de árboles alrededor del mundo (Sáenz-Pérez *et al.*, 2019). El principal síntoma de esta enfermedad es la tristeza o decaimiento rápido o lento del árbol; los primeros síntomas en presentarse son la clorosis en las hojas y picadura del tallo la cual se va haciendo más prominente con el paso del tiempo, se presenta además en frutos pequeños y de coloración verde pálido, la producción de frutos se reduce hasta la muerte del árbol (Sáenz-Pérez *et al.*, 2019).

### **2.3.1 Huanglongbing (HLB)**

La enfermedad que ha estado ganando protagonismo en los últimos años es el HLB, ya que presenta mayor potencial destructivo que el CTV. Es una enfermedad provocada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* la cual cuenta con tres especies, *Ca. L. africanus*, *Ca. L. americanus* (SENASICA, 2016b) y *Ca. L. asiaticus*. Esta última, reportada por primera vez en China (Zaho, 1981) para después reportarse en Japón, India, Península Arábiga y en África. El vector de la bacteria para las variedades asiáticas y americana es *D. citri* mientras que para la variedad africana, el vector es el insecto *Trioza erytreae* (SENASICA, 2016b).

La enfermedad de HLB se presentó por primera vez en el Continente Americano en Sao Paulo, Brasil en 2004, en la localidad de Araracuara (Coletta-Fiho, 2004), siendo registrada su presencia después en Estados Unidos en 2005 en el estado de Florida, en 2006 se registró en Cuba y Brasil en el estado de Paraná; en 2008 en República Dominicana y en Luisiana, Estados Unidos. En 2009 fue registrada en

Honduras, Belice y en los estados de Georgia y Carolina del Sur en Estados Unidos, ese mismo año se reportó en México. En Guatemala y Nicaragua se registró en 2010; y en Costa Rica y Jamaica en 2011 (Santivañes *et al.*, 2014).

En México se hace presente por primera vez en 2009 al ser reportada en la localidad del Cuyo en Yucatán en el municipio de Tizimín, avanzando rápidamente ya que para finales del año fue detectada en Jalisco, Nayarit y Quintana Roo; en 2010 se detectó en Campeche, Sinaloa y Colima (Santivañes *et al.*, 2014; SENASICA, 2016b), mientras que en 2011 se detectó en Chiapas, Baja California Sur e Hidalgo, y en 2012 en Tabasco (López-Collado, 2015).

En Nuevo León es reportada en 2016 en muestras vegetales de huertas de Linares y General Terán, el tercer caso se reportó en un árbol de traspatio en el municipio de Santiago (SENASICA, 2016a).

La forma en la que se manifiesta esta enfermedad varía dependiendo de la especie del cítrico y el lugar, síntomas graves se muestran en naranja dulce y mandarina en Brasil y California en Estados Unidos (Manicom y Van Vuuren, 1990); mientras que, en zonas del Pacífico en México, esta clase de síntomas se han expresado en cítricos agrios, como variedades de limones y naranja agria (Esquivel-Chávez, 2010). Los síntomas suelen ser puntos cloróticos, manchas angulares, acorchamiento y engrosamiento de nervaduras, moteados y clorosis difusa, defoliación y en algunos casos la deformación de los frutos (Figura 1) (SENASICA, 2016b).



Figura 1. Síntomas provocados por HLB (Robles-González *et al.*, 2013).

Al ser una enfermedad que no cuenta con un tratamiento, los esfuerzos para su control se centran en la eliminación del vector mediante medidas fitosanitarias, que en México consisten en exclusión, erradicación, control químico y control biológico (SENASICA, 2019a).

## 2.4 Plagas en Cítricos

En México se han registrado cerca de 100 especies de plagas entre ácaros e insectos que afectan a los cítricos. Las plagas causan deterioro de la producción, reducción del valor del fruto y como mayor consecuencia la muerte del árbol (Varela-Fuentes, 2013). Las plagas cuya presencia destaca en Nuevo León son:

### 2.4.1 Nematodos

Los nematodos son problema cuando los cítricos se mantienen en viveros, ya que se dispersan con facilidad en el agua de riego, la especie *Tylenchulus*

*semipenetrans* Cobb, 1913 (Nematoda: Tylenchidae) es la más peligrosa si llega a entrar a las huertas de producción (Rangel-Ibarra, 1984).

#### **2.4.2 Mosca Mexicana**

*Anastrepha ludens* (Loew, 1983) (Díptera: Tephritidae) es un díptero nativo del noreste de México el cual se ha reportado en 26 estados de la República Mexicana. Ocasiona daño directo al ovipositar en el fruto el cual suele caerse por efecto del daño ocasionado por la alimentación de las larvas en desarrollo, mientras que, el daño indirecto se refleja en el incremento de los costos de producción (Rocha-Peña y Peña del Río, 2009).

#### **2.4.3 Mosca Prieta**

La mosca prieta *Aleurocanthus woglumi* (Ashby, 1915) (Hemiptera: Aleyrodidae) se localizó por primera vez en México en Sinaloa en 1935 y para el año de 1950 se había convertido en la plaga más importante de los cítricos. Ocasiona daño a los árboles al succionar la savia, segregando mielecilla lo cual facilita la aparición de la fumagina. Los frutos que producen los árboles infestados suelen ser pequeños y de mala calidad (Ortega-Arenas y Carpina-Ruiz, 2020).

#### **2.4.4 Minador de la Hoja**

El lepidóptero *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracilariidae) es conocido como minador de la hoja, es una plaga que se ha encontrado en la mayoría de los municipios citrícolas de Nuevo León. Esta plaga ocasiona daño en plantaciones adultas y jóvenes, en los brotes, hojas y frutos, siendo más notorio el daño en

plantaciones jóvenes por la abundancia de brotes (López-Arroyo y Loera-Gallardo, 2009).

#### **2.4.5 Trips**

Entre los trips, la especie *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Thripidae) es la que se ha reportado afectando a los cítricos. Esta plaga no afecta en la producción de los cítricos, pero si en su calidad, ya que al alimentarse de los frutos produce cicatrices que adquieren una tonalidad grisácea dañando su apariencia (López-Arroyo, y Loera-Gallardo, 2009).

#### **2.4.6 Chinche de Patas Laminares**

*Leptoglossus phyllopus* (Linnaeus) (Hemiptera:Coreidae), es la especie de esta chinche que se ha registrado ocasionando daños en los huertos, debido a su aparato bucal picador, permite la entrada de otros organismos en el fruto así como la pérdida de humedad de este (Gaona-García *et al.*, 2001).

#### **2.4.7 Escamas**

Son insectos muy pequeños que destacan por la presencia de un caparazón que recubre su cuerpo. El daño que ocasionan se produce sobre la planta por la extracción de la savia lo que provoca defoliación y muerte de las ramillas, además de esto pueden inyectar toxinas en los tejidos, los cuales pueden matar al árbol si se encuentran en altas densidades (Vargas y Rodríguez, 2008). En Nuevo León se han reportado las especies de *Aonidiella auranti* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) (escama roja de California), *Chrysomphalus aonidum* (Linneo) (Hemiptera: Diaspididae) (escama roja

de Florida), *Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae) (escama pajiza) y *Coccus hesperidum* (Linneo) (Hemiptera: Coccidae) (escama café suave) (López-Arroyo y Loera-Gallardo, 2009).

#### **2.4.8 Arador o Negrilla**

La negrilla *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eryophidae) es un ácaro que se alimenta de la epidermis del fruto lo cual provoca un color bronceado que demerita su calidad. En altas densidades en el árbol, se producen frutos más pequeños y se reduce la cantidad de jugo, afectando la producción entre 40 a 90% (López-Arroyo y Loera-Gallardo, 2009).

#### **2.4.9 Arañas**

Se les refiere con este nombre a algunas especies de ácaros como *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) (araña roja), *Eutetranychus banksi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) (araña de Texas) y *Eotetranychus sexmaculata* (Riley) (Acari: Tetranychidae) (araña de seis puntos), infestaciones de éstas en los árboles provocan daños como defoliación y caídas de frutos (López-Arroyo y Loera-Gallardo, 2009).

#### **2.4.10 Psílido Asiático de los Cítricos**

*Diaphorina citri* conocida comúnmente como el psílido asiático de los cítricos está considerada como una de las plagas más importantes reportada en todas las áreas cítricas de México. Esta plaga es el vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., la cual ocasiona la enfermedad de HLB (SENASICA, 2019d).

El psílido está ampliamente distribuido en 32 países teniendo como principales hospederos a plantas de la familia Rutaceae. Estos insectos pueden localizarse en los brotes tiernos de los árboles, encontrándose en mayor abundancia cuando hay emisión de nuevos brotes. Son hemimetábolos, es decir su ciclo de vida consiste en fase de huevo, cinco estadios ninfales y fase de adulto (Figura 2), este ciclo suele variar dependiendo la temperatura a la cual este expuesto el psílido (SENASICA, 2019d).



Figura 2. Ciclo de vida de *Diaphorina citri* (SENASICA, 2019a).

Los daños provocados por la plaga se dividen en directos e indirectos. El daño directo ocurre cuando en las infestaciones, las ninfas se alimentan de los brotes tiernos inyectando toxinas que alteran el crecimiento del árbol, provocando la muerte de los brotes. Los daños indirectos se producen por la producción de túbulos de cera y



azúcares que favorecen la formación de fumagina sobre la superficie de las hojas e interfiere con la actividad fotosintética de las mismas (Pérez-Artiles *et al.*, 2017).

*D. citri* es vector de *Candidatus Liberibacter spp.*, bacteria asociada al HLB, por lo que los esfuerzos para su eliminación en México consisten en acciones de: exclusión, erradicación, control químico y control biológico.

#### **2.4.10.1 Exclusión**

Al ser un riesgo para la citricultura del país, el Gobierno Mexicano desarrolló normas y lineamientos para controlar la diseminación del HLB, la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-047-FITO-2009 anuncia las medidas a tomar para detener la enfermedad y su vector (SAGARPA, 2010). Algunas de estas medidas son:

- a) Establecer e implementar programas de monitoreo, tanto de muestras vegetales como del vector, así como su diagnóstico para detectar la eventual introducción del HLB.
- b) Realización de actividades en conjunto con los organismos auxiliares de Sanidad Vegetal y Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario, así como invitar investigadores, e instituciones de enseñanza e investigación.
- c) Todo material vegetal señalado en la NOM, estará sujeto al análisis de riesgo de plagas que realice la Secretaría.
- d) La importación de frutos y subproductos de estos cítricos, deben cumplir con los requisitos fitosanitarios de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-EM-047-FITO-2009).

#### 2.4.10.2 Erradicación

La presencia de la enfermedad, árboles con síntomas, o del vector infectivo, son factores determinantes para la realización de acciones como la remoción de árboles, más la aplicación de insecticidas para eliminación del vector (Robles, 2010).

#### 2.4.10.3 Control químico

Se utilizan insecticidas de amplio espectro como piretroides, organofosforados y neonicotinoides, estos han demostrado mantener bajas las poblaciones adultas del psílido, mientras que aceites y reguladores del crecimiento han tenido mejor efecto en huevos y ninfas (Figura 3) (SENASICA, 2019c).



Figura 3. Aplicación de productos químicos para control de *Diaphorina citri* (CESAVE, 2015).

#### 2.4.10.4 Control biológico

Para el control biológico de *D. citri*, se han utilizado hongos entomopatógenos, así como insectos parasitoides y depredadores (SENASICA, 2019d). Se han aislado diferentes hongos entomopatógenos obtenidos de suelos donde se cultivan cítricos como: *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin (Moniliales: Moniliaceae), *Metharizium*

*anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (1883) (Hypocreales: Clavicipitaceae) e *Isaria fumosorosea* Wize (1904) (Hypocreales: Cordycipitaceae), los cuales han sido reportados afectados a esta plaga (Gandarilla-Pacheco, 2013).

En cuanto a insectos se refiere, en Yucatán, Lozano y Jasso (2012) reportaron especies de la familia Coccinelidae como *Arawana* spp., *Azya* spp., *Cycloneda* spp., *Chilocorus* spp., *Delphastus* spp., *Olla* spp. y *Zagloba* spp.; así como los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* de la familia Chrysopidae, como agentes de control biológico para *D. citri*. En Sinaloa se detectaron crisópidos como *Chrysoperla* sp. y coccinélidos como *Cycloneda sanguinea* y *Olla v-nigrum* (Cortez *et al.*, 2011), mientras que en Nayarit se registró a *Olla v-nigrum*, *Chilocorus cacti*, *Cycloneda sanguinea*, *Nephus* sp., *Pentilia* sp. (Rodríguez *et al.*, 2012).

Parasitoides como *T. radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam & Agarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae) pertenecientes al orden Hymenoptera, han mostrado atacar a *D. citri* en distintas fases de su estado ninfal. *T. radiata* presenta mejores resultados para el control de la plaga (Kondo, 2017).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en los municipios de Linares, Hualahuises y Montemorelos, que forman parte de la región citrícola de Nuevo León. La región citrícola se encuentra ubicada en dos provincias fisiográficas: las llanuras costeras del Golfo Norte y por su parte poniente en la Sierra Madre Oriental; la altura sobre el nivel del mar de los municipios citrícolas varía entre los 300 y 430 m. Cuenta con temperaturas semicálidas subhúmedas, con valores que van desde los 18°C y 22°C, con una oscilación de 7°C y 14°C; la precipitación anual varía entre 600 y 900 mm, presentando años críticos con precipitaciones entre 400 y 600 mm y en otros años rebasando los 900 mm. Su hidrografía está formada por los ríos Pílon, Potosí, San Juan y Conchos (López *et al.*, 2014). La vegetación característica de la región es de matorral espinoso tamaulipeco como el mezquite (*Prosopis* sp. Linneo) (Fabales: Fabaceae), tenaza (*Havardia pallens* Benth.) (Fabales: Fabaceae), ébano (*Ebenopsis* sp.) (Fabales: Fabaceae), anacahuita (*Cordia boissieri* A.DC. 1845) (Laminales: Boraginaceae), coma (*Sideroxylon celastrinum* Kunth) (Ericales: Sapotaceae), chapote amarillo (*Pouteria campechiana* Baehni) (Ericales: Sapotaceae), chaparro prieto (*Vachellia rigidula* Benth) (Fabales: Fabaceae), huajillo (*Acaciella angustissima* Mill) (Fabales: Fabaceae), palo verde (*Parkinsonia* sp. Linneo) (Fabales: Fabaceae), granjeno (*Celtis pallida* Linneo) (Rosales: Cannabaceae), palo de Brasil (*Dracaena fragrans* Linneo) (Asparagales:

Asparagaceae), guayacán (*Guaiacum angustifolium* Engelm (Zygophyllales: Zygophyllaceae) (Castañeda-Venegas, 2010).

Tres huertas de productores cooperantes fueron seleccionadas para la realización de los muestreos. El criterio de selección de las huertas fue que contaran con reporte de presencia de *D. citri* y/o HLB. Las huertas seleccionadas se localizan en los municipios de Linares (H1, Huerta Dos Lupitas), Hualahuises (H2, Huerta Santa Cecilia) y Montemorelos (H3, Huerta Santa María 5). Cada huerta fue georreferenciada (Cuadro 1, Figura 4), y se obtuvieron los datos de humedad relativa, temperatura ambiente, precipitación y velocidad de viento durante el periodo de muestreo, a través de las estaciones meteorológicas del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sistemas Remotos (LNMySR) del INIFAP ([clima.inifap.gob.mx](http://clima.inifap.gob.mx)) y de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Las prácticas de mantenimiento de cada huerta (riegos, podas, fertilización, fumigación, control de maleza) fueron registradas, para establecer su relación con las poblaciones de insectos colectadas e identificadas. De acuerdo con la información proporcionada por los productores, no se sigue un calendario de actividades, y estas se realizan de acuerdo a consideración del responsable. En el caso de las huertas correspondientes a las trampas amarillas proporcionadas por el CESAVENTL, no cuentan con programa de mantenimiento.

Cuadro 1. Identificación de las huertas muestreadas en la Región Citrícola de Nuevo León.

<b>Id.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Municipio</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>
H1	Dos Lupitas	Linares	24°46'0.56"N, 99°31'14.92"O
H2	Santa Cecilia	Hualahuises	24°53'42.65"N, 99°40'19.54"O
H3	Santa María 5	Montemorelos	25°16'20.55"N, 99°46'54.79"O



Figura 4. Localización de las huertas en las que se realizó el estudio. a) H1 (Linares), b) H2 (Hualahuises), c) H3 (Montemorelos).

### 3.2 Colecta de Insectos

En los muestreos de árboles para la colecta de insectos se siguió la metodología de Lozano y Jasso (2012) seleccionando árboles al azar a los que se les realizó inspección visual en cada uno de los puntos cardinales, buscando la presencia de enemigos naturales de *D. citri*.

Los muestreos se realizaron cada 15 días durante un año, iniciando el 5 de marzo del 2020 y finalizando el 27 de marzo del 2021. Se hizo un total de 26 muestreos en las H1 y H3; en el caso de la H2, se presentaron problemas para el acceso, realizando el 22 de octubre el último muestreo, en esta huerta se realizaron 17 muestreos. Los enemigos naturales localizados se recolectaron con el apoyo de un aspirador bucal y

una red entomológica para posteriormente ser colocados en frascos de plástico de 110 ml con alcohol etílico al 70% para su almacenamiento, traslado y posterior identificación.

Para la colecta de parasitoides, brotes de los árboles infestados por *D. citri* fueron cortados y colocados en frascos de 110 ml tapados con tres capas de tela tul para permitir el intercambio gaseoso sin escape de las ninfas. Las ninfas fueron monitoreadas para observar emergencia de parasitoides y su recolección en frascos con alcohol etílico al 70% y posterior identificación.

A partir del 5 de septiembre del 2020, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Nuevo León (CESAVENL) facilitó cada 15 días, las trampas amarillas adhesivas correspondientes a cinco huertas monitoreadas, tres ubicadas en Linares y dos en Hualahuises (Cuadro 2), para la identificación y registro de insectos depredadores. De acuerdo con el CESAVENL, las trampas facilitadas estuvieron colocadas en las huertas de acuerdo a su protocolo de monitoreo: en la periferia sur y oeste de la huerta, a un metro y medio de la base del árbol, diez trampas colocadas al sur y diez al oeste.

Cuadro 2. Identificación de huertas de origen de las trampas amarillas proporcionadas por CESAVENL.

<b>Nombre de la huerta</b>	<b>Municipio</b>	<b>Ubicación geográfica</b>
La Garrapata	Linares	24° 52'41"N, 99° 31'25"O
Lourdes	Linares	24° 52'40"N, 99° 31'51"O
Lucy	Linares	24° 51'36"N, 99° 29'36"O
El Retiro	Hualahuises	24° 52'26"N, 99° 37'34"O
La Adelita	Hualahuises	24° 54'21"N, 99° 39'49"O

### 3.3 Identificación de Insectos

Por motivos de la contingencia sanitaria Covid-19, la identificación de las especies se realizó mediante observación directa a través de una lupa 60X de bolsillo y un microscopio digital con rango de aumento 40-1000X marca Jusion. Para la identificación de los ejemplares se utilizaron las claves taxonómicas de Triplehorn y Johnson (2005). En el caso de la familia Coccinellidae se utilizaron las claves de Gordon (1985), así como la guía visual de Michael Andrew Quinn, disponible en internet (<https://bugguide.net/user/view/4620>).

### 3.4 Análisis Estadístico

Se elaboró una base de datos con la información de identificación de las especies colectadas y observadas en las trampas amarillas. Se determinó la dinámica de población de los insectos reportados con la utilización de las variables meteorológicas. El índice de diversidad de los insectos depredadores fue calculado a través del índice de Shannon-Winner (Cortez *et al.*, 2011) mediante el programa Past 4.03 (Hammer *et al.*, 2001). El índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia de las especies muestreadas, midiendo la incertidumbre de una especie que es seleccionada al azar de una colección; asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988).



#### 4. RESULTADOS

Los valores de las variables climatológicas durante el periodo de muestro para cada una de las huertas, estuvieron entre los rangos de 7 a 33°C para temperatura, de 2 a 92% de humedad y de 0 a 2 mm en el caso de la precipitación. Los datos de las variables climatológicas en cada una de las fechas de colecta se encuentran en el Cuadro 1A en la sección de Anexos. Durante este periodo se destaca la entrada del frente frío número 35 (11 de febrero de 2021), durante el cual el rango de temperatura fue de -6 a 8°C por 120 horas, lo cual afectó además de al cultivo, a la flora y fauna del lugar (Figura 5). Previo a los muestreos del 15 de junio del 2020 en la H2 y del 21 de noviembre de 2020 en la H1, se llevó a cabo la aplicación de herbicidas para el control de malezas.

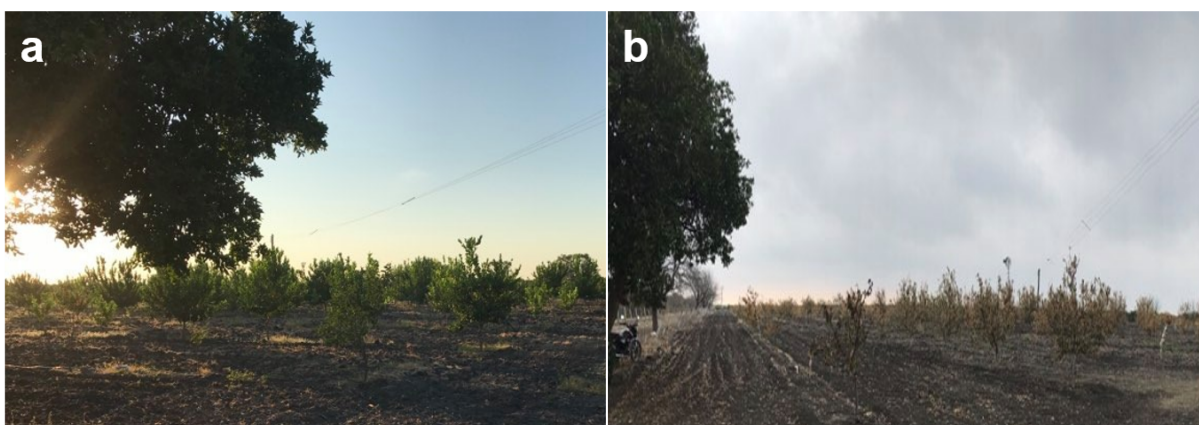


Figura 5. Efectos del frente frío número 35 en H1. a) Condiciones de la huerta antes del frente frío, b) Condiciones de la huerta después del frente frío.

#### 4.1 Colecta de Enemigos Naturales

Se realizaron un total de 26 muestreos para colecta de insectos de forma manual en H1 y H3, en H2 sólo se realizaron 17 muestreos debido a problemas con el acceso. De la colecta en las tres huertas se obtuvieron 132 ejemplares. Los órdenes que se encontraron fueron Hemiptera, Coleoptera, Neuroptera e Hymenoptera. Del orden Hemiptera se identificó la familia Reduviidae con la especie *Zelus renardii* (Kolenati 1857), de Coleóptera se identificó la familia Coccinellidae con las especies *Brachiacantha decora* (Casey 1899), *Coleomegilla maculata* (De Geer 1775), *Cycloneda sanguinea* (Linneo), *Hippodamia convergens* (Guérin-Méneville 1842), *Olla v-nigrum* (Mulsant 1866); del orden Neuroptera se identificó la familia Chrysopidae con la especie *Chrysoperla comanche* (Banks, 1938), todas estas especies son consideradas como depredadores generalistas. Del orden Hymenoptera se identificó la familia Eulophidae con la especie *T. radiata* que corresponde a un ectoparásitoide específico *D. citri* (Figura 6h). Las familias y especies colectadas en cada huerta se encuentran en el Cuadro 3.

La mayor cantidad de enemigos naturales fue encontrada en H2 con 70 ejemplares, en donde se registraron dos familias: Coccinellidae y Chrysopidae, con cinco especies en total, seguido por H1 con 29 ejemplares en cuatro familias: Chrysopidae, Coccinellidae, Eulophidae y Reduviidae, y seis especies identificadas. Por último, H3 con dos familias: Coccinellidae y Chrysopidae, y tres especies identificadas.

Cuadro 3. Enemigos naturales de *D. citri* colectados en las huertas de cítricos de Linares (H1), Hualahuises (H2) y Montemorelos (H3).

Familia	Especie	H1	H2	H3	Total
Coccinellidae	<i>Brachiacantha decora</i>	2	0	1	3
Coccinellidae	<i>Coleomegilla maculata</i>	0	4	0	4
Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	0	17	3	20
Coccinellidae	<i>Hippodemia convergens</i>	8	27	0	35
Coccinellidae	<i>Olla v-nigrum</i>	8	1	0	9
Chrysopidae	<i>Chrysoperla comanche</i>	3	21	29	53
Eulophidae	<i>Tamarixia radiata</i>	6	0	0	6
Reduviidae	<i>Zelus renardii</i>	2	0	0	2

Un total de 1380 trampas amarillas adhesivas fueron analizadas para identificar a depredadores de *D. citri*. Se encontraron 94 individuos, los cuales fueron identificados y agrupados en tres familias: Coccinellidae, con las especies de *C. sanguinea*, *H. convergens*, *O. v-nigrum*, *Chilocorus cacti* (Linnaeus 1767) y *B. decora*; Reduviidae con ejemplares de *Z. renardii*, y Chrysopidae con *C. comanche* (Cuadro 2A, Anexos).

En las trampas proporcionadas por el CESAVENTL el mayor número de ejemplares se colectaron en la huerta El Retiro (25 ejemplares) en donde se registraron seis especies, *B. decora*, *C. cacti*, *C. sanguinea*, *H. convergens* y *O. v-nigrum* de la familia Coccinellidae y *C. comanche* de Chrysopidae. En la huerta Lucy se colectaron 24 ejemplares que se agruparon en seis especies, *B. decora*, *C. sanguinea*, *H. convergens* y *O. v-nigrum* de la familia Coccinellidae, *C. comanche* de la familia Chrysopidae, y *Z. renardii* de la familia Reduviidae. En la huerta La Adelita, se recolectaron 16 ejemplares de las especies *B. decora* y *C. sanguinea* de la familia

Coccinellidae y *C. comanche* de Chrysopidae, mientras que en la huerta Lourdes se recolectaron 14 ejemplares de las especies *B. decora*, *C. sanguínea*, *H. convergens* y *O. v-nigrum* de la familia Coccinellidae, y *Z. renardii* de la familia Reduviidae, por último en la huerta La Garrapata donde se colectaron 11 ejemplares, *B. decora*, *C. sanguínea*, *H. convergens* de la familia Coccinellidae, y *C. comanche* de la familia Chrysopidae con un total de cuatro especies. En la Figura 6 se encuentran las especies colectadas en el muestreo manual.

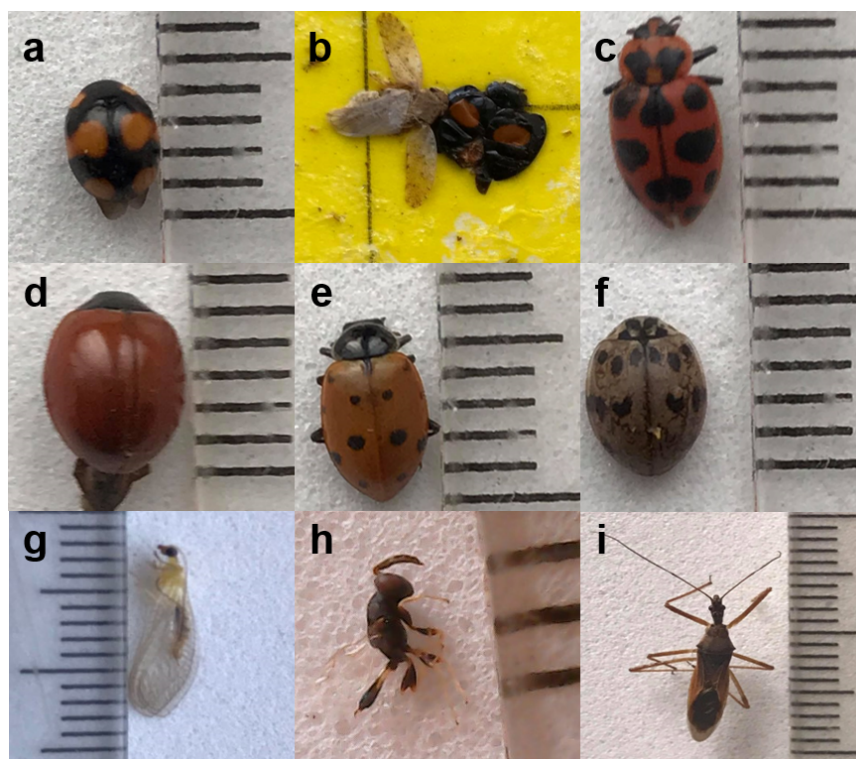


Figura 6. Especies colectadas en las huertas muestreadas. a) *Brachiacantha decora*, b) *Chilocorus cacti*, c) *Coleomegilla maculata* d) *Cycloneda sanguinea*, e) *Hippodamia convergens*, f) *Olla v-nigrum*, g) *Chrysoperla comanche*, h) *Tamarixia radiata*, i) *Zelus renardii*.

Considerando los muestreos manuales y las trampas amarillas adhesivas, Coccinellidae fue la familia con mayor número de enemigos naturales, con el 66% de

los ejemplares colectados, seguido por las familias de Chrysopidae (27%), Eulophidae (3%) y Reduviidae (4%).

### 4.3 Índice de Shannon-Wiener

En relación con las especies depredadores consideradas como enemigos naturales de *D. citri* en los muestreos manuales, H1 fue la huerta que presentó mayor índice de diversidad de Shannon-Weinner (1.6), lo cual indica que la distribución de las especies fue más equitativa en comparación con H2 en la cual el índice fue de 1.3; H3 presentó el menor índice (0.78) al solo ser registradas tres especies (Figura 7).

En el caso del índice de diversidad para parasitoides, al solo ser reportada la especie *T. radiata*, el valor de la diversidad es 0 por lo tanto se considera que hay ausencia de diversidad (Somarriba, 1999).

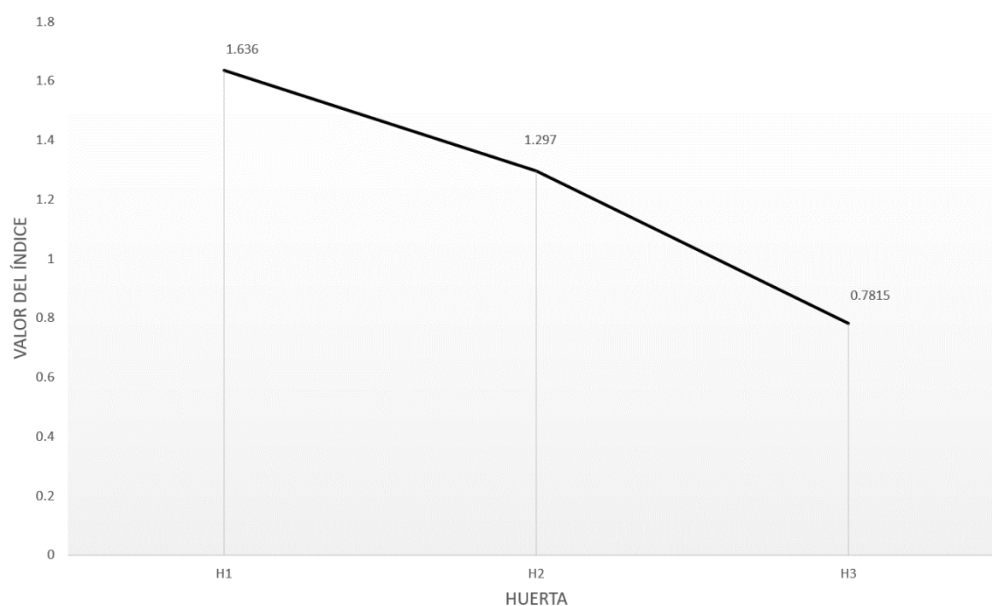


Figura 7. Índices de diversidad de Shannon-Weiner para depredadores de *Diaphorina citri* en las huertas muestreadas manualmente.

En el caso de los insectos identificados en las trampas adhesivas, el índice mayor de diversidad lo presentó la huerta El Retiro (1.6) en donde se presentó la mayor cantidad de especies, seguido por la huerta Lourdes (1.5), huerta Lucy (1.3), huerta La Garrapata (1.2) y huerta La Adelita con el menor índice (0.94) (Figura 8).

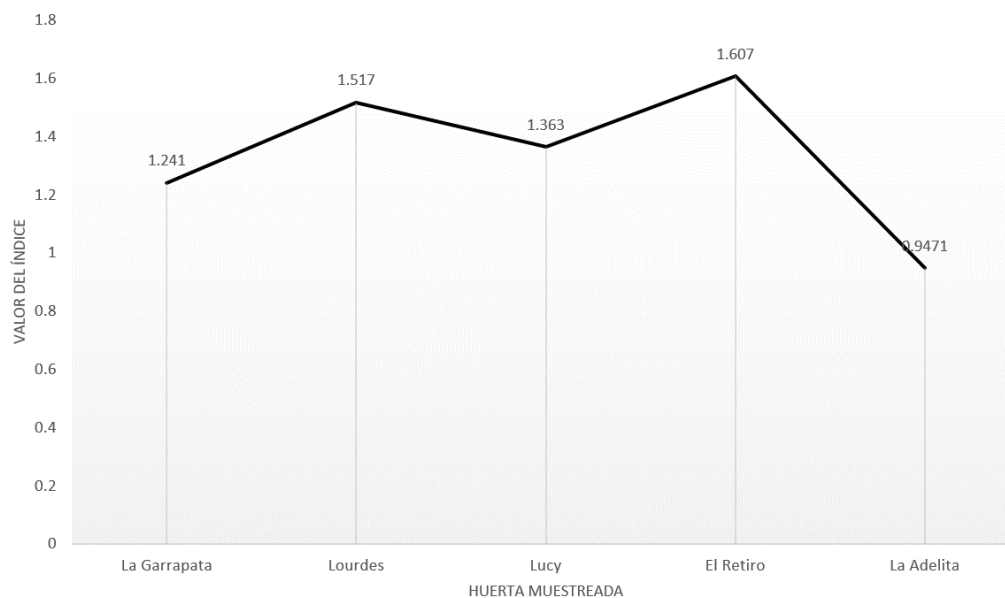


Figura 8. Índices de diversidad de Shannon-Weiner para depredadores de *Diaphorina citri* recolectados en trampas amarillas.

## 5. DISCUSIÓN

Ejemplares de *Chrysoperla comanche* fueron colectados en mayor cantidad que otros insectos; perteneciente a la familia Chrysopidae, este organismo es consumidor de diversos artrópodos de cuerpo blando, lo que lo coloca como especie de interés para el control biológico (Monserrat, 2008). *C. comanche* cuenta con una amplia distribución en el centro y norte de México (Delgado, 2007). Para el control de *D. citri*, especies como *Chrysoperla* sp. y *Ceraeochrysa* sp. en Florida (Michaud, 2004), y *Ceraeochrysa claveri* (Navás) y *C. valida* en Sinaloa (Cortez-Mondaca et al., 2015), han sido reportadas atacando a la plaga. A la vez se han realizado estudios de preferencia de tamaños de presa en larvas de *C. comanche*, *C. externa*, *C. rufilabris*, *Ceraeochrysa cincta* (Schneider 1851), *Ce. claveri* y *Ce. valida* (Iliana-Pacheco, 2015).

Especímenes de *Zelus renardii* fueron colectados en H1 y en las trampas amarillas adhesivas, esta especie de la familia Reduviidae ha sido reportada como enemigo natural de *D. citri* junto con *Zelus longipes* Kolenati, 1857 (Hemiptera: Reduviidae) en México (Flores, 2016). Otras especies de esta familia como *Zelus nugax* Stål, 1862 (Hemiptera: Reduviidae) en Colombia y *Zelus* sp. en los Estados Unidos, han sido reportadas por Kondo et al. (2015) como depredadoras de *D. citri*.

La familia Coccinellidae fue la que más especies presentó, esto concuerda con el listado reportado por Kondo (2017) en el cual destaca la diversidad de los coccinélidos con 48 especies reportadas, de las cuales 26 se han reportado en México atacando a *D. citri*. Estas especies: *B. decora*, *C. cacti*, *C. maculata*, *C. sanguinea*, *H. convergens* y *O. v-nigrum*, se caracterizan por ser catalogados como depredadores generalistas lo que significa que se alimentan de un amplio rango de especies enfocándose en las que en un momento determinado son más abundantes (Cave, 1995).

*H. convergens* es el enemigo natural de *D. citri* mejor conocido en América del Norte (van Lenteren, 2009). Esta especie se ha reportado en huertas de Florida en Estados Unidos (Qureshi y Stansly, 2011), Puerto Rico (Pluke *et al.*, 2005), Ecuador (Erráez *et al.*, 2020) y en Veracruz, México (Cárdenas *et al.*, 2012). Las condiciones de temperatura y humedad relativa en las cuales la especie fue colectada durante los muestreos (Figuras 9 y 10), concuerdan con las observadas en campo por Shelton (2009) y las establecidas en laboratorio por Mallama y Eraso (2015).

Especies como *C. sanguinea* se han reportado atacando a la plaga en Estados Unidos, Puerto Rico, Ecuador, y México en Veracruz, Nayarit y Quintana Roo (Michaud, 2002; Pluke *et al.*, 2005; González *et al.*, 2012; Rodríguez-Palomera, 2012; Ortega-Arenas *et al.*, 2013; Catzim, 2015; Estrella, 2018; Erráez *et al.*, 2020). *O. v-nigrum* fue reportada como una de las especies más voraces en ensayos realizados por Michaud y Olsen (2004), su presencia se ha reportado en Estados Unidos en



Florida (Qureshi y Stansly, 2007) y en México en Sinaloa, Nayarit, Quintana Roo (Cortez *et al.*, 2011; Rodríguez-Palomera *et al.*, 2012; Estrella, 2018).

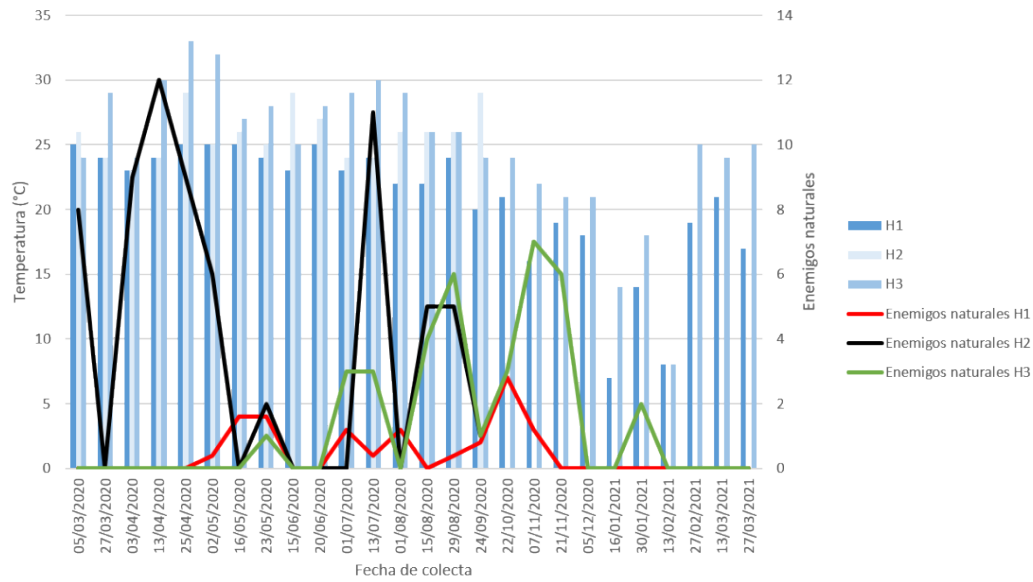


Figura 9. Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la temperatura presentada en la fecha de muestreo.

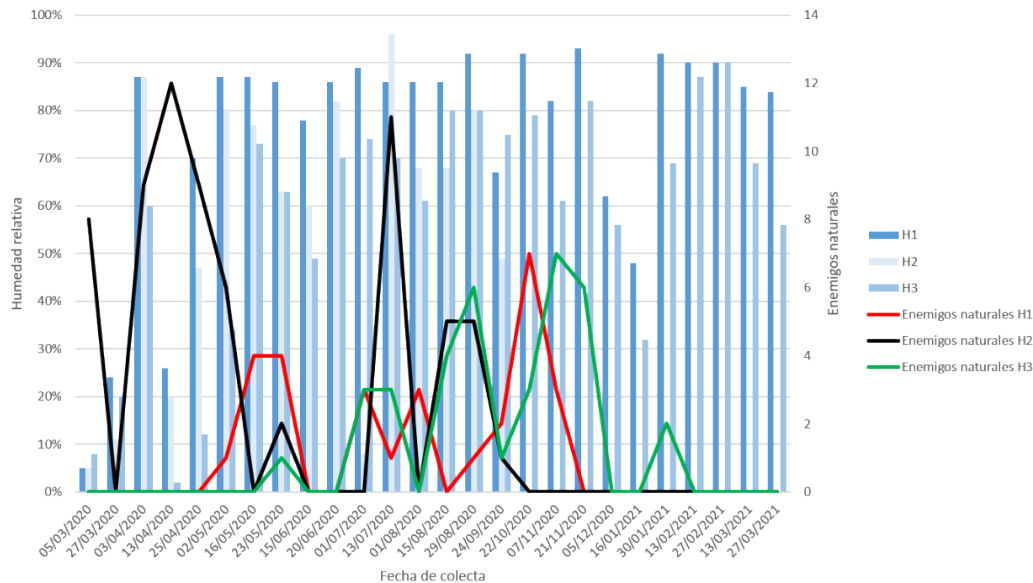


Figura 10. Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la humedad relativa presentada en la fecha de muestreo.

Ejemplares de *C. cacti*, *C. maculata* y *B. decora*; fueron colectados también, la primera especie se ha reportado en Puerto Rico y Colombia (Pluke *et al.*, 2005; Kondo *et al.*, 2015). En México, *C. maculata* se ha reportado en Río Bravo, Tamaulipas (Reyes-Rosas *et al.*, 2013), mientras que *Brachiacantha* sp. se reportó en Veracruz y Quintana Roo (Ortega-Arenas *et al.*, 2013; Estrella, 2018).

El ectoparasitoide *T. radiata* se registró en H1, hay que señalar que el CESAVENL no realizó liberaciones del ectoparasitoide en la huerta o en la zona cercana a esta, por lo cual se estima que se introdujo junto con la plaga (Biol. Diego Garza Ramírez, CESAVENL, comunicación personal). *T. radiata* es parasitoide específico de *D. citri* lo cual fue registrado en Sinaloa, Nayarit, Veracruz, Colima, Michoacán, Tamaulipas y Nuevo León (Cortez *et al.*, 2011; Rodríguez-Palomera *et al.*, 2012; Ortega-Arenas *et al.*, 2013; Peña-Carrillo, 2015). El establecimiento de *T. radiata* en H1, se sugiere que es por las condiciones de manejo de la huerta.

La presencia de los enemigos naturales en un lugar específico se puede dar por diversas causas como la presencia de alimento o sitios de reproducción, para evitar la mortandad por depredadores, o por las prácticas agrícolas que se realizan en el lugar (Schellhorn *et al.*, 2014). En el caso de los coccinélidos, son organismos que suelen buscar presas en árboles con copas desarrolladas para ovipositar después cerca de las colonias de fitófagos (Michaud, 2002). La captura de estos ejemplares se realizó en las tres huertas, encontrándose en mayor densidad entre los meses de marzo y junio del 2020, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Catzim (2015) en Quintana Roo y Estrella (2018) en Chiapas, además de que las condiciones

climatologías como temperatura (20-30°C), humedad relativa (0 a 77%) y precipitación (1-2 mm) en las que fueron colectados (Figuras 9-11), son similares a las reportadas por Martínez-Jaime *et al.* (2014).

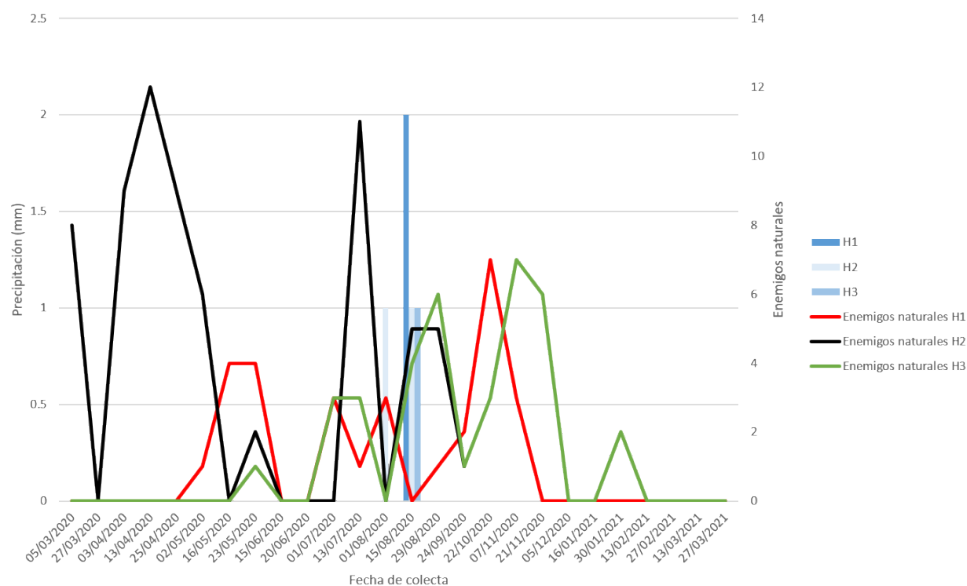


Figura 11. Fluctuación poblacional de insectos colectados en relación a la precipitación presentada en la fecha de muestreo.

Los ejemplares de la familia Chrysopidae fueron colectados desde el mes de julio de 2020 hasta enero del 2021 en temperaturas que iban desde los 24°C hasta los 30°C, esto concuerda con las capturas obtenidas por Cortez-Mondaca *et al.* (2015). Esto mismo se presentó con *T. radiata* la cual se colectó en los rangos de temperatura reportados por Palomares-Pérez (2018).

Se ha visto que la temperatura y la humedad relativa son cruciales para la presencia de enemigos naturales, sobre todo los depredadores ya que las condiciones

óptimas promueven su presencia, a diferencia de la precipitación en donde, si llega a ser abundante puede bajar la población de la plaga y por lo tanto la de sus enemigos. Solo las temperaturas que sobrepasan las condiciones óptimas, son las que causan que las poblaciones de enemigos naturales y plagas disminuyan considerablemente (Ortega-Arenas, 2013; Guzmán, 2014), esto se observó a partir del muestreo 23 en donde no se encontró presencia de *D. citri* o enemigos naturales durante la presencia del frente frío número 35, en el que la temperatura fue entre -6 a 0°C (CNPC, 2021).

De acuerdo con el análisis de Shannon-Wiener se observó que hubo mayor diversidad en H1, seguido por H2 y H3. La causa de esto se puede relacionar con las condiciones de manejo que presentaban las huertas. En el caso de H1 y H2 destacó la presencia de arvenses entre las calles de las huertas, además de árboles jóvenes. La abundancia de los enemigos naturales pudo deberse a la presencia de las arvenses, previo a la colecta del 21 de noviembre del 2020 se realizó aplicación de herbicida en H1, días después se realizó fumigación con azufre humectable 90, estas aplicaciones explicarían la ausencia de enemigos naturales en las próximas tres colectas en esta huerta. Caso similar ocurrió en H2 en donde se realizó la aplicación de herbicida antes de la colecta 9, por lo que no se detectó presencia de enemigos naturales, repitiéndose la misma situación en las siguientes dos colectas (Cuadro 3A, Anexos). Se ha observado que la presencia de arvenses ayuda a la conservación de los enemigos naturales (López-Arroyo *et al.*, 2005).

La poca diversidad en H3 es explicada por la presencia de tres especies, lo cual se puede relacionar con la edad de los árboles, ya que generan menos brotes que los

árboles jóvenes. Los brotes son un atrayente para el adulto de *D. citri*, Hernández (2016) menciona que es necesario la presencia de brotes infestados para encontrar enemigos naturales. En esta huerta, *C. comanche* se presentó a lo largo de los muestreos a pesar de las aspersiones de químicos lo cual se puede explicar debido a la resistencia que tiene esta familia a insecticidas comunes en bajas dosis (Nordlund, 2001) además de que la remoción de malezas no le afecta ya que es de hábitos arbóreos (Alburquerque *et al.*, 2001) y suelen estar presentes en sistemas agrícolas mientras existan presas para alimentarse (Tauber *et al.*, 2000)

## 6. CONCLUSIONES

Se identificaron siete especies de depredadores generalistas: *B. decora*, *C. comanche*, *C. maculata*, *C. sanguinea*, *H. convergens*, *O. v-nigrum*, *Z. renardii* y al parasitoide *T. radiata*. *C. comanche*, *H. convergens* y *C. sanguinea* son especies aprovechadas en el control biológico de *D. citri*, por lo cual, se pueden implementar estrategias para el aprovechamiento estas especies en la región citrícola de Nuevo León.

La fluctuación de enemigos naturales dependió tanto de la abundancia de la presa, las condiciones climatológicas como de las prácticas agronómicas realizadas en las huertas, principalmente el uso de agroquímicos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Niño, P., M. J. Escobar-Quijano, C. P. Pássaro-Carvalho. 2012. Situación actual de la cadena de cítricos en Colombia: limitantes y perspectiva. *In*: Pássaro, C. (ed.). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Colombia. pp. 7-47.
- Alburquerque, G.S., C. A. Tauber, and M. J. Tauber. 2001. *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics and subtropics. *In*: McEwen, P.K., T. R. New and A. E. Whittington (eds.). Lacewings in the crop environment. Cambridge University Press. Cambridge, U.K. pp. 408-423.
- Aruz C., L. F. 1998. Fitopatología. Un enfoque agroecológico. 1° ed. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 467 p.
- Casique-Valdés, R., A. Y. Real-Molina, J. N. Ek-Maas., B. M. Sanchez-Lara, A. Y. Reyes-Martínez, J. I. López-Arroyo y S. R. Sánchez-Peña. 2010. Avances en el análisis de los hongos entomopatógenos de *Diaphorina citri* en el noreste de México. *En*: 1° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México. Monterrey, México. 8 y 9 de diciembre 2010. pp. 273-274.
- Castañeda-Venegas, J., A. 2010. Producción de naranja dulce en Nuevo León. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 21 p.

- Catzim, V. V. 2015. Dinámica poblacional y enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), en limón persa en Quintana Roo. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur Chetumal, Quintana Roo. Recuperado: [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2028/1/100000054473\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2028/1/100000054473_documento.pdf).
- Cave, R. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina. 1° Ed. Zamorano Academic Press. El Zamorano, Honduras. 185 p.
- Coletta-Filho, H. D., L. P. N. Targon M., M. Takita A., J. D. De Negri., J. Jr., Pompeu, A. Machado M., M. Amaral A., y W. Muller G. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) in Brazil. Plant Disease. 88(12):1382.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVE). 2015. Huanglongbing de los cítricos “HLB” (*Candidatus Liberibacter* spp.). <http://www.cesvver.org.mx/huanglongbing-de-los-citricos-hlb-candidatus-liberibacter-spp/>.
- Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC). 2021. Boletín por frente frío. Alerta de frente frío en territorio nacional. pp.1-2.
- Cortez M., E., N. Lugo-Angulo, J. Márquez, y M. Apodaca-Sánchez. 2010. Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. Southwestern Entomologist. 35(1). 10.3958/059.035.0113.
- Cortez-Mondaca, E., J. López-Arroyo., L. Rodríguez-Ruíz., M. P. Partida-Valenzuela., J. Pérez-Márquez. 2015. 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.



- Delgado, J. 2013. Plan de manejo integrado de HLB en TicoFrut y Frutan. *En*: Taller Subregional de Control Biológico de *Diaphorina citri*, vector del HLB. San Carlos, Costa Rica. pp. 12-13.
- Dewdney, M., M. y J. Burrow D. 2015. Enfermedades fúngicas foliares de los cítricos. Para los patios y zonas residenciales. IFAS Extension, University of Florida. 2 p.
- Erráez A., M., M. Mazón., H. Troya A., H., D. Valerezo E. 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). *Revista Científica Ecuatoriana*. 7(1):25-33.
- Esquivel-Chávez, F., G. Valdovinos-Ponce., G. Mora-Aguilera., R. Gómez-Jaimes., J. J. Velázquez-Monreal., y J. I. López-Arroyo. 2010. Análisis histológico y epidemiológico del limón mexicano y limón persa asociados a síntomas del HLB (huanglongbing). *Agrociencia* 46(8):769-782.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2020. Gestión Regional del Huanglongbing (HLB) en América Latina y el Caribe.
- Gandarilla-Pacheco, F. L., J. I. López-Arroyo., L. J. Galán-Wong y Quintero-Zapata, I. 2013. Patogenicidad de hongos entomopatógenos nativos de la zona citrícola de México sobre ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). 38:325-337.
- Gaona-García, G., H. Olazarán-Aguilar., J. M., Coronado-Blanco., y E. Ruíz-Cancino. 2001. Plagas de importancia en cítricos. *Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas*. 77:44-50.

- González C., J. C., I. E. Castellanos S., L. J. Fucikovsky Z., M. López H. y G. Sánchez R. 2012. Coccinélidos como potenciales enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola. 12(4):855–860.
- González, R. 2007. Diseminación de bacterias, virus y viroides mediante semillas, portainjertos, varetas y plantas. Biociencia, S. A. de C. V. México. 9 p.
- Guzmán, C. 2014. Cambio climático y control biológico de plagas efecto de las condiciones abióticas en las interacciones entre enemigos naturales presentes en el agro-ecosistema del aguacate. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad de Málaga. Malaga. 183 p.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Kondo, T. 2017. Enemigos naturales de *Diaphorina citri*. En: T. Kondo (ed.). Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) Mosquera, Colombia. pp. 23-32.
- Kondo, T., G. González., C. Tauber., C. G. Sarmiento Y., F. V. Mondragon A., and D. Forero. 2015. A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) in the department of Valle del Cauca, Colombia and the world. Insecta Mundi. 0457:1–14.
- León M., G. A. 2015. Huanglongbing y leprosis, enfermedades de importancia económica y cuarentenaria para el cultivo de los cítricos en Latinoamérica. En: VII Congreso Latinoamericano de Agronomía. Guayaquil, Ecuador. 22-24 Julio del 2015.

- López L, Á., y M. Pando M. 2014. Región citrícola de Nuevo León: su complejidad territorial en el marco global. 1° Ed. Instituto de Geografía. D.F. México. 382 p.
- López-Arroyo, J. I. 2001. Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México. *En: Memorias del Congreso Nacional de Entomología Sociedad Mexicana de Entomología*. Julio de 2001. Querétaro, México.
- López-Arroyo, J. I., R. Canales C., M. A. Miranda S., J. Loera G. 2005. Efecto de la maleza en depredadores afidófagos asociados a cítricos. *En: XXVIII Congreso Nacional de Control Biológico*. Bujanos M, R., J. C., Delgado C., F. Tamayo M., A. Marín J. (eds). Guanajuato, México. 13–18 Noviembre del 2005 pp. 324-326.
- López-Arroyo, J.I., y J. Loera-Gallardo. 2009. Manejo integrado de insectos y ácaros plaga de los cítricos. *En: El cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León*. M. A. Rocha-Peña., y J. E. Padrón-Chávez. (eds). Campo Experimental General Terán. México. pp. 260-323.
- López-Collado, J. 2015. Huanglongbing HLB en México. Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. <https://sites.google.com/site/diaphorina/hlb>
- López-Souza, S.O. 2017. Apoyo para el diagnóstico nutrimental de la citricultura en la península de Yucatán. p1.
- Lozano Contreras, M. G. y J. Jasso A. 2012. Identificación de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el estado de Yucatán, México. *Fitosanidad*. 16(1):5-11.
- Magurran E, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. 1° Ed. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 179 p.
- Mallama G, A. J. y R. F. Eraso G. 2015. Determinación del ciclo biológico de *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) y

- su capacidad predadora en áfidos (*Aphis* sp.) en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. Universidad de Manizales. Manizales, Colombia. 92 p.
- Manicom B, Q. and S. P. Van V. 1990. Symptoms of greening disease with special emphasis on African greening. *In*: Proceedings of the 4th International Asia-Pacific Conference on Citrus Rehabilitation. FAO-UNDP, Chiang-Mai, Thailand. pp 127-131.
- Martínez-Jaime, O., J. A. Díaz-García, y M. D. Salas-Araiza. 2014. Curvas de crecimiento poblacional de adultos de *Hippodamia convergens* y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 40(2):259–264.
- Maya-Ambía, C. J. 2017. Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. *México y la Cuenca del Pacífico*. 6(16):107-142.
- Michaud, J. P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological Control*. 29:260-269.
- Michaud, J. P., and L. E. Olsen. 2004. Suitability of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, as prey for ladybeetles. *BioControl*. 49(4):417–431.
- Michaud, J.P. 2002. Biological control of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: a preliminary report. *Entomological News*. 113:216–222.
- Monserat, V. J. 2008. Nuevos datos sobre algunas especies de hemeróbidos (Insecta, Neuroptera, Hemerobiidae). *Graellsia*. 64(2):233–253.
- Moreno, P., L. Navarro., y C. Roistacher. 1990. Las virosis y enfermedades similares de los cítricos. III. Stubborn; greening; blight y enfermedades relacionadas. *Phytoma España*. 24:31-40.

NOM-EM-047-FITO-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.

Nordlund, D.A., A. C. Cohen., and R. A. Smith. 2001. Mass-Rearing, Release Techniques, and Augmentation. *In: Lacewings in the Crop Environment*, McEwen P.K., T.R. New and A.E. Whittington (Eds.). Cambridge University Press. Cambridge, pp. 303-319.

Ortega-Arenas, L.D. y V. E. Carpina-Ruiz. 2020. Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) en México: estatus, especies, distribución e importancia. *Dugesiana*. 27(1):37-54

Ortega-Arenas, L.D., A. Villegas-Monter., A. J. Ramírez-Reyes., y E. E. Mendoza-García. 2013. Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazonas, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 29(2):317-333.

Pacheco-Rueda I., J. R. Lomeli-Flores., J. I. López-Arroyo., H. Gonzáles-Hernández., J. Romero-Napoles., M. T. Santillán-Galicia y J. Suárez-Espinoza. 2015. Preferencia de tamaño de presa en seis especies de Chrysopidae (Neuroptera) sobre *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 41: 197-193.

Palomares-Pérez, M., E. G. Cordoba-Urtiz., y H. C. Arredondo-Bernal. 2018. Producción de *Tamarixia radiata* Waterson (Hymenoptera: Eulophidae) estimulando la brotación de *Murraya paniculata* (L.) Jack. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(11):2091-2098.

- Paredes-Tomás, C. y M. Luis-Pantoja. 2019. Detección de especies de fitoplasmas asociadas a enfermedades en los cítricos. *CitriFrut*. 36(2):46–52.
- Peña-Carrillo, K. I., A. González-Hernández., J. I. López-Arroyo., R. Mercado-Hernández., S. Favela-Lara. 2015. Morphological and genetic variation in mexican wild populations of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*. 98: 1093-1100.
- Pérez-Artiles, L., A. C. Busoli., P. A. Sotelo., A. M. Arcila. 2017. Biología y parámetros reproductivos de *Diaphorina citri* (Homoptera: Liviidae) en diferentes hospederos de Rutaceae. *Revista Colombiana de Entomología*. 43(2):141-150.
- Pluke R., W. H., A. Escribano., J. P. Michaud, and P. A. Stansly. 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. *The Florida Entomologist*. 88(2):123–128.
- Ramírez D., M. 2007. Distribución, abundancia, diversidad y atributos bioecológicos de especies de Chrysopidae (Neuróptera) asociadas a frutales del centro y norte de México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.
- Rangel-Ibarra, H. 1984. Identificación y distribución de nematodos fitoparásitos presentes en viveros del municipio de Montemorelos, N. L. Tesis de Químico Biólogo Parasitólogo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. México.
- Reyes-Rosas, M.A., J. Loera-Gallardo y J. I. López-Arroyo. 2013. Comparación de control natural y químico del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4(4):495-501.

- Robles-González, M. M., J. J. Velázquez-Monreal, M. A. Manzanilla-Ramírez, M. Orozco-Santos, V. M. Medina-Urrutia, J. I. López-Arroyo y R. Flores-Virgen. 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):15-31.
- Robles-González, M. M., J. J. Velázquez-Monreal, M.A. Manzanilla-Ramírez, M. Orozco-Santos, R. Flores-Virgen, y V. M. Medina-Urrutia. 2010. Síntomas del Huanglongbing en limón mexicano. Primeras observaciones. *En: Memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México*. pp 141-149.
- Rocha-Peña, M. A., y J. E. Padrón-Chávez. 2009. Prevención y manejo de enfermedades de cítricos. El cultivo de cítricos en el estado de Nuevo León. 1° Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán, México. 474 p.
- Rodríguez-Palomera, M., J. Cambero-Campos, A. Robles-Bermúdez, C. Carvajal-Cazol, y O. Estrada-Virgen. 2012. Enemigos naturales asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 28(3):625-629.
- Sáenz-Pérez, C. A., E. Osorio-Hernández, B. Estrada-Drouaillet, R. Delgado- Martínez, y R. Rodríguez-Herrera R. 2019. Principales enfermedades de los cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 10(7):1653-1665.
- SAGARPA. 2010. Acuerdo por el que se dan a conocer las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control del Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter* spp.) y su vector. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de agosto de 2010.

- SAGARPA. 2012. México, entre los líderes en producción de cítricos a nivel mundial.
- SAGARPA. 2015. Situación de la citricultura de Nuevo León. Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Monterrey, N.L. México. pp 35-38.
- Sánchez-Borja, M., N. Bautista-Martínez, H. Bravo-Mojica, J. Romero-Nápoles, S. Ramírez-Alarcón y V. López-Martínez. 2010. Biología, Ecología y Control de *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA PSYLLIDAE). *En: Memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México.* pp. 30-31.
- Santivañes C. T., G. Mora A., G. Díaz P., J. I. López A., P. Vernal H. 2013. El Huanglongbing y sus impactos. *En: Citrus. Marco Estratégico para la gestión regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe.* Santiago de Chile. pp. 1-11.
- SENASICA. 2016a. Campaña contra Huanglongbing de los cítricos en Nuevo León. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Informe No, 2. 8 p.
- SENASICA. 2016b. Ficha técnica Huanglongbing. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Dirección General de Sanidad Vegetal. 31 p.
- SENASICA. 2019a. Ficha técnica Huanglongbing '*Candidatus Liberibacter spp.*' Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LANREF) Cd. de México. 34 p.



- SENASICA. 2019b. Clorosis variegada de los cítricos, *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*. Aviso público de riesgo y situación actual. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Cd. de México. 5 p.
- SENASICA. 2019c. Cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*). Dirección General de Sanidad Vegetal. Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Ciudad de México. 19 p.
- SENASICA. 2019d. 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. 16 p.
- Shelton, A. 2009. *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) convergent Lady Beetle. Cornell University, College of Agriculture and Life Sciences, Entomology Department, Biological Control.
- SIAP. 2018. Atlas Agroalimentario 2012- 2018. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. México. 222 p.
- SIAP. 2020a. Avance de Siembras y Cosechas Resumen nacional por cultivo. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. 2020b. Avance de Siembras y Cosechas Resumen nacional por estado. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do)
- SIAP. 2020c. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <http://www.siap.gob.mx/>.
- Solleiro, L., J., Mejía, O. 2019. Producción de cítricos e innovación; una oportunidad para México. Revista TecnoAgro. 132(16).
- Somarriba, E. 1999. Diversidad Shannon. Agroforestería en las Américas. 6(23):72-74.

- Tauber, J. M., C. Tauber A., K. Daane M., and K. Hagen S. 2000. Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). *America Entomologist*. 46: 26-38.
- United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. 2021. Citrus: World Markets and Trade. U.S. Production and exports forecast down despite global gains. Washington, DC. 13 p.
- van Lenteren, J. C., and M. G. Tommasini. 2009. Mass production, storage, shipment and release of natural enemies. *In*: Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. Wallingford: CABI. pp. 181–189.
- Varela-Fuentes, S. E., M. Orozco-Santos, R. I. Torres-Acosta y G. L. Silva-Aguirre. 2013. Guía técnica para la identificación y manejo de plagas y enfermedades en cítricos. 1° Ed. Departamento de Fomento Editorial de la U.A.T. Tamaulipas, México. 428 p.
- Vargas, R., y S. Rodríguez. 2008. Escamas. *En*: R. Ripa y P. Larral (Eds.), Manejo de plagas en paltos y cítricos. pp. 163–179.
- Zhao X., Y. 1981. Citrus yellow shoot disease (Huanglongbing)-a review. *Proceedings of the International Society of Citriculture*. 1:466-469.

## 8. ANEXOS

Cuadro 1A. Variables climatológicas presentes en las huertas al momento de la colecta de insectos.

Fecha de colecta	Temperatura (°C)			Humedad (%)			Precipitación (mm)		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
05/03/20	25	26	24	5	5	8	0	0	0
27/03/20	24	24	29	24	11	20	0	0	0
03/04/20	23	23	24	87	87	60	0	0	0
13/04/20	24	24	30	26	20	2	0	0	0
25/04/20	25	29	33	70	49	12	0	0	0
02/05/20	25	25	32	87	80	34	0	0	0
16/05/20	25	26	27	87	77	73	0	0	0
23/05/20	24	25	28	86	63	63	0	0	0
15/06/20	23	29	25	78	60	49	0	0	0
20/06/20	25	27	28	86	82	70	0	0	0
01/07/20	23	24	29	89	8	74	0	0	0
13/07/20	24	24	26	86	96	70	0	0	0
01/08/20	22	26	26	86	68	61	0	1	0
15/08/20	22	26	24	86	68	80	2	1	1
29/08/20	24	26	24	92	80	80	0	0	0
24/09/20	20	29	22	67	49	75	0	0	0
22/10/20	21		21	92		79	0		0
07/11/20	16		21	82		61	0		0
21/11/20	19		14	93		82	0		0
05/12/20	18		18	62		56	0		0
16/01/21	7		8	48		32	0		0
30/01/21	14		25	92		69	0		0
13/02/21	8		24	90		87	0		0
27/02/21	19		25	90		90	0		0
13/02/21	21			85		69	0		0
27/03/21	17			84		56	0		0

Cuadro 2A. Enemigos naturales de *Diaphorina citri* identificados en las trampas amarillas adhesivas proporcionadas por el CESAVENTL, de huertas de cítricos de Linares y Hualahuises, N.L.

Orden	Familia	Especie	Linares			Hualahuises		Total
			La Garrapata	Lourdes	Lucy	El Retiro	La Adelita	
		<i>Brachiacantha decora</i>	1	1	1	4	5	12
		<i>Chilocorus cacti</i>	0	0	0	2	0	2
Coleóptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	2	4	4	9	9	28
		<i>Hippodamia convergens</i>	5	2	13	5	0	25
		<i>Olla v-nigrum</i>	0	2	2	4	0	8
Neuróptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla comanche</i>	3	0	3	1	2	9
Hemíptera	Reduviidae	<i>Zelus renardii</i>	0	3	1	0	0	4

Cuadro 3A. Registro de enemigos naturales colectados de manera manual en las huertas Dos Lupitas (H1, Linares), Santa Cecilia (H2, Hualahuises) y Santa María 5 (H3, Montemorelos).

No. muestreo	Fecha	Enemigos naturales		
		H1	H2	H3
1	05/03/20	0	8	0
2	27/03/20	0	0	0
3	03/04/20	0	12	0
4	13/04/20	0	9	0
5	25/04/20	1	6	0
6	02/05/20	4	0	0
7	16/05/20	4	2	1
8	23/05/20	0	0	0
9	15/06/20	0	0	0
10	20/06/20	0	0	0
11	01/07/20	3	0	3
12	13/07/20	1	11	3
13	01/08/20	3	0	0
14	15/08/20	0	5	4
15	29/08/20	1	5	6
16	24/09/20	2	1	1
17	22/10/20	7		3
18	07/11/20	3		7
19	21/11/20	0		6
20	05/12/20	0		0
21	16/01/21	0		0
22	30/01/21	0		2
23	13/02/21	0		0
24	27/02/21	0		0
25	13/02/21	0		0
26	27/03/21	0		0