

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



“Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemíptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad en El Salvador”.

Por:

Alvarenga Navarrete, Luis Alonso

Campos Cabrera, Lucas Joel

González Guadrón, Jennifer Tatiana

Ciudad Universitaria, octubre de 2020

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



“Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemíptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad en El Salvador”.

Por:

Alvarenga Navarrete, Luis Alonso

Campos Cabrera, Lucas Joel

González Guadrón, Jennifer Tatiana

Ciudad Universitaria, octubre de 2020

**Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección Vegetal**



“Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemíptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad en El Salvador”.

Por:

Alvarenga Navarrete, Luis Alonso
Campos Cabrera, Lucas Joel
González Guadrón, Jennifer Tatiana

Requisito para optar al título de:

Ingeniero(a) Agrónomo.

Ciudad Universitaria, octubre de 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

PhD. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

ING. AGR. MSc. ANDRÉS WILFREDO RIVAS FLORES

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. MSc. RAFAEL ANTONIO MENJÍVAR ROSA

ING. AGR. ENMANUEL DE JESÚS CUADRA CAMPOS

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. RICARDO ERNESTO GÓMEZ ORELLANA

Resumen

El Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)), es uno de los insectos vectores del agente causal (*Candidatus Liberibacter* spp) de la enfermedad Huanglongbing de los cítricos y de reciente declaración en El Salvador, en el país, la presencia de este vector fue reportada en el 2006, mediante exploraciones de detección a nivel de fincas comerciales y viveros. La investigación se ejecutó en tres fincas comerciales de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en el municipio de San Juan Opico, La Libertad. El objetivo fue determinar la densidad poblacional de *Diaphorina citri* (huevo, ninfa, adulto) y su relación con los factores bióticos de la planta (brotación, floración, fructificación) y la interacción con factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación). Se realizaron muestreos de las poblaciones de *Diaphorina citri* durante cinco visitas con un intervalo de 21 días, comprendido entre los meses de agosto a noviembre del 2019. La metodología de muestreo establecida fue la técnica de "T" simple, para las plantaciones comerciales inferiores a 7 mz; y de "T" doble para plantaciones superiores a 7 mz. Se contabilizó el número de especímenes del vector en cada uno de los brotes vegetativos de la planta ubicados en los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste). La técnica estadística utilizada para esta investigación fue el Análisis de Componentes Principales, por medio del programa estadístico InfoStat®. Los resultados para las tres fincas estudiadas, muestran que las mayores densidades poblacionales con respecto a las tres fases del insecto se encontraron en los meses de agosto y octubre, en los cuales también se encontró una brotación vegetativa generalizada en los árboles. El análisis de componentes principales demostró que existe una alta relación entre las temperaturas y la precipitación registrada con respecto a las densidades poblacionales de *Diaphorina citri*.

Palabras clave: *Diaphorina citri*, Vector del Huanglongbing, Limón Pérsico, densidad poblacional, factores bióticos, factores abióticos.

Abstract

The Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)) is one of the vectors of the etiologic agent (*Candidatus Liberibacter* spp) of the citrus greening disease or Huanglongbing which has been recently reported in El Salvador. In the country, the psyllid was first reported in 2006, in a study conducted in citrus groves and citrus nurseries around the country in order to determine its distribution. This study was conducted at three commercial citrus groves of Persian Limes (*Citrus latifolia* Tanaka) located at San Juan Opico, La Libertad. The objective of this research was to assess population density of *Diaphorina citri* (eggs, nymphs, adults) and its relation to biotic factors (leaf flushing, flowering, fruit development) and abiotic factors (temperature, relative humidity, rainfall). Samplings were carried out from August to November of 2019, during five visits with an interval of 21 days. The sampling method was the technique of simple "T" for commercial groves less than 7 mz (24 trees) and double "T" for commercial groves greater than 7 mz (48 trees). The specimens were counted on flush shoots, in the four-cardinal direction of each sampled tree. The statistical technique used to determine the relationship between the variables was the Principal Component Analysis, executed with the statistical software InfoStat®. The results for the three citrus groves showed that the highest population density for the three phases of the vector were observed in August and October, which is also related to the availability of new shoot flushes. The Principal Component Analysis showed high correlation between the population density of *Diaphorina citri* and the temperature and precipitation registered in the area.

Key Words: *Diaphorina citri*, Vector of Huanglongbing, Persian Lime, population density, biotic factors, abiotic factors.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por habernos apoyado y guardado en este largo trayecto, por habernos permitido culminar con éxito nuestro trabajo de investigación, no tenemos duda que nos acompañara siempre.
- A nuestros padres y familia por el apoyo incondicional durante este largo proceso de formación académica y ha creído en nosotros.
- Al Ing. Agr. Rafael Menjívar, asesor de tesis, por su paciencia, asesoría y por habernos dado los mejores consejos para realizar de la mejor forma nuestro trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. Enmanuel Cuadra, asesor de tesis, por su paciencia, sus consejos técnicos y por habernos compartido su experiencia en campo y apoyarnos incondicionalmente en la realización del trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. Douglas Navarro, jefe de sanidad vegetal; de la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) por darnos el apoyo económico y transporte para la ejecución del trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. Daniel Yanes, coordinador del área de sanidad vegetal; de la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA) por darnos el apoyo logístico con los técnicos del MAG y apoyarnos con materiales para el desarrollo de nuestra investigación.
- Al Ing. Agr. Alberto Flores Chorro, jefe del laboratorio de Diagnóstico Vegetal del MAG, a la Ing. Agr. Anakely Romero de Huevo del laboratorio de Diagnostico Vegetal y a todo el equipo del laboratorio, por permitirnos utilizar las

instalaciones para el desarrollo de nuestra investigación y apoyarnos técnicamente en algunas áreas.

- Al Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y a sus representantes, Ing. Agr. Rosa Amelia Martínez y MSc. Xavier Isaac Euceda, por su apoyo técnico y económico para la ejecución del trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. Mario Bermúdez, por su tiempo y experiencia en la asesoría de la metodología estadística aplicada en dicho trabajo de investigación.
- A la Lic. Johana Segovia, por su tiempo y experiencia en la asesoría de la metodología estadística aplicada en dicho trabajo de investigación.
- A la Universidad de El Salvador y docentes por habernos brindado las herramientas necesarias para nuestra formación y ejecución del trabajo de investigación y prepararnos académicamente para la vida profesional.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, porque sin El nada podemos hacer. Él es un ser maravilloso que siempre cuida de mí.

A mis padres Rosa Navarrete y Luis Alvarenga que me contagiaron de optimismo en este caminar, que se esforzaron sin arrepentimiento para que culminara mis estudios universitarios.

A mi abuela Ofelia Guardado y mi novia Raquel Henríquez Vásquez que siempre han estado pendientes de mí, brindándome apoyo y aconsejándome.

Luis Alonso Alvarenga Navarrete

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por permitirme cumplir una meta más en este largo camino de la vida y por siempre acompañarme en cada paso que doy. Dándole las gracias infinitas que sin Él esta meta hubiese sido en vano.

A mi madre María Maura Cabrera, por siempre estar al pendiente de mí en cada etapa de mi vida, por siempre apoyarme y a mi padre Manuel Enrique Campos, por demostrar su apoyo, agradezco a ambos por los sacrificios realizados para que yo pudiera cumplir mis metas.

A mi amiga, poeta, novia y sobre todo compañera de aventuras Jennifer Tatiana González por el apoyo, comprensión y compañerismo que hemos tenido en todo momento. Así como de Gilma Yanira Guadrón, persona especial y madre de mi amada que Dios puso mi camino con la finalidad de disfrutar de un agradable y buen café.

A mis hermanos Emerson, Josselyn y Vicky, por todo el apoyo brindado.

A mi tío Juan Agustín Campos, por sus consejos basados en la experiencia de la vida para que yo me desempeñara de la mejor forma.

A mi amigo David Aldair Miranda, que desde el principio de la carrera mostraron el apoyo que solo se puede dar en una larga amistad.

A mi amigo Ernesto Callejas (Neto), que en una etapa económicamente dura y con la finalidad de salir adelante en mis estudios, tanto él como sus familias me extendieron sus manos y que partiste de este mundo sin poder presentarte la insignia de todo este esfuerzo realizado.

Lucas Joel Campos Cabrera

DEDICATORIA

A Dios, por darme la sabiduría, paciencia y perseverancia para lograr mis objetivos.

A mi madre Gilma Yanira Guadrón, por apoyarme incondicionalmente en cada fase de mi vida, por su paciencia, comprensión, cariño y esfuerzo, por su ayuda económica y moral, para que cumpliera mis metas. Gracias infinitas. A mi padre, Félix González por su apoyo económico en mi estudio.

A mis hermanas, Diana, Gilma y a mis cuñados, por preocuparse por mí y siempre estar al pendiente de todo este largo proceso.

A mi mejor amigo y compañero en este caminar Lucas Joel Campos, por el apoyo, comprensión mutua para cumplir nuestras metas.

A mi familia, que estuvo pendiente de todo el proceso y siempre se preocupó por mí.

A mis compañeros de tesis, por haber compartido esta enriquecedora experiencia con altos y bajos, pero por no rendirnos y no dudar de nuestras capacidades. Por emprender este largo camino y con la expectativa de aprender más.

Jennifer Tatiana González Guadrón

Índice General

Contenido	Página
Resumen	iv
Abstract.....	v
1. INTRODUCCIÓN	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Generalidades del Huanglongbing de los cítricos	3
2.1.1. Origen y distribución del Huanglongbing.....	3
2.1.2. Generalidades sobre la Bacteria asociada al Huanglongbing.....	4
2.1.3. Principales hospederos de <i>Candidatus Liberibacter</i> spp	5
2.1.4. Síntomas del Huanglongbing de los cítricos en Limón Pérsico.....	6
2.1.5. Transmisión de la bacteria asociada al HLB	7
2.1.6. Velocidad de dispersión del Huanglongbing	7
2.1.7. Impactos económicos del Huanglongbing de los cítricos a nivel mundial.....	8
2.1.8. Importancia económica del Limón Pérsico en El Salvador	8
2.1.9. Estimación de pérdidas a causa del Huanglongbing para El Salvador	12
2.2. Generalidades del vector asociado al Huanglongbing de los cítricos	12
2.2.1. Identidad del vector	12
2.2.2. Taxonomía de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama.....	13
2.2.3. Origen y distribución de <i>Diaphorina citri</i>	13
2.2.4. Daños morfológicos causados a la planta por <i>Diaphorina citri</i>	15
2.2.5. Métodos de dispersión de <i>Diaphorina citri</i>	15
2.2.6. Adquisición y transmisión de la bacteria en <i>Diaphorina citri</i>	15
2.2.7. Biología y morfología de los instares ninfales de <i>Diaphorina citri</i>	16
2.2.8. Biología y morfología de la fase adulta de <i>Diaphorina citri</i>	18
2.2.9. Principales hospederos de <i>Diaphorina citri</i>	20
2.2.10. Manejo Integrado de <i>Diaphorina citri</i>	20
2.3. Aspectos físicos y biológicos que inciden en el establecimiento de <i>Diaphorina citri</i> ..	24
2.3.1. Factores físicos	24
2.3.2. Factores biológicos	26
2.4. Fluctuación poblacional del <i>Diaphorina citri</i> en El Salvador.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	28
3.2. METODOLOGIA DE CAMPO	29
3.2.1. Muestreo de <i>Diaphorina citri</i>	29
3.2.2. Criterio de selección de la técnica de muestreo.....	30

3.2.3. Nivel de infestación de <i>Diaphorina citri</i>	31
3.2.4. Controladores biológicos dentro de la plantación.....	32
3.2.5. Registro georreferenciado en campo	32
3.2.6. Registro de factores abióticos	32
3.3. METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	33
3.3.1. Recolecta e identificación de muestras	33
3.4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Resultados de Densidad Poblacional de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones climáticas registradas en las tres fincas en estudio.....	35
4.1.1. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones climáticas registradas en la Finca San Carlos.....	35
4.1.2. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Venados	36
4.1.3. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones climáticas registradas en la Finca La Bendición.....	37
4.1.4. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> para la Finca San Carlos, Los Venados y La Bendición	39
4.2. Resultados de Factores Bióticos y Abióticos registrados en las tres fincas en estudio.....	40
4.2.1. Resultados de Factores Bióticos y abióticos para la Finca San Carlos	40
4.2.2. Resultados de Factores Bióticos y abióticos para la Finca Los Venados	40
4.2.3. Resultados de Factores bióticos y abióticos para la Finca La Bendición.....	41
4.3. Análisis de Componentes Principales	42
4.3.1. Consolidado de los resultados de componentes principales en las tres fincas en estudio.....	42
4.4. Discusión de resultados de la comparación de las tres fincas en estudio	43
4.5. Discusión de los resultados de componentes principales en las tres fincas en estudio.....	45
4.6. Otros hallazgos	47
5. CONCLUSIONES	48
6. RECOMENDACIONES	50
7. BIBLIOGRAFÍA	52
8. ANEXO.....	62

Índice de Cuadros en texto

Contenido	Página
Cuadro 1. Características de tres especies de ' <i>Candidatus Liberibacter</i> spp.....	5
Cuadro 2. Hospedantes primarios y secundarios de <i>Candidatus Liberibacter</i> spp.....	5
Cuadro 3. Velocidad de dispersión de HLB estimada México y Florida	8
Cuadro 4. Superficie (mz), producción (qq/año), rendimiento (qq/mz) y precio (\$/Ciento) del cultivo de Limón Pérsico en El Salvador con respecto a los últimos cinco años.	10
Cuadro 5. Importación de Limón Pérsico en El Salvador, Volumen en Kilogramos y su valor FOB por año (2014-2018).....	10
Cuadro 6 A. Exportación de limones desde El Salvador, Volumen en Kilogramos por año (2014-2018).....	11
Cuadro 6 B. Exportación de limones desde El Salvador, valor FOB en dólares por año (2014-2018).....	11
Cuadro 7. Estimación de pérdidas a causa de Huanglongbing de los cítricos en la producción nacional de El Salvador, año 2018.	12
Cuadro 8. Proceso de transmisión de <i>Candidatus Liberibacter</i> spp. en psíidos.....	16
Cuadro 9. Registros mensuales y anuales de capturas para <i>Diaphorina citri</i> en trampas amarillas en áreas fronterizas.	27
Cuadro 10. Información geográfica de las fincas citrícolas en el municipio de San Juan Opico, La Libertad.	28
Cuadro 11. Criterio de selección de la técnica de muestreo en las tres fincas citrícolas del municipio de San Juan Opico, La Libertad.	30
Cuadro 11. Niveles de infestación de <i>Diaphorina citri</i> /brote por sitio de muestreo...	32
Cuadro 12. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> en Finca San Carlos, municipio de San Juan Opico, La Libertad	35
Cuadro 13. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> en Finca Los Venados, municipio de San Juan Opico, La Libertad	36
Cuadro 14. Densidad poblacional de <i>Diaphorina citri</i> en Finca La Bendición, municipio de San Juan Opico, La Libertad	38

Cuadro 15. Factores biológicos y físicos para la Finca San Carlos, municipio de San Juan Opico, La Libertad	40
Cuadro 16. Factores biológicos y físicos para la Finca Los Venados, municipio de San Juan Opico, La Libertad	41

Índice de Figuras en texto

Contenido	Página
Figura 1. Distribución mundial de <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i>	3
Figura 2. A. Alta Infestación de <i>Cuscuta</i> sp. B. Planta ornamental “Chula”	6
Figura 3. Síntomas de HLB en Limón Pérsico.....	6
Figura 4. A. <i>Diaphorina citri</i> adulto. B. Árbol de cítrico injertado con yemas.....	7
Figura 5. A. <i>Diaphorina citri</i> adulto. B. <i>Trioza erytreae</i>	13
Figura 6. Distribución mundial del psílido asiático de los cítricos	14
Figura 7. Morfología de los estados de desarrollo de <i>Diaphorina citri</i> . A. Ninfa I. B. Ninfa II. C. Ninfa III. D. Ninfa IV. E. Ninfa V.....	17
Figura 8. Fase adulta. Izquierda: Hembra. Derecha: Macho. Nótese las diferencias en el ápice del abdomen.	18
Figura 9. Tiempo de duración de los diferentes estados de desarrollo de <i>Diaphorina citri</i>	19
Figura 10. Mirto (Flores y Frutos), hospedero del vector.....	20
Figura 11. Especies depredadoras asociados a <i>Diaphorina citri</i>	21
Figura 12. A. <i>Tamarixia radiata</i> . B. <i>Diaphorencyrtus aligarhensis</i>	22
Figura 13. Hongos entomopatógenos de <i>Diaphorina citri</i>	22
Figura 14. Fluctuación poblacional de <i>Diaphorina citri</i> /Trampa/Mes en áreas fronterizas.....	28
Figura 15. Esquema de muestreo sistemático en método “T” simple.	30
Figura 16. Zona de muestreo por puntos cardinales a) Vista lateral de sitios de muestreo y b) Vista superior de sitios de muestreo.....	31
Figura 17. Comparación de brotes tiernos y suculentos (izquierda) y hojas maduras, poco apetecible para el vector (derecha).	31
Figura 18. Conteo de huevos, ninfas y adultos de <i>Diaphorina citri</i> en laboratorio....	34

Figura 19. Población total de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones del tiempo en la Finca San Carlos, con un muestreo “T doble”	36
Figura 21. Población total de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones del tiempo en la Finca Los Venados, con un muestreo “T simple”	37
Figura 23. Población total de <i>Diaphorina citri</i> y condiciones del tiempo en la Finca La Bendición, con un muestreo “T simple”	38
Figura 25. Densidad población/árbol total de <i>D. citri</i> (sin distinción de fases morfológicas) en tres fincas cítricas del municipio de San Juan Opico, La Libertad.	39
Figura 26. Análisis de Componentes principales para <i>Diaphorina citri</i> para las tres fincas estudiadas en San Juan Opico.	43
Figura 27. Hongo entomopatógeno <i>Akanthomyces</i> sp. afectando a adultos de <i>Diaphorina citri</i>	47

Índice de figuras en anexo

Contenido	Página
Figura A-1. Zonas Aptas para la producción de Limón Pérsico en El Salvador	62
Figura A-2. Monitoreo de poblaciones del psílido asiático de los cítricos en “Finca San Carlos”	62
Figura A-3. Visita de campo en Finca Los Venados.....	63
Figura A-4. Muestreo de árboles en Finca La Bendición.....	63
Figura A-5. Brotación vegetativa en Limón Pérsico.....	64
Figura A-6. Árbol de Limón Pérsico en Brotación vegetativa	64
Figura A-7. Infestación de ninfas de <i>Diaphorina citri</i> en hoja	64
Figura A-8. Simbiosis de hormigas con ninfas de <i>D. citri</i> debido a mielecilla producida	64
Figura A-9. Observación y conteo de <i>Diaphorina citri</i> con lupa 20x en brotes de Limón Pérsico.....	65

Índice de cuadros en anexo

Contenido	Página
Cuadro A-1. Relación de especies en las que se ha encontrado HLB y su nombre común.....	65
Cuadro A-2. Formato de Campo para la Identificación de factores que inciden en la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (<i>Diaphorina citri</i> : Hemiptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (<i>Citrus latifolia</i> Tanaka).....	66
Cuadro A-3. Resultados de muestreos en la Finca San Carlos.	67
Cuadro A-4. Resultados de muestreos en la Finca Los Venados	67
Cuadro A-5. Resultados de muestreos en la Finca La Bendición	67
Cuadro A-6. Medidas resumen Finca San Carlos.	68
Cuadro A- 7. Medidas resumen Finca Los Venados	69
Cuadro A- 8. Medidas resumen Finca La Bendición	70
Cuadro A-9. Cuadro resumen del análisis de componentes principales Finca San Carlos. A. Autovalores. B. Autovectores. C. Correlación con las variables originales.	71
Cuadro A-10. Cuadro resumen del análisis de componentes principales Finca Los Venados. A. Autovalores. B. Autovectores. C. Correlación con las variables originales.	71
Cuadro A-11. Cuadro resumen del análisis de componentes principales La Bendición . A. Autovalores. B. Autovectores. C. Correlación con las variables originales. ..	71
Cuadro A-12. Cuadro resumen del análisis de componentes principales para las tres fincas. A. Autovalores. B. Autovectores. C. Correlación con las variables originales.	71
Apéndice	72
Apéndice A. Resultados del Análisis de Componentes Principales para cada finca en estudio.....	72

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) constituye una actividad socioeconómica de importancia para El Salvador. La Dirección General de Economía Agropecuaria, reportó para el último quinquenio (2014 - 2018), un promedio de la superficie destinada a nivel nacional del cultivo de Limón Pérsico de 1,728 mz; una producción promedio de 372,846 qq, un rendimiento promedio de 217.57 qq/mz y un precio (\$/Ciento) promedio de US\$ 5.11 (DGEA 2017). El Consumo aparente de Limón Pérsico como fruta fresca para el año 2018 fue de 1,508,167.51 kg.

El Huanglongbing de los cítricos es causado por la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., que se aloja en los tubos cribosos del floema de las plantas. Actualmente es considerada la enfermedad más destructiva de los cítricos en todo el mundo, con más de 100 millones de árboles eliminados a causa de la enfermedad.

La bacteria se transmite de dos formas, una mediante el uso de material vegetativo no certificado y contaminado con la enfermedad y la otra por medio del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*), presente en todo el continente americano. En El Salvador la presencia del vector fue reportada por primera en 2006, cuando se realizaban actividades de monitoreo de plantas de vivero. Dicho insecto se alimenta de la savia de las plantas, en donde se aloja el patógeno. Debido a su hábito alimenticio chupador-succionador, produce daño en los brotes vegetativos, provoca que las hojas se enrollen y cause la muerte de la yema apical impidiendo el crecimiento normal de la planta (OIRSA 2015).

Actualmente se describen pocos estudios acerca de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en el municipio de San Juan Opico, sin embargo, Reyes y Cruz (2007), realizaron un estudio para determinar la infestación o daño de *Diaphorina citri* en plantaciones de cítricos, como resultado del estudio encontraron 10 cultivos y variedades de cítricos afectados por este insecto, entre los cuales sobresalió el Limón Pérsico, Naranja Victoria, Naranja Jaffa, Mandarina Reina y Naranja Valencia. El 4%

de los registros totales mostró alta infestación en el cultivo de Limón Pérsico en el municipio de San Juan Opico.

Asimismo, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) “Enrique Álvarez Córdova”, reporta el estudio de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en cinco fincas comerciales del país, donde demuestra que la época lluviosa fue la que registró la mayor abundancia de *Diaphorina citri*, siendo los meses de julio, agosto y septiembre (Mejía 2017). Mientras que investigaciones realizadas por el Ministerio de Agricultura y de Ganadería en la región occidental del país desde el 2015 al 2017, en árboles de traspatio próximos a las fronteras terrestres con la República de Guatemala, esquemáticamente puestos fronterizos de Las Chinamas, La Hachadura (Ahuachapán) y Anguiatú (Santa Ana); en dicha investigación los meses en que se registró un incremento poblacional de *Diaphorina citri* fueron mayo, junio y agosto, coincidiendo para esas fechas con la época lluviosa de la región occidental del país.

En la presente investigación se estudió la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en tres cantones y fincas diferentes con plantaciones comerciales de Limón Pérsico en el municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad, donde se evaluó si cada una de las variables en estudio: factores abióticos (Temperatura °C, Humedad Relativa % y Precipitación (mm)) y factores biológicos (fase fenológica del cultivo) inciden en las densidades de la población del vector.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del Huanglongbing de los cítricos

2.1.1. Origen y distribución del Huanglongbing

El HLB fue descrito por Reinking en 1919 en el sur de China, cuando aún se desconocía su etiología. Según investigaciones para el año 1936 se había dispersado y constituido en un serio problema. La enfermedad de Huanglongbing, se confirmó por primera vez en el continente asiático, en el país de China, a finales del siglo XIX, posteriormente se manifiesta en África del Sur a principios del siglo XX, diseminándose a través de los años hacia varios países de ambos continentes (COSAVE 2011).

Esta enfermedad se ha diseminado a un gran número de países en África, el subcontinente indio y la Península Arábiga. Fue reportada por primera vez en el continente americano desde 2004 en San Pablo, Brasil y posteriormente en 2005 en el Estado de Florida, EE.UU. En el 2007 se reportó en Cuba, en el 2008 en República Dominicana, en el 2009 fue reportada en México, Honduras y Jamaica, 2010 en Nicaragua, Belice y Guatemala, en el 2011 se reportó en Costa Rica (COSAVE 2011), Colombia en el 2015 (ICA 2015) y en Panamá en el 2016 (MIDA 2016) (Figura 1).

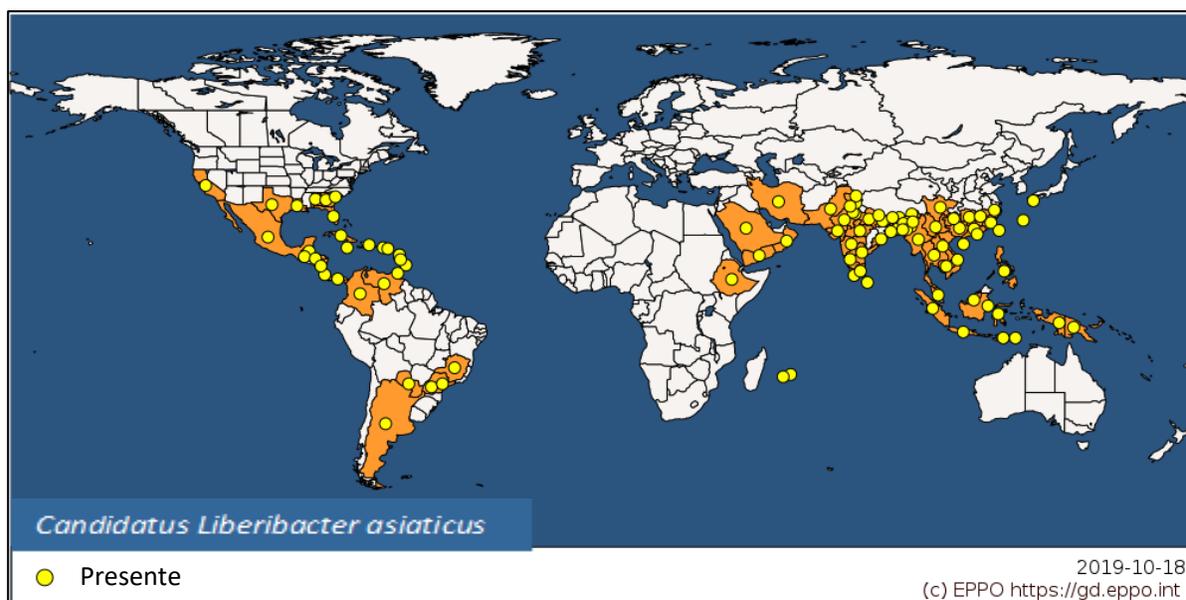


Figura 1. Distribución Mundial de *Candidatus Liberibacter asiaticus*.

Fuente: EPPO 2019.

En el año 2020, El Ministerio de Agricultura y Ganadería declaró oficialmente que en El Salvador se encuentra en estado de emergencia fitosanitaria por la presencia de Huanglongbing (HLB) (MAG 2020, Orellana 2020).

No existen variedades de cítricos resistentes y la presencia del vector *Diaphorina citri* en toda la Región del OIRSA vuelve complicado el control del HLB (OIRSA 2015).

2.1.2. Generalidades sobre la Bacteria asociada al Huanglongbing

La enfermedad está asociada a la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp, bacteria Gram negativa, que tiene una reacción con la tinción Gram en su pared celular diferente a las Gram positivas, pues no se tiñen de color azul oscuro o violeta, sino de color rosa. Etimológicamente el HLB significa Huang= amarillo, Long= Dragón y Bing= enfermedad. Conocido comúnmente como “Dragón Amarillo de los Cítricos”, “Enverdecimiento de los cítricos”, “Greening”, entre otros; esto es debido a que uno de sus primeros síntomas son brotes amarillentos. El HLB es la enfermedad más devastadora de la citricultura a nivel mundial y está afectando fuertemente a los cítricos de la Región del OIRSA (OIRSA 2015). Se conocen actualmente tres razas: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (ampliamente distribuida en todo el mundo), *Candidatus Liberibacter americanus* (presente solamente en São Paulo, Brasil 2005), cuyo vector para ambas razas es *Diaphorina citri*, y *Candidatus Liberibacter africanus* (dispersa solo en el continente africano) y transmitida por el vector *Trypza erytrae* (presente solo en el continente africano). Esta bacteria al obstruir los vasos del floema del cultivo de cítrico, consecuentemente provoca la muerte de la planta (Santivañez *et al.* 2013).

El género *Candidatus* pertenece a la clase (α) AlphaProteobacteria (Jagoueix *et al.*, Teixeira *et al.*, citado por SENASICA 2019). El nombre de “*Candidatus Liberibacter*” se deriva del término “*Candidatus*” que se utiliza para asignar a los organismos que no pueden ser cultivados y por lo tanto no pueden ser clasificados y caracterizados con las técnicas tradicionales (Murray y Schleifer, Murray y Stackebrandt, citado por SENASICA 2019) y por el nombre trivial de “*Liberibacter*” del latín Liber (corteza) y bacter (bacteria), (Jagoueix *et al.*, citado por SENASICA 2019).

De las tres bacterias que causan la enfermedad se han estudiado tres especies, ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’, ‘africanus’ y ‘americanus’. La primera es un problema en países de Asia, África, en la península Arábiga, Brasil y EUA (Cuadro 1) (SENASICA 2019).

Cuadro 1. Características de tres especies de ‘*Candidatus Liberibacter spp.*

Especies	Vector	Temperaturas óptimas	Humedad Relativa	Elevación (msnm)
<i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i>	<i>Diaphorina citri</i>	30-35°C	-	<500
<i>Candidatus Liberibacter africanus</i>	<i>Trioza erytraeae</i>	20-25°C	<25 %	>500
<i>Candidatus Liberibacter americanus</i>	<i>Diaphorina citri.</i>	24-30°C	-	-

Fuente: Tomado de SENASICA 2019.

2.1.3. Principales hospederos de *Candidatus Liberibacter spp*

Como se observa en el cuadro 2, los principales hospederos de la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.* (Cuadro A-1), agente causal del HLB son:

Cuadro 2. Hospedantes primarios y secundarios de *Candidatus Liberibacter spp.*

Familia	Nombre científico	Nombre común
	Hospedantes primarios	
	<i>Citrus</i>	Cítricos
	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina
	<i>Citrus reticulata x parasidis</i>	Tangelo
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja navel
	Secundarios	
	<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima
	<i>Citrus lemon</i>	Limón
Rutaceae	Rutaceae	Rutáceas
	Silvestres	
	<i>Calodendrum capense</i>	Castaño del cabo
	<i>Clausena</i>	Fruto wampi
	<i>Fortunella</i>	Naranjo chino
	<i>Limonia acidissima</i>	Manzana elefante
	<i>Murraya paniculata</i>	limonaria
	<i>Toddalia</i>	Rutácea

Fuente: Tomado de SENASICA 2019.

El HLB también afecta a la Cúscuta (*Cuscuta sp*) de la familia Convolvulaceae (Figura 2A) y a la planta ornamental chula (*Catharatus roseus*) de la Familia Apocynaceae (Figura 2B) (SENASICA 2016).



Figura 2. A. Alta Infestación de *Cuscuta* sp. **B.** Planta ornamental “Chula”
Fuente: DGSV-CNRF 2016.

2.1.4. Síntomas del Huanglongbing de los cítricos en Limón Pérsico

En las plantaciones infectadas con el HLB, los árboles viven solamente de 6 a 8 años. Algunos de los síntomas frecuentes que pueden observarse en campo en el cultivo de Limón Pérsico tienen que ver con el moteado difuso o irregular de hojas, amarillamiento de ramas y engrosamiento de venas laterales (Figura 3) (Flores *et al* 2015).



Figura 3. Síntomas de HLB en Limón Pérsico (*C. latifolia*). (A) Moteado difuso; (B) Manchas angulares; (C) Manchas angulares y puntos cloróticos; (D) Engrosamiento y acorchamiento de nervadura; (E) Amarillamiento generalizado de la lámina foliar; (F) Frutos de rama sintomática con amarillamiento asociado a HLB; (G) Fruto de rama sana.

Fuente: Tomado de Flores *et al.* 2015

Los frutos de plantas infectadas son pequeños, de forma irregular y de mal sabor. En algunas áreas cítricas con HLB no es económicamente posible producir frutos (OIRSA 2015).

2.1.5. Transmisión de la bacteria asociada al HLB

Solo existen dos formas de transmisión del HLB: la primera a través del insecto vector *Diaphorina citri* (Figura 4A), la segunda a través del uso de material vegetativo no certificado como yemas infectadas con la enfermedad en viveros (Figura 4B). Los síntomas solo serán visibles cuando las hojas presenten el moteado típico en forma generalizada (OIRSA 2015).



Figura 4. A. *Diaphorina citri* adulto.

Fuente: Rogers 2016.



B. Árbol de cítrico injertado con yemas

Fuente: Fruitmentor 2015

En relación con la estacionalidad, se presupone que los períodos de adquisición de la bacteria por *Diaphorina citri* son más exitosos en los meses de brotación ya que la distribución de los síntomas se presenta de manera homogénea en el dosel del árbol (SENASICA 2019).

2.1.6. Velocidad de dispersión del Huanglongbing

Las enfermedades siguen cierto patrón de dispersión cuando se reporta su presencia en alguna región o país. Estudios espacio temporales del HLB en Brasil y Estados Unidos comparado con México, muestran un gradiente de dispersión semejante (Cuadro 3) (SENASICA 2019).

Cuadro 3. Velocidad de dispersión de HLB estimada México y Florida

País/ Estado	Primero	Último	Distancia del gradiente	Velocidad de dispersión (km/año)
EUA-Florida	Oct-2005	Ago-2008	170	57
México –P. Yucatán	Ago-2009	Ene-2011	100	67
Brasil- Sao Paulo	Mar-2004	Ene-2010	317	53

Fuente: Tomado de SENASICA 2019.

2.1.7. Impactos económicos del Huanglongbing de los cítricos a nivel mundial

Para ejemplificar los alcances de daño por Huanglongbing, baste señalar que en la provincia de Guandong (China), tuvieron que erradicarse 960 mil plantas de mandarinas y limones, lo que disminuyó la producción regional de 450 mil a solo 5 mil toneladas; en Filipinas, siete millones de árboles sufrieron los estragos de esta enfermedad, y por ello la superficie citrícola se redujo en más de 60%; en el estado de la Florida (Estados Unidos) el perjuicio sufrido es cuantioso (alrededor de 9.3 mil millones de dólares), y en Indonesia y Arabia Saudita las plantaciones fueron abandonadas o desaparecieron por completo (Holguín *et al.* 2012).

Cuando *Candidatus Liberibacter* spp. se establece, puede infectar a todas las especies y variedades comerciales de cítricos, causando grandes pérdidas al acortar el período de vida de los árboles afectados (Chen *et al.*, citado por SENASICA 2019).

Estudios realizados por Salcedo *et al.* (2010) calcularon que frente a un impacto alto de la enfermedad del HLB, la pérdida se incrementaría a 3 millones de toneladas equivalentes al 41% de la producción mexicana, donde el mayor impacto sería para la naranja y la toronja con 53%, para la mandarina con 26% y para el Limón con 18%. En México se demostró que la enfermedad genera daños perjudiciales en Limón Pérsico tanto en tamaño del fruto, grosor de cascara, pH, volumen de jugo; generando una pérdida de producción en frutos que oscila entre 18.62 y 17.31% (Flores *et al.* 2015).

2.1.8. Importancia económica del Limón Pérsico en El Salvador

Los cítricos están entre los cultivos más importantes del sector frutícola de El Salvador, y, en la actualidad, se presenta un considerable potencial por la alta demanda de las

limas ácidas principalmente en el mercado europeo y norteamericano. Entre ellas, el Limón Pérsico que presenta altos rendimientos y una excelente calidad, particularmente por carecer de semillas y el color verde de su cáscara (IICA 2002).

El cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) constituye una actividad socioeconómica de importancia para El Salvador. Los reportes proporcionados por la Dirección General de Economía Agropecuaria en el último quinquenio en promedio reportan que la superficie destinada al cultivo de Limón Pérsico a nivel nacional fue de 1, 728.0 mz, teniendo una producción en promedio de 372,846.80 qq y un rendimiento en promedio de 217.57 qq/mz (Cuadro 4) (Cuadra 2019)¹. Para el año agrícola 2017-2018 el cultivo del limón represento el 32.71% del total de cítricos cultivados a nivel nacional. El Consumo nacional aparente de Limón Pérsico para el año 2018 fue de 1,508,167.51 kg.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020) en un comunicado oficial, hasta la fecha, El Salvador cuenta con un área aproximada de 14,000 hectáreas cultivadas de cítricos, lo que representa una cosecha anual de 90 toneladas métricas de fruta fresca, dentro de una cadena productiva de alrededor de \$15 millones anuales.

El comportamiento del mercado local experimenta una estacionalidad bien marcada que comprende los meses de diciembre-mayo con los precios más altos; acentuándose más en los meses de febrero-marzo; reportándose para estos meses, un precio promedio a mayorista de \$0.085 por cada unidad; esta estacionalidad coincide con la época seca y baja producción, denotando posiblemente un problema de manejo agrícola del cultivo, sobre todo en el uso y manejo del riego y aspectos de nutrición (IICA 2002).

En el país, la producción de limón pérsico depende de las condiciones de agua existentes, por ello, las mayores cosechas se dan durante la época lluviosa y solo

¹ Cuadra, E. 2019. Datos estadísticos de los cítricos y su análisis (correo electrónico). San Salvador, El Salvador, MAG.

aquellas plantaciones que poseen sistemas de riego, producen en la época seca, mejorando los niveles de rentabilidad por la escasez de producto en el mercado, mencionando también que algunos sectores del país son aptos para dicho cultivo (Figura A-1) (IICA 2002).

Cuadro 4. Superficie (mz), producción (qq/año), rendimiento (qq/mz) y precio (\$/Ciento) del cultivo de Limón Pésico en El Salvador con respecto a los últimos cinco años.

Año	2014	2015	2016	2017	2018	Promedio
Superficie (mz)	1,663.00	1,441.00	1,552.00	1,992.00	1,992.00	1,728.00
Producción (qq/año)	381,295.00	330,394.00	355,845.00	398,300.00	398,400.00	372,846.80
Rendimiento (qq/mz)	229.28	229.28	229.28	200.00	200.00	217.57
Precio (\$/Ciento)	\$5.72	\$6.10	\$4.84	\$4.40	\$4.50	5.11

Fuente: BCR, Cuadra 2019².

Según los datos del Banco Central de Reserva, como se observa en el Cuadro 5, para los últimos cinco años (2014-2018), los países de los cuales se ingresó Limón Pésico para consumo fueron Guatemala, seguido de Estados Unidos.

Cuadro 5. Importación de Limón Pésico en El Salvador, Volumen en Kilogramos y su valor FOB por año (2014-2018).

Volumen en Kilogramos					
País	2014	2015	2016	2017	2018
Estados Unidos (U.S.A.)	5,914.65	11,751.91	4,587.46	8,624.18	0.00
Guatemala	2,748.60	11,294.64	1,661.60	322.00	11,970.83

Valor FOB					
País	2014	2015	2016	2017	2018
Estados Unidos (U.S.A.)	\$16,630.58	\$22,951.81	\$10,825.65	\$18,788.99	\$0.00
Guatemala	\$3,003.26	\$1,432.84	\$248.08	\$37.93	\$1,977.29

Fuente: BCR, Cuadra 2019³.

² Ibídem, 11

³ Ibídem, 11

Con respecto a las exportaciones para los últimos cinco años (2014-2018), los países a los que se exporto limones fueron Canadá, Estados Unidos, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Venezuela, Alemania y España (Cuadro 6).

Cuadro 6A. Exportación de limones desde El Salvador, Volumen en Kilogramos por año (2014-2018).

Volumen en Kilogramos					
País	2014	2015	2016	2017	2018
Canadá	159,584.00	46,545.00	132,511.71	19,041.00	0.0
Estados Unidos (U.S.A.)	517,258.04	401,555.90	474,428.72	528,375.00	445,609.5
Guatemala	0.00	304.00	0.00	0.00	35,833.2
Nicaragua	1,500.00	104,761.84	214,885.68	54,000.00	0.0
Costa Rica	451,555.67	514,828.04	720,400.00	599,653.50	640,213.7
Panamá	152.79	390.00	128.00	450.00	25.0
Ecuador	0.00	0.00	3.00	3.00	0.0
Venezuela	0.00	306.00	7.00	1,352.00	0.0
Alemania	0.00	36.00	76.00	101.03	56.8
España	0.00	0.00	0.00	150.00	0.0

Cuadro 6B. Exportación de limones desde El Salvador, valor FOB en dólares por año (2014-2018).

Valor FOB en dólares					
País	2014	2015	2016	2017	2018
Canadá	\$81,171.40	\$12,000.00	\$45,500.00	\$13,090.00	\$0.0
Estados Unidos (U.S.A.)	\$511,163.67	\$167,930.00	\$152,670.00	\$156,280.00	\$149,670.0
Guatemala	\$0.00	\$134.40	\$0.00	\$0.00	\$35,700.0
Nicaragua	\$390.00	\$42,226.80	\$101,711.00	\$4,908.00	\$0.0
Costa Rica	\$295,270.00	\$145,535.00	\$206,229.00	\$218,788.00	\$477,408.6
Panamá	\$275.30	\$294.80	\$158.85	\$157.50	\$46.2
Ecuador	\$0.00	\$0.00	\$75.60	\$78.52	\$0.0
Venezuela	\$0.00	\$154.20	\$180.50	\$612.50	\$0.0
Alemania	\$0.00	\$753.30	\$1,590.30	\$1,590.30	\$987.6
España	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$52.50	\$0.0

Fuente: BCR, Cuadra 2019⁴.

⁴ Ibidem, 11

2.1.9. Estimación de pérdidas a causa del Huanglongbing para El Salvador

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador por medio de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV): Área de Vigilancia Fitosanitaria, en los análisis realizados por Cuadra (2019), se estimaron proyecciones de pérdidas por el HLB para el año 2018, donde los valores que registraron fueron de \$3,257,986.70 (pérdidas proyectadas al 25%), 6,515,973.40 (pérdidas proyectadas al 50%) y 9,773,960.10 (pérdidas proyectadas al 75%) (Cuadro 7)⁵.

Cuadro 7. Estimación de pérdidas a causa de Huanglongbing de los cítricos en la producción nacional de El Salvador, año 2018.

Plaga	Cultivos afectados ¹	Área (Mz)	Producción (qq/año)	Rendimiento (qq/mz)	Precio (USD\$) ²	Valor de la producción actual (USD\$)	Perdidas por HLB al 25% (1 año sin control)	Perdidas por HLB al 50% (1 año sin control)	Perdidas por HLB al 75% (1 año sin control)
"Dragón Amarillo", "Huanglongbing (HLB) de los Cítricos" (<i>Candidatus Liberibacter</i> spp).	Naranja (mz)	3120	994211	141,10	\$10,00	\$9.942.110,00	\$2.485.527,50	\$4.971.055,00	\$7.456.582,50
	Limón (mz)	1992	398400	200,00	\$4,50	\$1.792.800,00	\$448.200,00	\$896.400,00	\$1.344.600,00
	Mandarina (mz)	895	202662	230,90	\$6,40	\$1.297.036,80	\$324.259,20	\$648.518,40	\$972.777,60
Total		6,007				\$13.031.946,80	\$3.257.986,70	\$6.515.973,40	\$9.773.960,10

Fuente: MAG-DGEA – Anuario de Estadísticas Agropecuarias, Informe diario de precios de productos agropecuarios, 2019.

Nota: Estimaciones de pérdidas proyectadas por Ing. Enmanuel Cuadra 2019.

¹Los impactos se han evaluado de acuerdo a un posible escenario de brote a nivel nacional.

²Superficie de cítrico estimada para las principales especies comerciales en El Salvador, año 2018.

2.2. Generalidades del vector asociado al Huanglongbing de los cítricos

2.2.1. Identidad del vector

Diaphorina citri Kuwayama (Figura 5A), comúnmente conocido como "chicharrita de los cítricos" o "Psílido asiático de los cítricos", es el vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *americanus* en el continente americano. Mientras que *Trioza erytreae* (Figura 5B) es el insecto vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter africanus*, su presencia esta reportada en el continente africano y distribuido de forma restringida a algunas zonas del continente europeo. Ambos vectores son considerados como la principal forma de dispersión de la bacteria causante del HLB (Hall 2008).

⁵ Cuadra, E. 2019. Estimación de pérdidas a causa de Huanglongbing de los cítricos en la producción nacional de El Salvador, año 2018. (Correo electrónico). San Salvador, El Salvador, MAG-DGEA.



Figura 5. A. *Diaphorina citri* adulto.

Fuente: FDASC-DPI 2006



B. *Trioza erytreae*

Fuente: Gobierno de Canarias 2017.

2.2.2. Taxonomía de *Diaphorina citri* Kuwayama

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Sub orden: Sternorrhyncha

Familia: Psyllidae

Género: *Diaphorina*

Especie: *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908

Fuente: Tomado de CABI 2020

2.2.3. Origen y distribución de *Diaphorina citri*

Diaphorina citri se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales de Asia, ha sido reportada en varias áreas geográficas: China, India, Burma, Taiwán, Filipinas, Malasia, Indonesia, Ceilán, Pakistán, Tailandia, Nepal, Afganistán, Arabia Saudita, Reunión, Mauricio. En América la primera cita de la presencia de *D. citri* fue en Brasil, posteriormente en 1984 se citó por primera vez en Argentina. En Uruguay, fue citada por primera vez en 1991. Fue detectada en 1998 en Florida (Estados Unidos) y en 1999 en Venezuela. Durante 2001 fue encontrada en Cuba, República Dominicana, Puerto Rico y Texas (EE. UU) (COSAVE 2011) (Figura 6).

Durante el 2008 fue detectada en Paraguay, y en ese mismo año se informó la presencia del insecto en otros estados de EE. UU (Alabama, Louisiana, Texas,

Georgia, Mississippi, Carolina del Sur). En 2009 se detectó en California (condado de San Diego) y en Arizona (condado de Yuma). También se verificó la presencia en las Islas Vírgenes durante 2010 (COSAVE 2011).

En México, fue detectado por primera vez en el 2002, en los estados de Campeche y Quintana Roo, y desde entonces se ha dispersado a todas las áreas productoras de cítricos del país (López- Collado 2010). En el 2004 el investigador William Villalobos encontró por primera vez al psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama, en Costa Rica, específicamente en los viveros de TicoFrut. Pero fue hasta el 2006 que el Ing. Bolívar Torres de TicoFrut, detectó psílicos en campo (Brown 2013). En El Salvador se reportó por primera vez la presencia de *Diaphorina citri* en el 2006, y se realizaron observaciones preliminares sobre la distribución de este insecto en fincas de citricultores, así como en viveros productores de plantas cítricas (Reyes y Cruz 2007).

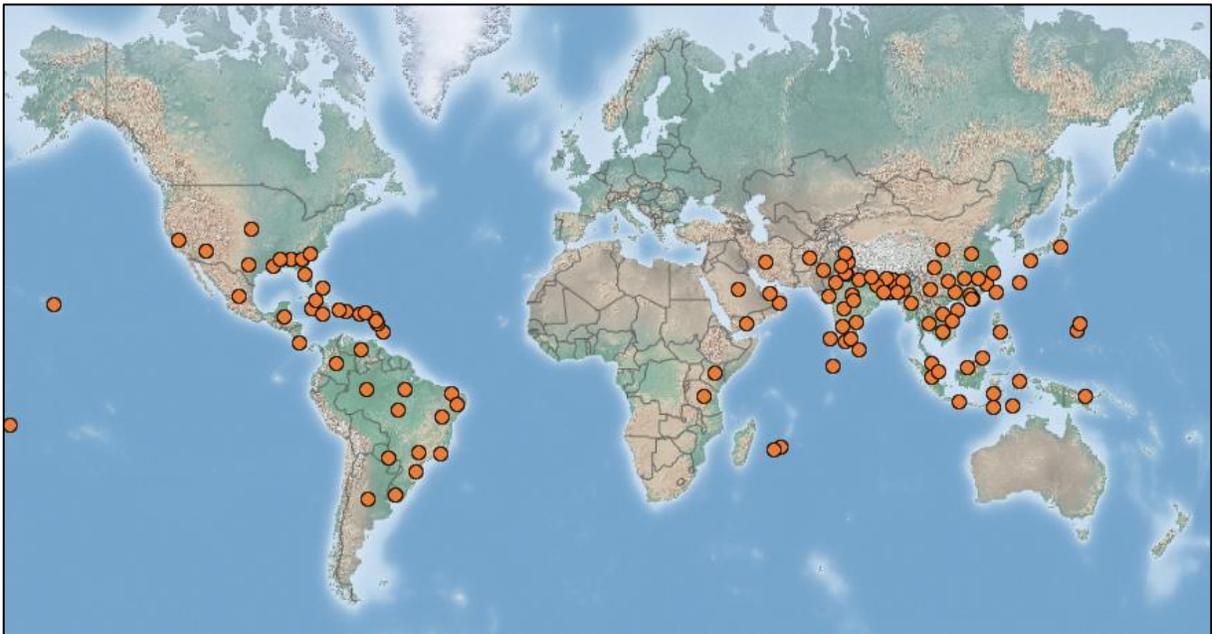


Figura 6. Distribución mundial del psílido asiático de los cítricos

Fuente: CABI International 2019.

2.2.4. Daños morfológicos causados a la planta por *Diaphorina citri*

El psílido asiático de los cítricos, se alimenta de la savia de las plantas hospederas y como consecuencia de su alimentación causa daños directos produciendo enrollamiento de hojas y brotes y muerte de la yema apical afectando de esta manera el normal desarrollo de las plantas. Estos daños se consideran importantes cuando las poblaciones son muy abundantes. Produce, además, cantidades importantes de sustancias azucaradas donde se desarrollan los hongos saprofitos que originan 'fumagina'. Una sola ninfa, alimentándose por menos de 24 horas, es capaz de provocar una malformación de la hoja tanto joven como madura (Michaud 2004).

2.2.5. Métodos de dispersión de *Diaphorina citri*

El comportamiento típico del insecto adulto de *Diaphorina citri*, es saltar y realizar vuelo de tres a cinco metros cuando las hojas son movidas, están sobrepobladas o cuando poseen pocas condiciones para su desarrollo, diseminando al patógeno dentro de la plantación. En algunas ocasiones, estos vuelos alcanzan una altura de 5 a 7 metros del suelo, posteriormente los insectos son arrastrados por las corrientes de aire y trasladados a distancias de 0.5 a 4 km o aún mayores (Hall 2008).

2.2.6. Adquisición y transmisión de la bacteria en *Diaphorina citri*

El psílido puede transmitir el patógeno con una eficiencia de sólo el 1%, asignándose este rol a las ninfas de cuarto y quinto instar y a los adultos, estos adquieren la bacteria patógena después de haberse alimentado de una planta enferma durante 30 minutos o más (Chiou-Nan 1998). El patógeno permanece latente en el interior del insecto entre tres y 20 días, momento en que se le puede detectar en las glándulas salivales (Huang *et al.* 1984). Una vez que el insecto haya adquirido el patógeno es capaz de transmitirlo durante toda su vida; sin embargo, no puede pasar a la progenie a través de los huevos (Cuadro 8) (Xu *et al.*, citado por Kondo 2017).

Cuadro 8. Proceso de transmisión de *Candidatus Liberibacter* spp. en psílicos

Psílido	Eficiencia de transmisión	Adquisición	Tipo de transmisión	Multiplicación en vector	Transmisión transovárica
<i>D. Citri</i>	Alta (toda la vida)	15-30 min	Persistente	+	-
<i>T. erythrae</i>	Alta (toda la vida)	15-30 min	Persistente	+	+

Fuente: SENASICA 2019

2.2.7. Biología y morfología de los instares ninfales de *Diaphorina citri*

Diaphorina citri presenta tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los huevecillos son de color amarillo claro brillante (cuando son recién depositados) y se tornan a brillante anaranjado. Presentan una forma ovoide, con una prolongación alargada hacia una de las puntas. Miden aproximadamente 0.30 mm de longitud y 0.14 mm de ancho (Figura 9). Los huevecillos, son colocados generalmente en los brotes tiernos, sobre y entre las hojas desplegadas, apareciendo con frecuencia un gran número en un mismo brote (Martínez Carrillo 2010).

Características de los instares ninfales:

Este insecto pasa por cinco instares ninfales, que varían en tamaño después de cada muda:

- Estado ninfal I (N1).** Se caracteriza por no tener esbozos alares (alas en formación), con antenas pequeñas y de coloración similar al resto del cuerpo. Son amarillo-anaranjadas y tienen ojos compuestos y rojos (Figura 7A). Las ninfas N1 son móviles, miden de 0,24–0,31 mm de longitud y de 0,10–0,18 mm de ancho (García *et al.* 2016).
- Estado ninfal II (N2).** Se reconoce por tener esbozos alares apenas en desarrollo, antenas totalmente blanquecinas o con tintes de color negro solo en la punta (Figura 7B). Las ninfas N2 son amarillo-anaranjadas, móviles, con ojos compuestos, rojos, miden de 0,47–0,50 mm de longitud y de 0,27–0,30 mm de ancho (García *et al.* 2016).
- Estado ninfal III (N3).** Las bases de los esbozos alares están presentes por debajo del nivel de los ojos y su margen posterior no se extiende más allá del segundo

segmento abdominal. Las antenas se tornan negruzcas solo en la parte distal. Los ojos son compuestos, rojos (Figura 7C). Las ninfas N3 son muy móviles, miden de 0,95–1,00 mm de longitud y de 0,71–0,75 mm de ancho (García *et al.* 2016).

- d) **Estado ninfal IV (N4).** Se reconoce por tener esbozos alares aún más desarrollados que los previos instares ninfales, extendiéndose anteriormente hasta tocar la parte posterior del ojo o un tercio de los ojos y posteriormente hasta el tercer segmento abdominal. La parte media distal de las antenas son frecuentemente negruzcas; con ojos compuestos y rojos (Figura 7D). Las ninfas N4 son bastante móviles, miden de 1,40–1,52 mm de longitud y de 1,09–1,13 mm de ancho (García *et al.* 2016).
- e) **Estado ninfal V (N5).** Mide de 1,61–1,66 mm de longitud y de 1,10–1,12 mm de ancho; es muy móvil; tiene esbozos alares bien desarrollados que se extienden anteriormente hasta el margen frontal de los ojos o sobrepasando los ojos y posteriormente hasta el cuarto segmento abdominal. Las antenas frecuentemente son negruzcas en su totalidad a excepción del escapo; con ojos compuestos y rojos (Figura 7E). Frecuentemente con un abdomen de coloración verde azul o anaranjado-amarillento; se agrupan en las ramas quedándose ahí hasta la emergencia del adulto (García *et al.* 2016).

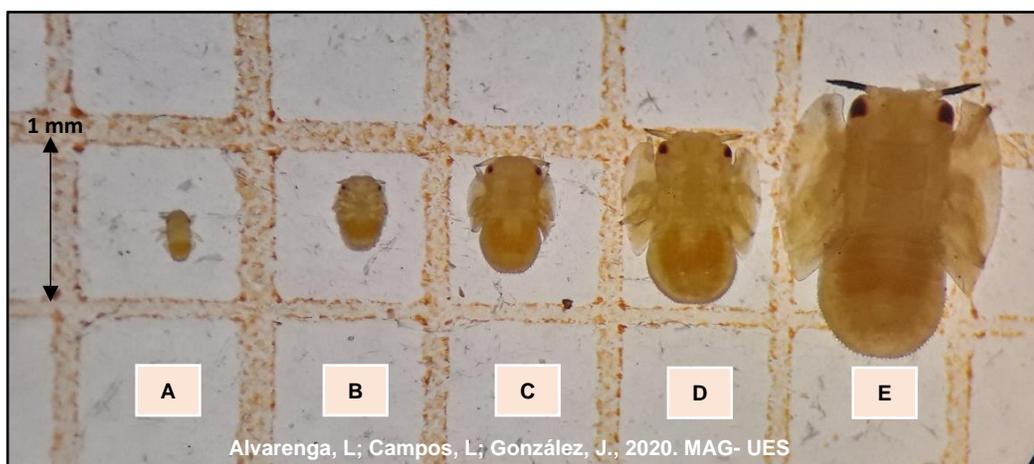


Figura 7. Morfología de los estados de desarrollo de *Diaphorina citri*. **A.** Ninfa I. **B.** Ninfa II. **C.** Ninfa III. **D.** Ninfa IV. **E.** Ninfa V.

2.2.8. Biología y morfología de la fase adulta de *Diaphorina citri*

El adulto es pequeño, de 2 a 3 mm de longitud. Se diferencia de otras especies reportadas para *Citrus* por el patrón de coloración del ala, la que presenta manchas pardas oscuras en el borde y el centro claro y por la posición que adopta el cuerpo en reposo formando un ángulo de 45° (Figura 8) (Augier *et al.* 2006).



Figura 8. Fase adulta. Izquierda: Hembra. Derecha: Macho. Nótese las diferencias en el ápice del abdomen.

Fuente: Tomado de García *et al.* 2016.

La duración del ciclo total puede variar entre 15 y 47 días, dependiendo de la temperatura. Los adultos pueden llegar a sobrevivir dos meses e incluso períodos mayores como se observa en la figura 9. La fluctuación de las poblaciones del insecto está fuertemente correlacionada con la presencia de brotes en cítricos, ya que las hembras oviponen exclusivamente en ellos (COSAVE 2011).

Las hembras de esta especie colocan los huevos en grupos, sobre los ápices y hojas sin expandir de brotes en crecimiento. La duración del período embrionario varía de 9,7 días a 15° C a 3,5 días a 28° C. Durante el período de vida de las hembras pueden llegar a oviponer más de 800 huevos (Tsai *et al.* 2000). Las ninfas se alimentan y desarrollan sobre brotes en crecimiento, en general son muy poco móviles y tienden a vivir en grupos sobre los brotes (COSAVE 2011).

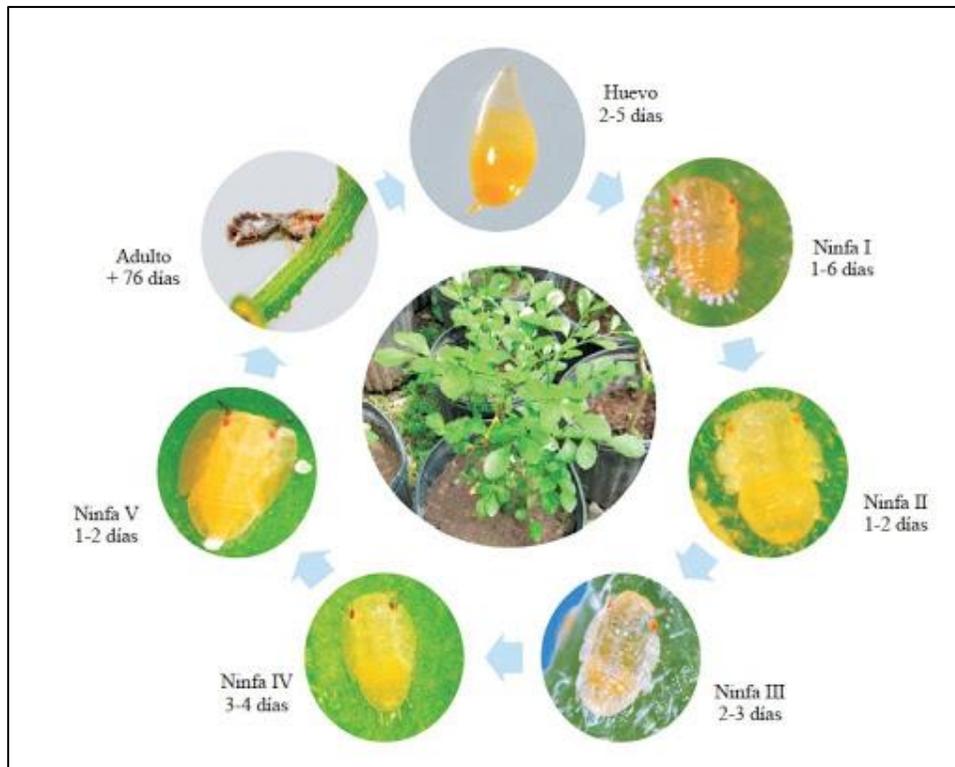


Figura 9. Tiempo de duración de los diferentes estados de desarrollo de *Diaphorina citri* sobre mirto (*Murraya paniculata*) bajo condiciones de invernadero. Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

Fuente: Tomado de García *et al.* 2016.

En promedio, una hembra puede tener 237 posturas de las cuales solo el 7 % llegaría a estado adulto, es decir la población sobreviviente sería de 17 adultos, todos potenciales transmisores de HLB. Por esta razón, un control racional mediante el uso de insecticidas sistémicos y de contacto sigue siendo importante para evitar la diseminación de la enfermedad. Para el uso de agentes de control biológico se deben tener en cuenta los períodos de carencia del insecticida aplicado (el que corresponde al tiempo necesario para que el residuo de un plaguicida en un fruto o producto comestible, alcance una concentración por debajo del Límite Máximo de Residuo Químico (LMR)) ya que estos suelen ser más susceptibles a estos productos que *D. citri* (García *et al.* 2016).

2.2.9. Principales hospederos de *Diaphorina citri*

Diaphorina citri presenta un rango de hospederos registrados de 25 géneros dentro de la familia Rutaceae. Principalmente ataca a los géneros *Citrus* spp. y *Murraya* spp. La enfermedad ha sido encontrada en algunas especies no cítricas, pero es un problema económico solamente en el género *Citrus*. Algunas especies de Rutáceas usadas como plantas ornamentales pueden tener importancia en la dinámica del insecto. El 'Mirto' o 'Murraya' (*Murraya paniculata*), es un hospedero de la bacteria y también del vector (Figura 10). Se ha encontrado que la murraya no es un hospedero preferente del psílido, sin embargo, las brotaciones continuas que presentan pueden jugar un rol importante en mantener las poblaciones altas en momentos en que los cítricos no presentan brotaciones (Tsai *et al.* 2002).



Figura 10. Mirto (Flores y Frutos), hospedero del vector.

2.2.10. Manejo Integrado de *Diaphorina citri*

El manejo integrado incluye varias medidas fitosanitarias que buscan suprimir las poblaciones del insecto vector y por consiguiente reducir el inóculo de la bacteria, preservando el medio ambiente y utilizando el control químico del insecto vector, cuando se hace necesario; utilizando, en la medida de lo posible, insecticidas de baja toxicidad y de manera respetuosa con el ambiente (OIRSA 2015).

El control del *Diaphorina citri*, es más importante en las áreas donde se tiene detectada la enfermedad del HLB. Además, al mantener la población de una región a niveles mínimos es más probable que el HLB tenga menor riesgo de dispersión. Las actividades de control deben estar basadas en un manejo integrado de plagas, y

considerar las diferentes tácticas de control cuando sean apropiadas (Martínez Carrillo 2010).

• **Control biológico:** Miranda *et al.* (2008) mencionan como enemigos naturales de *Diaphorina citri* a los depredadores: *Olla v-nigrum* (Figura 11A), *Armonia axyridis* (Figura 11B), *Hippodamia convergens* (Figura 11C), *Cycloneda sanguinea* (L.) (Figura 11D), *Chilocorus cacti* (L.) (Figura 11E), *Exochomus cubensis* Dimn (Figura 11F), (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa* sp. (Figura 11G,H) (Neuroptera: Chrysopidae) y *Ocyptamus* sp. (Figura 11I) (Diptera: Syrphidae).

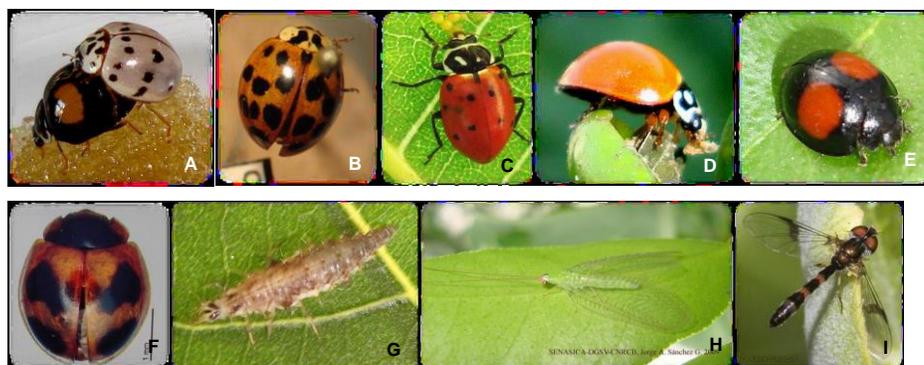


Figura 11. Especies depredadoras asociados a *Diaphorina citri*: **A:** *Olla v-nigrum*, **B:** *Armonia axyridis*, **C:** *Hippodamia convergens*, **D:** *Cycloneda sanguinea* (L.), **E:** *Chilocorus cacti* (L.), **F:** *Exochomus cubensis* Dimn, *Scymnus distinctus* Casey, **G:** Larva de *Chrysopa* sp., **H:** *Ocyptamus* sp.

Fuente: SENASICA 2013.

En cuanto a los parasitoides, el ectoparasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) (Figura 12A) y el endoparasitoide *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam y Argarwal) (Hymenoptera: Encyrtidae) (Figura 12B), son aceptados como los únicos parasitoides primarios conocidos de *Diaphorina citri* (Grafton-Cardwell *et al.*, 2013).



Figura 12. A. *Tamarixia radiata*.

Fuente: SENASICA 2013.



B. *Diaphorencyrtus aligarhensis*.

Fuente: Milosavljević *et al.* 2017

Entre los hongos entomopatógenos que se utilizan para el control de *Diaphorina citri*, se encuentran *Hirsutella citrifomis* (Figura 13A), *Isaria fumosorosea* (Figura 13B), *Metarhizium anisopliae* (Figura 13C) y *Beauveria bassiana* (Figura 13D). (SENASICA 2013).

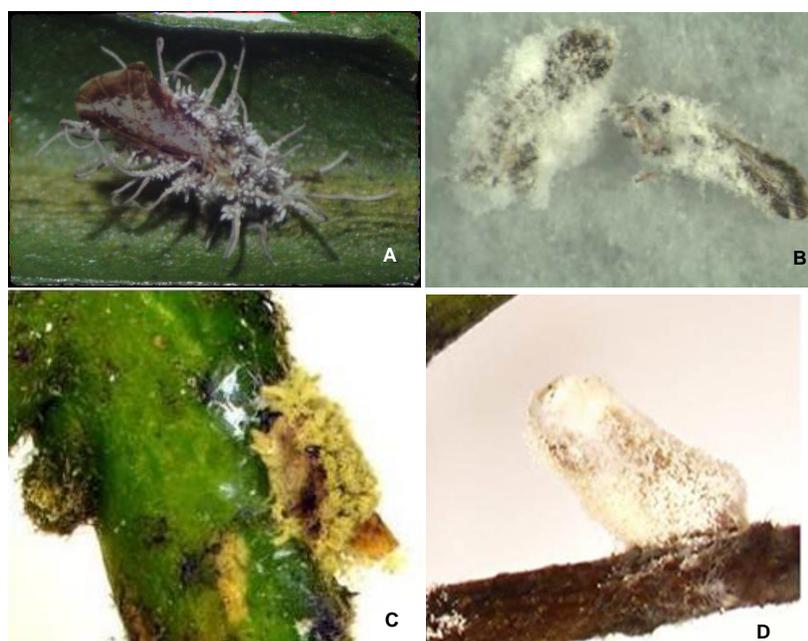


Figura 13. Hongos entomopatógenos de *Diaphorina citri*. **A.** *Hirsutella citrifomis*, **B.** *Isaria fumosorosea*, **C.** *Metarhizium anisopliae*, **D.** *Bauveria bassiana*.

Fuente: A. (SENASICA 2013), B. (Avery *et al.* 2011), C, D. (Ramos Delgado 2016)

• **Control químico:** El control químico del vector puede ser realizado con diversos insecticidas. Será necesario en cada región establecer una estrategia de manejo de insecticidas la cual debe ser analizada por un grupo técnico fitosanitario. Este grupo considerará la organización de insecticidas de acuerdo al grupo toxicológico a que pertenecen, con el objetivo de reducir problemas de resistencia.

Tomará en cuenta otros criterios como: efectividad biológica, estudios de resistencia, afinidad de mecanismos de resistencia, patrón regional de cultivos-plagas, estudios de análisis de uso de insecticidas, y respuesta diferencial a los organismos benéficos (Martínez Carrillo 2010).

Actualmente existen varios productos como imidacloprid y fenpropatin que han dado buenos resultados para el control de *D. citri*, sin embargo, se deben de tomar en cuanto a varios aspectos antes de realizar aplicaciones masivas de insecticidas, las cuales pueden producir más problemas que los ocasionados por *D. citri* según Martínez Carrillo (2010).

Antes de elegir el uso de compuestos químicos como una medida de control, se debe determinar el umbral económico, aunque se debe mencionar que en casos donde el insecto es transmisor de enfermedades incurables, como ocurre actualmente con *Diaphorina citri*, el umbral económico es casi nulo. Una práctica importante para retrasar el surgimiento de poblaciones de insectos resistentes, es la rotación de insecticidas considerando el grupo químico al que pertenecen y su mecanismo de acción Hernández *et al.* (2014).

Según Hernández *et al.* (2014), en complemento al manejo de insecticidas por su mecanismo de acción, se mencionan algunas sugerencias para evitar o retrasar el surgimiento de poblaciones resistentes:

- a. Utilizar el control químico como última opción en el manejo de insectos plaga.
- b. Identificar correctamente al insecto que está provocando el daño en el cultivo.
- c. Determinar los umbrales de acción por cultivo y especie de insecto.
- d. Considerar el desarrollo fenológico del cultivo y la presencia de plagas secundarias para elegir el mejor método de control y el insecticida más conveniente.

- e. Utilizar los insecticidas autorizados y las dosis para el cultivo e insecto en cuestión.
- f. Alternar los insecticidas de acuerdo a su mecanismo de acción
- g. En caso de ser necesario, utilizar sólo mezclas ya formuladas comercialmente.

2.3. Aspectos físicos y biológicos que inciden en el establecimiento de *Diaphorina citri*

2.3.1. Factores físicos

a) Temperatura (°C)

Según Aubert (1990), *Diaphorina citri* es capaz de soportar un amplio rango de temperaturas extremas desde 45°C en ambientes áridos hasta -7°C en clima subtropicales húmedas. Liu y Tsai (2000), determinaron que el rango de temperatura para el crecimiento de *D. citri*, es de 25 a 28 °C. En su estudio indicaron que a temperaturas de 10 °C y 33 °C, *Diaphorina citri* no fue capaz de completar su ciclo de desarrollo y se ocasionó un descenso poblacional debido a la reducción en la oviposición. Skelley y Hoy (2004) reportaron que las hembras de *D. citri* cesaron la oviposición a una exposición de 34°C durante cinco días. Estudios realizados por Hall *et al.* (2011), demostraron que las hembras son capaces de oviponer a una temperatura de 41°C, pero que estas también son expuestas a alta mortalidad y afirmó que las hembras aclimatadas al calor pueden tener una mayor tasa de oviposición en temperaturas altas.

García et al. (2016), en su estudio realizado bajo condiciones de invernadero (temperatura máxima: $37,1 \pm 5,1$ °C, temperatura mínima: $25,0 \pm 2,0$ °C; humedad relativa máxima: $67,0 \pm 6,2\%$, humedad relativa mínima: $39,5 \pm 10,9\%$; 12: 12 h Luz: Oscuridad, régimen natural de luz); en cuanto al tiempo generacional del psílido, estimó que tiene una duración de 23 días, es decir, que desde que un huevo de *D. citri* es puesto, se requieren 23 días para que una hembra proveniente de esa generación empiece a ovipositar. Esto supondría que se podrían obtener unas 16 generaciones por año en las condiciones establecidas para este estudio.

b) Humedad relativa (%HR)

Según Aubert (1987), *Diaphorina citri* no tolera muy bien las heladas y afirmó que el psílido no tolera humedades cercanas al punto de saturación debido a que esto favorece las epizootias fúngicas a las cuales las ninfas son muy susceptibles, sin embargo, un estudio realizado en Florida por Halbert y Manjunath (2004), demostró que sus poblaciones pueden hibernar cuando se presentan temperaturas hasta de -5°C en algunas noches y se observaron pocos individuos infectados por hongos en esta región, a pesar de existir condiciones de alta humedad relativa en concordancia con McFarland y Hoy (2001), que confirmaron que *D. citri* es capaz de sobrevivir a humedades relativas del 75% al 97%, lo que sugiere que el insecto tiene una velocidad más baja de pérdida de agua neta. En períodos secos, los adultos son numerosos, mientras que las ninfas usualmente están ausentes.

c) Precipitación (mm)

Según Aubert (1987), las bajas poblaciones de *Diaphorina citri*, están asociadas con una precipitación mensual que sobrepase los 150 mm, debido a que los huevos y ninfas son removidas de la superficie de las hojas y a que *Diaphorina citri* oviposita en los brotes superiores de la planta, quedando las ninfas totalmente expuestas al contacto directo con la lluvia. En conclusión, según Aubert (1987), *Diaphorina citri* es más sensible a altas precipitaciones y humedad relativa que a temperaturas extremas. Según Atwal *et al.*, citado por Tsai *et al.* (2000), las poblaciones del Psílido siempre incrementaban rápidamente después de una a dos semanas de lluvia intensa lo que conllevaba al crecimiento de brotes vegetativos.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, El Salvador (CENTA) en el año 2015 al 2017, realizó un estudio sobre la Dinámica Poblacional de *Diaphorina citri*, según los resultados obtenidos, la época lluviosa fue la que registró mayor presencia de *Diaphorina citri*, siendo los meses de julio, agosto y septiembre con mayor cantidad de ninfas, seguido de huevos y adultos en brotes. Sin embargo, *Diaphorina citri*, estuvo presente durante toda la fase de la investigación (Mejía 2017).

2.3.2. Factores biológicos

a) Brotación Vegetativa

Se le denomina brotación a los nuevos crecimientos de las plantas, que pueden incluir tallos, yemas y hojas. Los brotes a menudo son comidos por los animales debido a que las fibras en el nuevo crecimiento todavía no han completado el desarrollo de pared celular secundaria, esto hace a los brotes más suaves y más fáciles de masticar y digerir. Cuando los brotes crecen y envejecen, las células completan el desarrollo de las paredes celulares que tienen una estructura dura y resistente.

La interacción entre la brotación del cítrico y el comportamiento de *Diaphorina citri*, tiene una alta relación, debido a que la oviposición requiere de la existencia de brotes vegetativos en el árbol (Hall y Abrigo 2007). Según Tsai y Liu (2000), las hembras solo ovipositan en ramas tiernas y en ausencia de estas, cesan la oviposición temporalmente.

Según un estudio realizado por Fernández y Miranda (2005) sobre el comportamiento de *Diaphorina citri* en relación con la fenología del cultivo, demostró que *Diaphorina citri* habita preferentemente en las hojas jóvenes en crecimiento y desarrollo, fundamentalmente cuando el cultivo se encuentra en la fase brotación- vegetativa foliar, seguida de la fase brotación-floración. Según Levins, citado por Fernández y Miranda (2005) este hecho evidencia la necesidad de considerar el calendario fenológico para estudios poblacionales porque podrían aportar más criterio para las fechas de muestreo.

2.4. Fluctuación poblacional del *Diaphorina citri* en El Salvador

El Ministerio de Agricultura y Ganadería en conjunto con el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y el Fondo de Cooperación Internacional y Desarrollo (ICDF) –Taiwán, desarrollaron en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la Región del OIRSA en el control del Huanglongbing de los cítricos (HLB) y el manejo integrado de plagas de cítricos” con una investigación de tres años (2015 al 2017), sobre la fluctuación poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) en áreas fronterizas. Los resultados la investigación se detallan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Registros mensuales y anuales de capturas para *Diaphorina citri* en trampas amarillas en áreas fronterizas.

Frontera/ Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Anguiatú / 2015	10	28	12	27	32	29	49	14	10	9	12	11
Las Chinamas /2015	12	9	12	8	12	26	11	9	14	8	10	8
La Hachadura / 2015	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0
Las Chinamas /2016	7	3	9	7	9	11	11	9	6	9	6	5
Anguiatú / 2016	11	6	8	7	8	11	14	13	11	13	6	7
La Hachadura / 2016	9	4	3	2	15	52	46	12	12	2	15	5
Las Chinamas /2017	11	8	8	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Anguiatú / 2017	5	4	4	4	11	0	2	7	12	6	7	6
La Hachadura / 2017	6	4	7	27	62	27	24	17	10	3	4	1
Total/Mes	71	66	63	93	149	156	16	81	80	50	60	43

Fuente: MAG-DGSV/Área de Vigilancia Fitosanitaria/Ing. Agr. Enmanuel Cuadra, 2019.

El desarrollo de esta investigación tuvo por objetivo determinar los meses con mayor presencia de *D. citri* en la zona occidental del país. Las capturas se realizaron en trampas amarillas tipo “Ferommins” cuyas dimensiones fueron de 11.5 de ancho x 24.5 cm de largo, las cuales fueron instaladas en árboles de cítricos y setos de mirto en áreas de traspatio. Cada trampa era revisada en intervalos de 15 días y los registros eran anotados de la siguiente manera: número de *Diaphorina*/trampa + el nombre de la frontera.

Mediante los trabajos de vigilancia fitosanitaria y lectura de trampas desarrollados durante tres años consecutivos, se logró determinar que los meses con mayor presencia de adultos de *D. citri* en la zona occidental del país fueron los meses de: abril, mayo, junio, (Figura 14) debido a la brotación a causa de las lluvias; posteriormente las poblaciones del vector se mantienen de forma constante durante los últimos cuatro meses del año, finalmente se presenta un pequeño incremento en el mes de febrero; para luego empezar un nuevo ciclo del vector en el mes de marzo⁶.

⁶ Cuadra, E. 2019. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en El Salvador (entrevista). San Salvador, El Salvador, MAG.

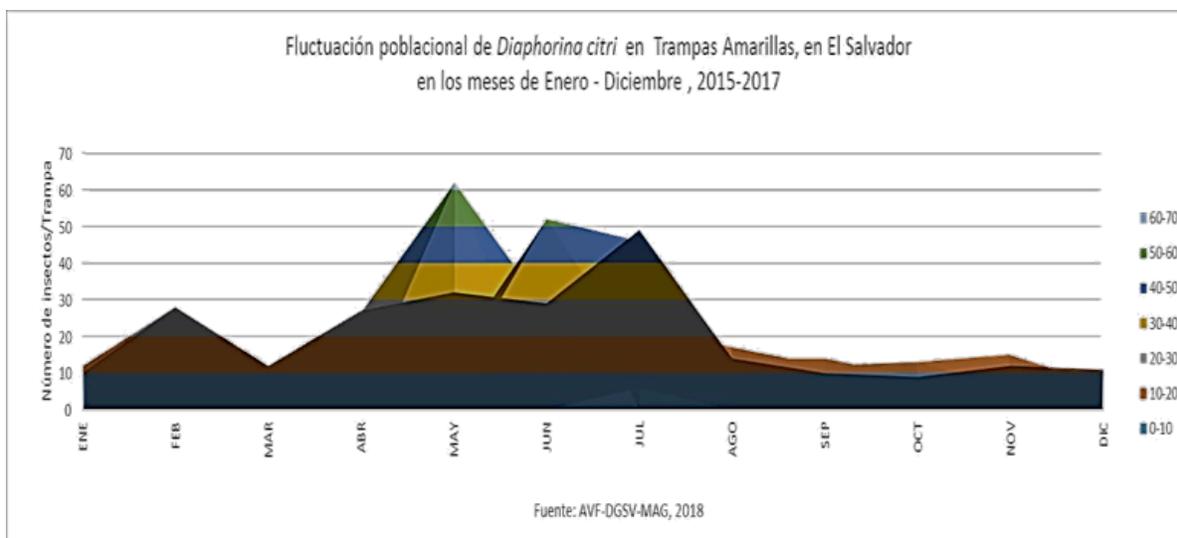


Figura 14. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri*/Trampa/Mes en áreas fronterizas.

Fuente: Cuadra, E. 2018. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en El Salvador (entrevista). San Salvador, El Salvador, MAG.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

La investigación sobre la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* se efectuó durante los meses de agosto a noviembre del 2019 en tres fincas citrícolas ubicadas en el municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad y variedad comercial en cada una de las fincas es el Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka). De acuerdo a los datos del SNET, citado por Mejía (2017), el municipio de San Juan Opico registra una temperatura media anual de 24.7°C, una humedad relativa promedio de 76% y una precipitación acumulada anual de 1500 mm. La información de cada una de las propiedades se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Información geográfica de las fincas citrícolas en el municipio de San Juan Opico, La Libertad.

Finca	Cantón	Coordenadas		Altura (msnm)
San Carlos	El Llano	13° 51' 53.3" N	- 89° 21' 18.162" W	477
Los Venados	Joya de Cerén	13° 48' 45.8" N	- 89° 22' 58.057" W	460
La Bendición	Minas de Plomo	13° 52' 9.11" N	- 89° 22' 8.826" W	433

3.2. METODOLOGIA DE CAMPO

Para la realización de esta investigación se efectuaron cinco visitas de campo para cada una de las fincas en conjunto con el especialista en HLB destacado en el departamento de La Libertad del Área de Vigilancia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); con intervalos promedios de 21 días en los meses de agosto a noviembre.

Posteriormente a las actividades de muestreo, registro en campo y envío de muestras al laboratorio, se realizó una fase de gabinete, la cual consistió en la identificación de especímenes y conteo de los mismos con estereoscopio dentro de las instalaciones del Laboratorio de Sanidad Vegetal en las sedes siguientes: Sede Santa Ana y Sede El Matazano; así como del análisis de los datos obtenidos en cada uno árbol inspeccionando por visita.

3.2.1. Muestreo de *Diaphorina citri*

Durante cada visita se realizaron inspecciones en las primeras 5 hileras de la plantación, con el fin de realizar un muestreo bajo el criterio de efecto de borde; para la detección y recuento de *D. citri* fue necesario el uso de lupas entomológicas con aumento de 20x (veinte veces su tamaño real) (Figura A-9).

Para el desarrollo de las actividades de campo, fue necesario adoptar la metodología de muestreo planteada por Robles (2017), el cual consiste en un muestreo sistemático de árboles de cítricos en forma de “T”. Dicha técnica de muestreo se basa en seleccionar un total de 24 árboles en los contornos o bordes de la plantación (Figura 15), donde se reporta mayor presencia de las poblaciones de *D. citri*.

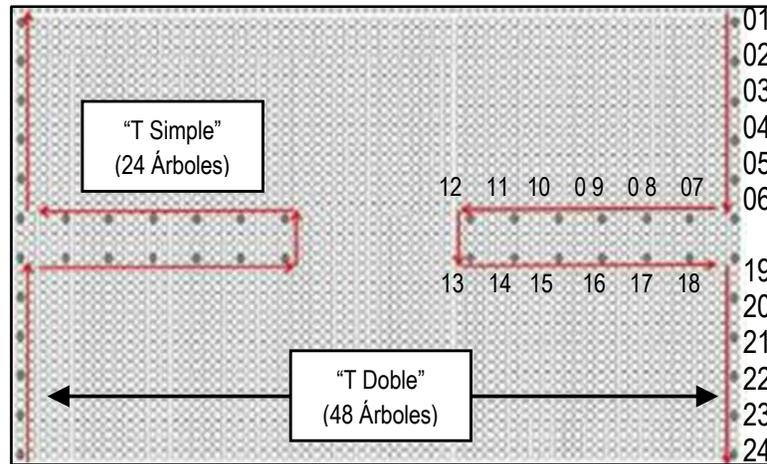


Figura 15. Esquema de muestreo sistemático en método "T" simple.

Fuente: Adaptado de Robles 2017.

3.2.2. Criterio de selección de la técnica de muestreo.

Esta técnica de muestreo contempla dos formas de implementación: "T simple", que consiste en inspeccionar un total 24 árboles y "T doble" donde se inspecciona un total de 48 árboles. Para la utilización de ambas técnicas se deben considerar los siguientes criterios. "T simple" se aplica a superficies menores que 7 mz y "T doble" para superficies mayores que 8 mz de cítricos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Criterio de selección de la técnica de muestreo en las tres fincas citrícolas del municipio de San Juan Opico, La Libertad.

Finca	Superficie (mz)	Tipo de "T" implementado	Nº de árboles inspeccionados	Nº de brotes inspeccionados
San Carlos	8	Doble	48	192
Los Venados	3.5	Simple	24	96
La Bendición	3.5	Simple	24	96

Nota: el conteo se realizó en brotes tiernos de cítricos, con una longitud de 5 cm.

En cada uno de los árboles inspeccionados se seleccionaron 4 brotes por árbol tomando como referencia los cuatro puntos cardinales (Figura A-4) (Norte, Sur, Este y Oeste) (Figura 16).

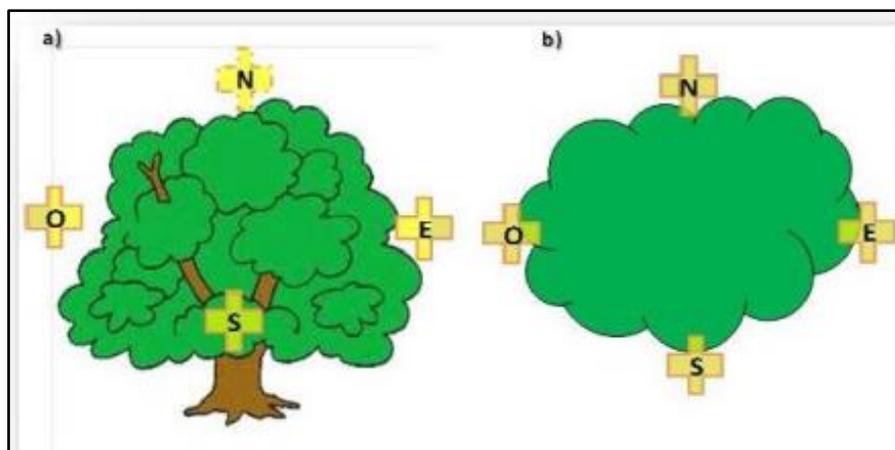


Figura 16. Zona de muestreo por puntos cardinales a) Vista lateral de sitios de muestreo y b) Vista superior de sitios de muestreo

Fuente: Tomado de SENASICA 2019

La selección de los brotes está en función con respecto a la apariencia en que estén presentes, ya que cuando están tiernos y succulentos es más propicio para la alimentación del insecto (Figura A-5, Figura A-6); mientras que, *D. citri*, no se observa de forma frecuente alimentándose de brotes maduros (hojas viejas) (Figura 17).



Figura 17. Comparación de brotes tiernos y succulentos (izquierda) y hojas maduras, poco apetecible para el vector (derecha).

3.2.3. Nivel de infestación de *Diaphorina citri*

Para el registro de los sitios a muestrear, se procedió al conteo de los especímenes (huevo, ninfa y adulto) de *Diaphorina citri* en cada uno de los brotes (Figura A-7, Figura

A-8). Posteriormente se determinó el nivel de infestación del psílido asiático de los cítricos/brote con base en los siguientes criterios reflejados en el cuadro 11.

Cuadro 11. Niveles de infestación de *Diaphorina citri*/brote por sitio de muestreo.

Infestación	Brote
Nulo	Sin individuos
Bajo	≤ 5 individuos
Medio	> 5 y < 20 individuos
Alto	≥ 20 individuos

Fuente: Adaptado de Martínez carrillo 2010.

3.2.4. Controladores biológicos dentro de la plantación

El muestreo de los controladores biológicos (hongos entomopatógenos o parasitoides como *Tamarixia radiata*) se desarrolló de forma paralela al recuento poblacional de *D. citri* dentro de las plantaciones. Posteriormente, una de las muestras recolectadas fue enviada a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y las muestras restantes se enviaron al Laboratorio de Diagnóstico Vegetal de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en la oficina regional en Santa Ana.

3.2.5. Registro georreferenciado en campo

También se registró la georreferenciación de cada uno de los árboles inspeccionados mediante el uso de la aplicación (App) “*HandyGPSLite*”, el sistema de proyección utilizado fue *Universal Transverse Mercator* (UTM) y *Datum World Geodetic System* (WGS 84). Todos estos datos fueron registrados en cada una de las visitas (Figura A-2) en un formato de campo que contiene todos los datos necesarios para el análisis de las variables (Cuadro A-2).

3.2.6. Registro de factores abióticos

Los datos de temperatura (°C), Humedad Relativa (%) y precipitación (mm) fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador. La estación

meteorológica de la cual se obtuvieron los datos climatológicos fue de “San Andrés” ubicada en el departamento de La Libertad con coordenadas geográficas: Latitud N. 13° 48.5', Longitud O 89° 24.4' y una elevación de 460 msnm.

3.3. METODOLOGÍA DE LABORATORIO

3.3.1. Recolecta e identificación de muestras

Finalizado el muestreo de campo en áreas comerciales, se procedió a la recolecta e identificación y envío de algunas muestras altamente infestadas y que impedían el conteo en campo de *Diaphorina citri* (huevo, ninfa y adulto) al laboratorio del MAG para ello se realizaron los siguientes pasos:

a) Identificación de muestras:

Cada una de las muestras se recolectaron en frascos plásticos de 30 ml o viales con alcohol al 70% (cuando los adultos fueron recolectados por medio de succionadores bucales), se enviaron al laboratorio con la siguiente información: fecha, departamento, municipio, cantón, hospedero y variedad, código de muestra. *Diaphorina citri*: fue identificado morfológicamente de acuerdo al estudio de Martínez Carrillo 2010.

b) Conteo de especímenes de *Diaphorina citri*:

Se colocaron las muestras de los especímenes en cajas Petri y dentro de ellas se agregó alcohol al 70%. Luego se procedió al conteo de la muestra, separando el conteo según el estadio presente: huevos, ninfas y adultos, haciendo uso del equipo estereoscopio (Figura 18).



Figura 18. Conteo de huevos, ninfas y adultos de *Diaphorina citri* en laboratorio.

3.4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

La investigación fue de tipo exploratoria ya que es el modelo estadístico más adecuado para representar la población en la que proceden los datos. El muestreo es no probabilístico ya que el muestreo seleccionado estuvo en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional de los investigadores⁷. Se midió el efecto de los factores físicos (Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación) con respecto a la abundancia de *Diaphorina citri* en cada una de las tres fincas comerciales. Estos datos fueron analizados utilizando el método de análisis multivariado; dentro de este, se utilizó la técnica de componentes principales para determinar que variable o variables están presentando las mayores variaciones dentro del estudio⁸.

Los resultados obtenidos en campo fueron analizados mediante gráficas de barras apoyados por el programa Microsoft Excel® 2019, mientras que las variables establecidas en la investigación fueron procesadas utilizando el programa estadístico InfoStat® versión estudiantil con la finalidad de facilitar el proceso estadístico.

⁷ Bermúdez, M. 2019. Selección del tipo de investigación y tipo de muestreo para la presente investigación (entrevista). San Salvador, El Salvador.

⁸ Segovia, J. 2019. Selección del tipo de investigación y tipo de muestreo para la presente investigación (entrevista). San Salvador, El Salvador.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de Densidad Poblacional de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en las tres fincas en estudio

4.1.1. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca San Carlos

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 12), se determinó que los meses que presentaron las mayores densidades poblacionales de especímenes (huevos y adultos) de *Diaphorina citri* fueron: octubre con una densidad de 27 huevos/Árbol (población total de 1,290 huevos) y de 2 adultos/Árbol (población total de 119 adultos); con respecto a la fase ninfal, el mes de agosto presentó las mayores densidades poblacionales con 13 ninfas/Árbol (población total de 646 ninfas) (Cuadro A-3).

Cuadro 12. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* en Finca San Carlos, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses de muestreos	Huevo	Ninfa	Adulto	Densidad Huevo/Árbol	Densidad Ninfa/Árbol	Densidad Adulto/Árbol
Agosto	890	646	55	19	13	1
Septiembre	332	205	34	7	4	1
Octubre	1290	458	119	27	10	2
Noviembre	381	117	16	8	2	1

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
- 48 árboles muestreados/visita.

Los meses que presentaron las menores densidades poblacionales de *Diaphorina citri* fueron: septiembre con una densidad de 7 huevos/Árbol (población total de 332 huevos), seguido del mes de noviembre con 2 ninfas/Árbol (población total de 117 ninfas) y con una densidad de 1 adulto/Árbol (población total de 16 adultos) (Figura 19).

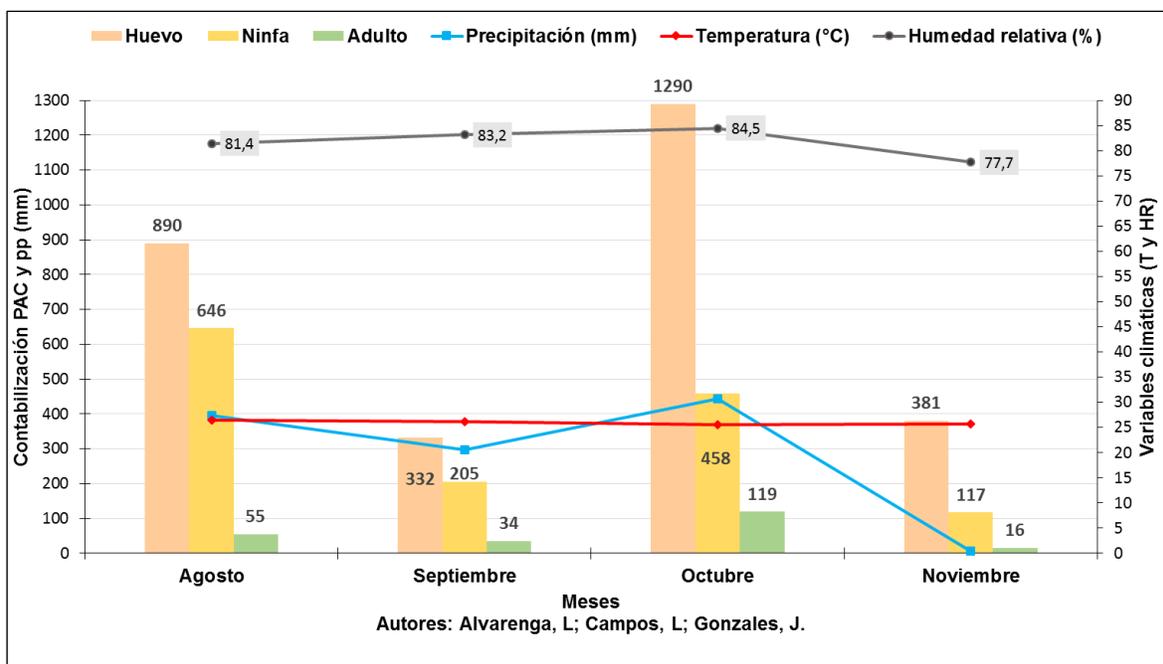


Figura 19. Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca San Carlos, con un muestreo “T doble”.

4.1.2. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Venados

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 13), se determinó que los meses que presentaron las mayores densidades poblacionales (huevo y ninfas) de *Diaphorina citri* fueron: agosto con una densidad de 15 huevos/Árbol (población total de 369 huevos) y de 28 ninfas/Árbol (población total de 665 ninfas); con respecto a la fase adulta, noviembre presentó la mayor densidad de 4 adultos/Árbol (población total de 84 adultos) (Cuadro A-4).

Cuadro 13. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* en Finca Los Venados, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses de muestreos	Huevo	Ninfa	Adulto	Densidad Huevo/Árbol	Densidad Ninfa/Árbol	Densidad Adulto/Árbol
Agosto	369	665	69	15	28	3
Septiembre	316	205	32	13	9	1
Octubre	354	481	23	15	20	1
Noviembre	277	251	84	12	11	4

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
 - 24 árboles muestreados/visita.

Los meses que presentaron las menores densidades de *Diaphorina citri* fueron: noviembre, con una densidad de 12 huevos/Árbol (población total 277 huevos) y 11 ninfas/Árbol (población total de 251 ninfas); mientras que octubre presentó la menor densidad de adultos con 1 adulto/Árbol (población total de 23 adultos) (Cuadro 13) (Figura 21).

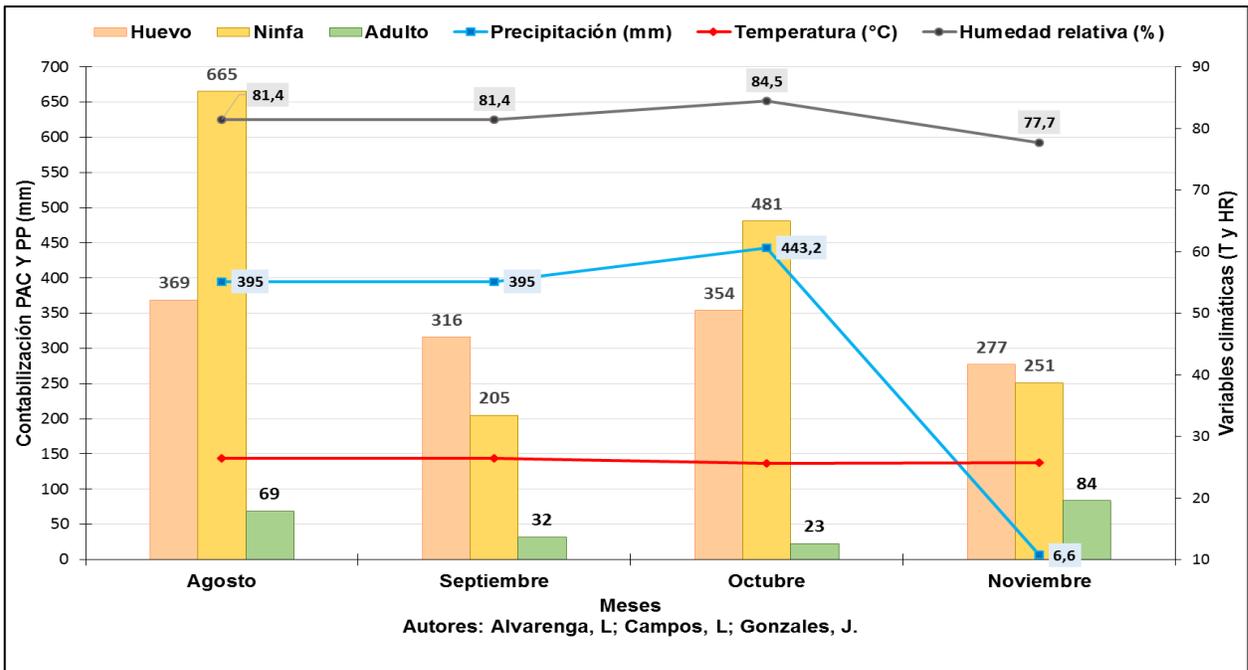


Figura 21. Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Venados, con un muestreo “T simple”.

4.1.3. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca La Bendición

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 14), se determinó que los meses que presentaron las mayores densidades poblacionales de especímenes de *Diaphorina citri* (huevo, ninfa y adulto) fueron: agosto con una densidad de 8 huevos/Árbol (población total de 197 huevos), 8 ninfas/Árbol (población total de 184 ninfas) y 1 adulto/Árbol (población total de 23 adultos); seguido del mes de octubre con una densidad poblacional de 6 huevos/Árbol (población total de 143

huevos), 5 ninfas/Árbol (población total de 110 ninfas) y 1 adulto/Árbol (población total de 18 adultos) (Figura 23) (Cuadro A-5).

Cuadro 14. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* en Finca La Bendición, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses de muestreos	Huevo	Ninfa	Adulto	Densidad Huevo/Árbol	Densidad Ninfa/Árbol	Densidad Adulto/Árbol
Agosto	197	184	23	8	8	1
Septiembre	15	57	9	1	2	1
Octubre	143	110	18	6	5	1
Noviembre	63	68	9	3	3	1

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
- 48 árboles muestreados.

El mes que presentó las menores densidades poblacionales de *Diaphorina citri* para todas sus fases de desarrollo morfológico fue septiembre con una densidad de 1 huevo/Árbol (población total de 15 huevos), 2 ninfas/Árbol (población total de 57 ninfas) y 1 adulto/Árbol (población total de 9 adultos).

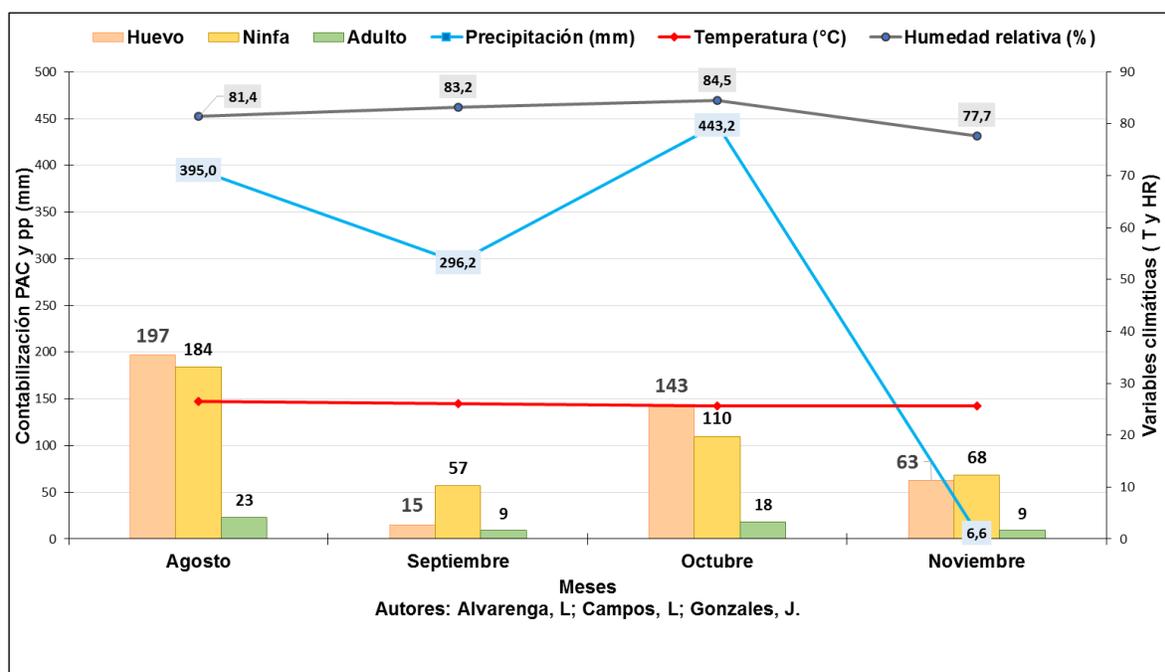


Figura 23. Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca La Bendición, con un muestreo “T simple”.

4.1.4. Densidad poblacional de *Diaphorina citri* para la Finca San Carlos, Los Venados y La Bendición

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Figura 25), se determinó que las fincas que presentaron las mayores densidades poblacionales de especímenes *D. citri* por árbol (sin distinción de fases de desarrollo morfológico) en el mes de agosto fueron: Los Venados con 46 especímenes/Árbol y la Finca San Carlos con recuento de 33 especímenes/Árbol; seguido del mes de octubre en la Finca San Carlos se contabilizó 39 especímenes/Árbol y en la finca Los Venados se contabilizó 36 especímenes/Árbol. Mientras que en la finca la Bendición se registró 17 especímenes/Árbol en agosto y 12 especímenes/Árbol en el mes de octubre, siendo menores en comparación a la finca San Carlos y Los Venados (Cuadro A-6, A-7, A-8).

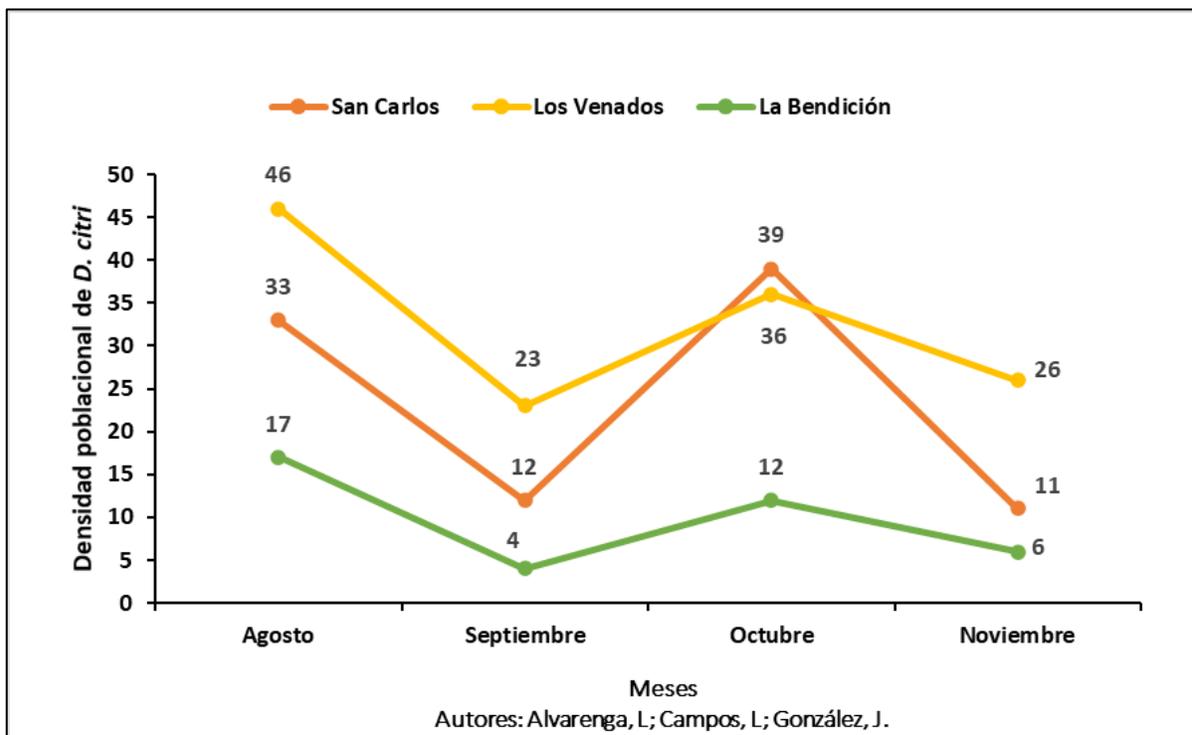


Figura 25. Densidad población/árbol total de *D. citri* (sin distinción de fases morfológicas) en tres fincas cítricas del municipio de San Juan Opico, La Libertad.

La finca que presentó las menores densidades poblacionales de *Diaphorina citri* fue La Bendición con 4 especímenes/Árbol en el mes de septiembre y con 6 especímenes/Árbol en el mes de noviembre, seguido de la finca San Carlos en el mes

de septiembre con 12 especímenes/árbol y en el mes de noviembre con 11 especímenes/Árbol.

4.2. Resultados de Factores Bióticos y Abióticos registrados en las tres fincas en estudio

4.2.1. Resultados de Factores Bióticos y abióticos para la Finca San Carlos

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 15), en el mes de agosto se observó que, de un total de 96 árboles muestreados, 93 árboles se encontraban en fase de brotación-vegetativa. Seguido del mes de octubre donde se contabilizó un total de 48 árboles en fase de brotación-vegetativa. Con respecto a la fase de fructificación, el mes en el cual se presentaron los mayores valores fueron septiembre y noviembre con 46 y 42 árboles.

Con respecto a los Factores Físicos, el mes de agosto presentó la mayor Temperatura promedio con 26.5 °C; mientras que el mes de octubre registró la mayor Humedad Relativa promedio con 84.5% y la mayor precipitación acumulada con 443.2 mm; agosto registro niveles altos de lluvia con 395 mm de lluvia (Cuadro 15).

Cuadro 15. Factores biológicos y físicos para la Finca San Carlos, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses	Fenología		Factores Físicos		
	N° Árboles/ Brotación Vegetativa	N° Árboles/ Fructificación	T (°C)	HR (%)	PP (mm)
Agosto	93	3	26.5	81.4	395
Septiembre	2	46	26.1	83.2	296.2
Octubre	48	0	25.6	84.5	443.2
Noviembre	6	42	25.7	77.7	6.6

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
 - Se realizaron 2 muestreos en el mes de agosto.
 - 48 árboles muestreados para Finca San Carlos.

4.2.2. Resultados de Factores Bióticos y abióticos para la Finca Los Venados

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 16), en el mes de octubre se observó que, de un total de 48 árboles muestreados, 43 árboles

se observaron en fase de brotación-vegetativa. Seguido del mes de agosto donde se contabilizó un total de 24 árboles en fase brotación-vegetativa. Con respecto a la fase de fructificación, el mes en el cual se presentaron los mayores valores fueron septiembre y noviembre con 24 y 19 árboles.

Con respecto a los Factores Físicos, el mes de agosto presentó la mayor Temperatura promedio con 26.5 °C; mientras que el mes de octubre registró la mayor Humedad Relativa promedio con 84.5% y la mayor precipitación acumulada con 443.2 mm; agosto registro niveles altos de lluvia con 395 mm de lluvia (Cuadro 16).

Cuadro 16. Factores biológicos y físicos para la Finca Los Venados, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses	Fenología		Factores Físicos		
	N° Árboles/ Brotación Vegetativa	N° Árboles/ Fructificación	T (°C)	HR (%)	PP (mm)
Agosto	24	0	26.5	81.4	395
Septiembre	0	24	26.1	83.2	296.2
Octubre	43	5	25.6	84.5	443.2
Noviembre	5	19	25.7	77.7	6.6

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
 - Se realizaron 2 muestreos en el mes de octubre.
 - 24 árboles muestreados para Finca Los Venados.

4.2.3. Resultados de Factores bióticos y abióticos para la Finca La Bendición

De acuerdo con los registros obtenidos en campo durante el estudio (Cuadro 17), en el mes de agosto se observó que, de un total de 48 árboles muestreados, 43 árboles se encontraban en fase de brotación-vegetativa. Seguido del mes de octubre donde se contabilizó el mayor número de árboles en brotación- vegetativa, con un total de 23 árboles. Con respecto a la fase de fructificación el mes en el cual se presentaron los mayores valores fueron septiembre y noviembre con 16 y 13 árboles.

Con respecto a los Factores Físicos, el mes de agosto presentó la mayor Temperatura promedio con 26.5 °C; mientras que el mes de octubre registró la mayor Humedad Relativa promedio con 84.5% y la mayor precipitación acumulada con 443.2 mm; agosto registro niveles altos de lluvia con 395 mm de lluvia (Cuadro 17).

Cuadro 17. Factores biológicos y físicos para la Finca La Bendición, municipio de San Juan Opico, La Libertad

Meses	Fenología		Factores Físicos		
	N° Árboles/ Brotación Vegetativa	N° Árboles/ Fructificación	T (°C)	HR (%)	PP (mm)
Agosto	43	5	26.5	81.4	395
Septiembre	8	16	26.1	83.2	296.2
Octubre	23	1	25.6	84.5	443.2
Noviembre	11	13	25.7	77.7	6.6

Nota: -Tamaño de los brotes 5 cm
 - Se realizaron 2 muestreos en el mes de agosto.
 - 24 árboles muestreados para Finca La Bendición.

4.3. Análisis de Componentes Principales

4.3.1. Consolidado de los resultados de componentes principales en las tres fincas en estudio

Dentro del componente uno, los meses en donde se encontró mayor variación fue agosto en la finca Los Venados y San Carlos y octubre en la finca Los Venados y finca San Carlos, mientras que los meses que no causaron variación fueron septiembre en la finca La Bendición y noviembre en la finca La Bendición y finca San Carlos (Apéndice A).

Los estadios de *D. citri*, sufrieron una variación de mayor a menor en el orden: huevo, ninfas y adulto y la variable física que presentó mayor variación fue la Precipitación y la Humedad Relativa). Dentro del componente principal dos, el mes que presento la mayor variación fue el mes de agosto y octubre en la finca La Bendición y las variables

físicas que produjeron mayores variaciones fue la Temperatura (Figura 26) (Cuadro A-9B, A-10B, A-11B).

En el componente uno, la mayor cantidad de estadios (huevo, ninfa y adulto) del vector se encontraron en los meses de agosto en la finca “Los Venados” y “San Carlos”, producto por el incremento de la temperatura; mientras que, en el componente 2 el mes de octubre en finca “Los Venados” se produjo incidencia de la humedad relativa y precipitación en el aumento de las poblaciones de los estadios (adulto, huevo y ninfa) (Cuadro A-9C, A-10C, A-11,C).

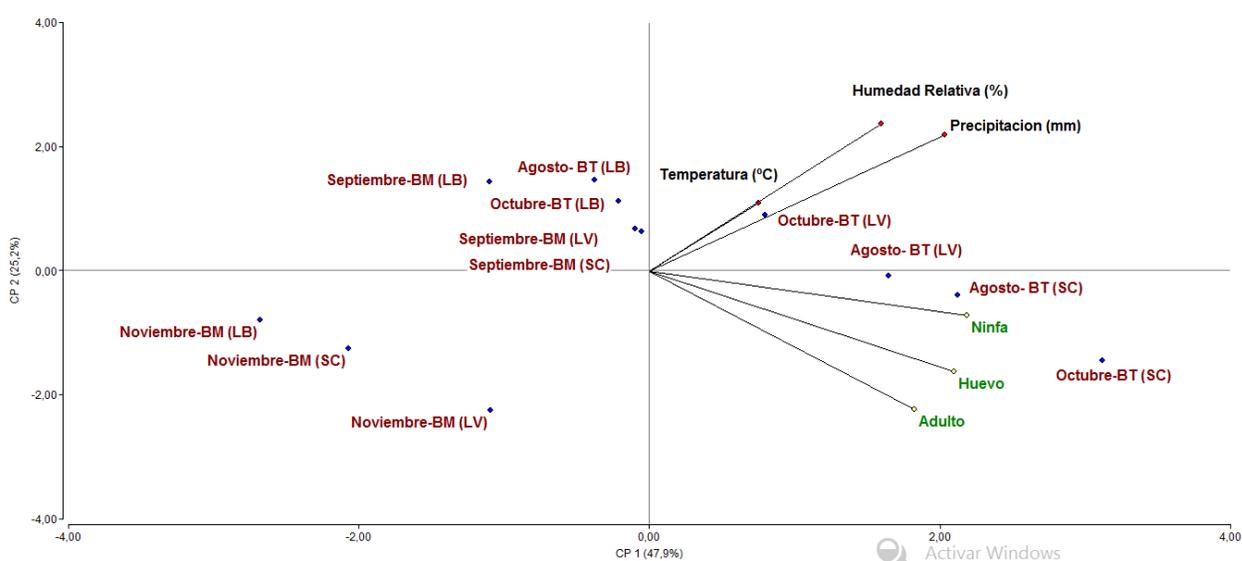


Figura 26. Análisis de Componentes principales para *Diaphorina citri* para las tres fincas estudiadas en San Juan Opico.

Nota: 1. BT= Brotes tiernos y BM= Brotes maduros

2. SC= San Carlos; LV= Los Venados y LB= La Bendición.

3. El análisis de componentes explica el 90.7% de la variación total.

2. El componente principal uno (CP1) explica el 45.2% de la variación.

3. El componente dos (CP2) explica el 27.6% (Cuadro A-8A).

4.4. Discusión de resultados de la comparación de las tres fincas en estudio

Con respecto a la finca San Carlos, Los Venados y La Bendición se detectó un comportamiento similar en el aumento de poblaciones para los meses de agosto y octubre, debido a que en estos meses se presentaron niveles altos de lluvia en la zona (443.2 mm en el mes de octubre y 395 mm en el mes de agosto), generando brotes

tiernos en los árboles (la fase fenológica presente en las tres fincas fue de brotación-fructificación), siendo esenciales para el desarrollo de los estados inmaduros, razón por la cual, las hembras sólo ovipositan en ellos; coincidiendo con los estudios realizados por Hall y Abrigo (2007); Tsai y Liu (2000); Fernández y Miranda (2005).

Para el mes de septiembre presentaron menores densidades poblacionales posiblemente debido a las precipitaciones intensas, pero no continuas en la zona (296.2 mm), lo que provocaría el lavado de estadios inmaduro; mientras que para el mes de noviembre las bajas densidades poblacionales fueron posiblemente por la ausencia de brotes vegetativos, la cual no era ideal para el desarrollo de inmaduros y la oviposición de huevos, concordando con lo señalado por Aubert (1987).

Según el estudio realizado en áreas traspatio en zonas fronterizas por Cuadra (2018)⁹, las mayores poblaciones de adultos se presentaron entre los meses de mayo a julio, mientras que a partir de agosto a octubre presenta una constante disminución poblacional del vector; lo que significa que posiblemente las poblaciones incrementan en traspatio y luego se mueven a plantaciones comerciales, donde en nuestro estudio las poblaciones de adultos se incrementan en el mes de agosto y octubre; por el contrario los datos obtenidos en la finca coinciden con los de Mejía (2017), donde menciona que el aumento poblacional de *Diaphorina citri* se presentó en los meses de julio y agosto, esto concuerda con lo obtenido en cada una de las tres fincas.

Otro factor que intervino en el aumento de las poblaciones de *D. citri* (en sus diferentes estadios) fue la temperatura con un rango de 25.6 a 26.5 °C, siendo las condiciones ideales para la presencia de adultos para la ovipostura como de la emergencia de nuevas ninfas, coincidiendo por lo señalado por Liu y Tsai (2000).

Si bien se presentó una Humedad Relativa con rangos de saturación de 77.7% a 84.5%, las poblaciones de *Diaphorina citri* fueron altas lo que concuerda con

⁹Cuadra, E. 2019. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en El Salvador (entrevista). San Salvador, El Salvador, MAG.

McFarland y Hoy (2001) sobre la sobrevivencia de esta especie a humedades relativas altas.

Con respecto a enemigos naturales de *Diaphorina citri*, no se encontró ningún espécimen dentro del estudio de agosto a noviembre. El uso de insecticidas en la Finca San Carlos y La Bendición, podría explicar la nula presencia de enemigos naturales (depredadores o parasitoides), asociado al hecho de la escasa presencia de plantas con flores como fuente natural de alimento, puesto que se registró, previo al inicio de esta investigación, la presencia del parasitoide *Tamarixia radiata* dentro de la Finca San Carlos, pero no se logró obtener otro espécimen una vez establecido el estudio.

Otro tipo de manejo agronómico reportado dentro de la Finca San Carlos, fue la realización de una poda fitosanitaria en el mes de octubre, lo que pudo influir en el aumento de las poblaciones de *D. citri*, debido a la producción de brotes vegetativos.

4.5. Discusión de los resultados de componentes principales en las tres fincas en estudio

El análisis de componentes principales en las fincas en estudio (San Carlos, Los Venados y La Bendición, muestran una relación entre las poblaciones de *D. citri* y las variables climáticas. El mes de agosto, que se caracteriza en ser un período de brotación, producto del incremento de la precipitación, se encontró variación entre los estadios (adulto, huevo y ninfas) con respecto a la temperatura en la finca San Carlos y Los Venados la cual incidió en el aumento poblacional del vector debido a las condiciones ideales de la zona (26.5°C), donde según Liu y Tsai(2000), mencionan que el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de *Diaphorina citri* es de 25 a 28 °C y que temperaturas mayores que 33 °C, ocasionan un descenso poblacional del insecto; por tal razón, el análisis de componentes principales no lo relaciona como factor limitante en el decrecimiento de las poblaciones.

El mes de octubre, también es considerado un período de alta brotación, donde se registró una alta población de huevos, ninfas y adultos, en el cual se encuentran

relacionadas las variables climáticas como precipitación y humedad relativa, las cuales no reflejan una disminución del insecto, pero influyeron en la presencia de brotes que es ideal para la ovoposición de huevos coincidiendo con los estudios realizados por Hall y Abrigo (2007); Fernández y Miranda (2005) y Tsai y Liu (2000).

La explicación del aumento poblacional en el mes de octubre es debido a que en las fincas San Carlos y Los Venados se registró lluvias aisladas y lluvias continuas no intensas (chubascos) semanas antes del monitoreo incidiendo en la brotación, esto concuerda con lo mencionado por Atwal *et al.*, citado por Tsai *et al.* (2000), donde las poblaciones del Psílido siempre incrementaban rápidamente después de una a dos semanas de lluvia intensa lo que conllevaba al crecimiento de brotes vegetativos.

La finca San Carlos a pesar que contaba con la incidencia de los factores físicos como Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación para el aumento poblacional fue menor que la finca Los Venados en donde no se reportó ninguna aplicación de insecticidas, mientras que en la finca San Carlos se realizaron aplicaciones de insecticidas en su estado fenológico de brotación (Agosto), encubriendo el verdadero efecto que causa las variables físicas en las densidades poblacionales, concordando con lo mencionado por Martínez Carrillo (2010)

El análisis de componentes principales no muestra relación alguna con las variables físicas en la finca La Bendición al contrastar con San Carlos y Los Venados ya que las poblaciones son muy bajas producto de una posible aplicación continua de productos químicos, incidiendo en la densidad poblacional del vector, en comparación con Los Venados ya que la inexistente aplicación de plaguicidas no incidió en el comportamiento de vector, contando con las mismas condiciones climáticas y fenológicas que la finca La Bendición, concordando con lo mencionado por Martínez Carrillo (2010)

4.6. Otros hallazgos

Se encontró la presencia del hongo entomopatógeno *Akanthomyces* sp. (Figura 27), afectando a 6 adultos de *Diaphorina citri*, en los meses de octubre y noviembre, posiblemente debido a que en estas fechas la humedad relativa resultó idónea para su proliferación, aunque no se estudió la razón del por qué no se encontró afectando a un mayor porcentaje de este insecto; este factor no resultó significativo, debido a que no afectó de manera importante a las poblaciones encontradas, pues afectó el 5.60 % de la población de adultos de *D. citri*; sin embargo, merece la pena realizar estudios sobre dicho hongo como un promisorio controlador biológico de este insecto.

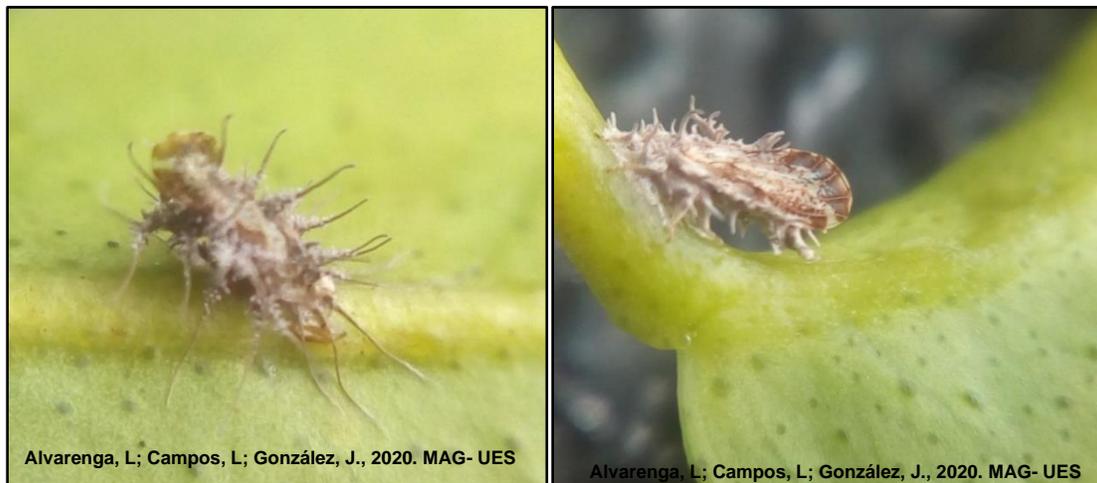


Figura 27. Hongo entomopatógeno *Akanthomyces* sp. afectando a adultos de *Diaphorina citri*

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, así como a los objetivos e hipótesis planteadas y bajo las condiciones de campo en que se desarrolló la investigación se concluye:

- Se establece que *Diaphorina citri* estuvo presente en las tres fincas comerciales durante toda la fase de investigación de agosto a noviembre y de acuerdo al estadio del vector se presentó de mayor a menor en el orden siguiente: huevo con 386 (densidad de 12/Árbol), ninfa con 287 (9/Árbol) y adulto con 41 (1/Árbol).
- Las densidades poblacionales promedio más altas de *Diaphorina citri* para las tres fincas resultaron en el mes de octubre, en sus fases huevo con una densidad de 19 huevos/Árbol (población total 596 huevos), ninfa con 11 ninfas/Árbol (población total de 350 ninfas) y adulto 2/Árbol (población total de 53 adultos) , seguido del mes de agosto con 15 huevos/Árbol (485 huevos), 16 ninfas/Árbol (498 ninfas) y 2 adultos/Árbol (49 adultos), producto por la presencia de brotación.
- Las densidades poblacionales promedio más bajas de *Diaphorina citri* para las tres fincas resultaron en el mes de septiembre, en sus fases huevo con una densidad de 7 huevos/Árbol (221 adultos), ninfa con 5 ninfas/Árbol (156 ninfas) y adulto con 1 adulto/Árbol (25 adultos), seguido del mes de noviembre con 8 huevos/Árbol (240 huevos), 5 ninfas/Árbol (145 ninfas) y 1 adulto/Árbol (36 adultos) , influenciado por la carencia de brotación.
- La densidad poblacional de los estadios de *D. citri* en la Finca San Carlos, Cantón el Llano en los meses de agosto a noviembre, donde se encontró 15 huevos/Árbol, 7 ninfas/Árbol y 1 adulto/Árbol, se categoriza como nivel de infestación medio, según Martínez (2010).
- La densidad poblacional de los estadios de *D. citri* en la Finca Los Venados, Cantón Joya de Cerén en los meses de agosto a noviembre, donde se encontró

14 huevos/árbol, 17 ninfas/árbol y 2 adulto/árbol, se categoriza como nivel de infestación medio según Martínez (2010).

- La densidad poblacional de los estadios de *D. citri* en la Finca La Bendición, Cantón Minas de Plomo en los meses de agosto a noviembre, donde se encontró 4 huevos/Árbol, 4 ninfas/Árbol y 1 adulto/Árbol, se categoriza como nivel de infestación bajo según Martínez (2010).
- Las aplicaciones de productos químicos que se realizaron después del primer muestreo incidieron en las poblaciones de *D. citri* en la Finca San Carlos, donde en el muestreo del mes de agosto se contabilizó 890 huevos, 646 ninfas y 55 adultos y para el muestreo de septiembre se contabilizó una disminución de 332 huevos, 205 ninfas y 34 adultos.
- Las menores densidades poblacionales en la finca la bendición donde se encontró 4 huevos/Árbol, 4 ninfas/Árbol y 1 adulto/Árbol, en comparación con San Carlos y Los Venados, fueron producto de la aplicación continua de insecticidas.
- El análisis de componentes principales explica que el aumento de las poblaciones de *D. citri* en el mes de agosto en la Finca San Carlos con 646 ninfas, Finca Los Venados con 665 ninfas y Finca La Bendición con 184 ninfas, son producto de la temperatura de 26.5 °C y la presencia de brotación.
- El Análisis de Componentes principales explica que el aumento de las poblaciones de *D. citri* en el mes de octubre en la Finca San Carlos con 1,290 huevos, 458 ninfas y 119 adultos, Finca Los Venados con 354 huevos, 481 ninfas y 23 adultos, son influenciados por la acumulación mensual de precipitación de 443.2 mm y la humedad relativa de 84.5%, ya que estas variables indujeron a la brotación.

6. RECOMENDACIONES

- Se deben realizar estudios de la dinámica poblacional de la *Diaphorina citri* en donde incluyan los muestreos tanto en la época lluviosa como la época seca en la Finca San Carlos, Los Venados y La Bendición.
- Considerar futuras investigaciones en fincas comerciales bajo manejo orgánico para conocer densidades poblacionales diferentes a las del manejo convencional (químico) que sirvan de patrón de comparación con esta investigación.
- Dentro de las fincas en estudio se deben continuar con monitoreos semanales o quincenales de *Diaphorina citri*, especialmente en los meses de mayor brotación (agosto y octubre); tomando para ello en cuenta la metodología de muestreo planteada dentro de esta investigación.
- Continuar con el plan de manejo contra *D. citri* en la finca La Bendición, ya que las densidades poblacionales se mantuvieron en la categoría bajo según Martínez Carrillo (2010).
- La finca Los Venados y San Carlos deben elaborar un plan de manejo del vector ya que sus densidades están categorizadas como medio según Martínez Carrillo (2010).
- Se recomienda al propietario de cada una de las plantaciones el siguiente manejo del cultivo:
Considerar que cuando exista un promedio de 3 a 5 insectos/Árbol como en la finca La Bendición, en los meses de septiembre y noviembre, se realicen aplicaciones biorracionales como: jabón líquido para ropa delicada, para el control de ninfas y adultos de *Diaphorina citri*. En dosis de 2 a 3 copas (25 cc) y aforar con agua una bomba de mochila de 4 galones (17 litros). Las aplicaciones deberán realizarse al menos 1 vez por semana en época seca y 2

aplicaciones por semana en época lluviosa o cuando existan altas brotaciones de los árboles dentro de la plantación¹⁰.

- Cuando existan aumentos poblacionales de *D. citri* arriba de 10 Insectos/Brote (San Carlos y Los Venados) en los meses de agosto y octubre, se realicen aplicaciones químicas con insecticidas sistémicos, considerando que cuando se encuentre próximo a la fase de cosecha los mismos deberán de ser suspendidos 3 semanas antes de la fecha de corte de fruto.
- Se recomienda que no existan en las plantaciones de cítricos Mirto (*Murraya paniculata*), ya que es un hospedero alternativo de *Diaphorina citri*.
- Se recomienda sembrar plantas con flores en cada una de las fincas, ya que estas fueron escasas y no representaron una fuente de alimento para parasitoides que actúan como controladores biológicos.
- Es importante continuar con otros estudios de la densidad poblacional de *Diaphorina citri* en fincas regionales del país (Zona occidental, Zona Central y Zona Oriental), ya que se presume que las poblaciones del vector en la Zona Oriental pueden ser diferentes en comparación a las poblaciones de la Zona Occidental, relacionados por la Temperatura, la Humedad Relativa y la Precipitación.

¹⁰ Cuadra, E. 2019. Aplicación de biorracionales para control de *Diaphorina citri* (entrevista). San Salvador, El Salvador, MAG

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asplanato, G; Pazos, J; Buenahora, J; Amuedo, S; Rubio, L; Franco, J. 2009. EL Psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, vector del HLB, problemática y control en el mundo (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2Z0bOVw>
- Aubert, B. 1987. *Trioza erytreae* Del Guercio and *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of de citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies (en línea). *Fruits* 42 (3): 149-162. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2MbUOK1>
- Aubert B. 1990. Integrated activities for the control of Huanglongbing-greening and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia (en línea). *Proceedings of the Fourth International Asia Pacific Conference on Citrus Rehabilitation*. 133-144. Consultado 25 ene. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/trNL7EO>
- Augier, L; Gastaminza, G; Lizondo, M; Arganaraz, M; Willink, E. 2006. Presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en el Noroeste Argentino (NOA) (en línea). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 65 (3-4): 67-68. Consultado 20 feb. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2GvGvWC>
- Avery; Wekesa, V; Hunter, W; Hall, D; McKenzie, C; Osborne, L; Powell, C; Roger, M. 2011. Effects of the fungus *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) on reduced feeding and mortality of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) (en línea, fotografía). *Biocontrol Science and Technology* 21(9):1065-1078. Consultado 29. Feb 2020. Disponible en <https://cutt.ly/lr5DklZ>. DOI: 10.1080/09583157.2011.596927.

- Brown, D. 2013. HLB en Costa Rica: historia, progreso y situación actual (en línea). San Carlos, Costa Rica, FAO. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-as132s.pdf>
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International, United Kingdom). 2020. Taxonomic tree of *Diaphorina citri* (en línea). Wallingford, UK, CAB International. Consultado 10 jun. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/muajw0x>
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International, United Kingdom). 2019. Distribution map of *Diaphorina citri* (en línea). Wallingford, UK, CAB International. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/nr9Fnvd>
- CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International, United Kingdom). 2018. Invasive Species Compendium: *Diaphorina citri* (en línea). Wallingford, UK, CAB International. Consultado 11 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/35AvSBf>
- COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal, Paraguay). 2011. Plan Regional de contención del Huanlongbing de los cítricos (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado 19 feb. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2lu0cXS>
- Chiou-Nan, C.1998. Ecology of the Insect Vectors of Citrus Systemic Diseases and Their Control in Taiwan (en línea). Food and Fertilizer Technology Center Publication Database. Consultado 20 feb 2019. Disponible en <https://cutt.ly/0r2fC1c>
- DGSV-CNRF (Dirección General de Sanidad Vegetal Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, México).2016. Fideo, Cabello de Ángel. *Cuscuta* spp (en línea). Ficha Técnica. Tecámac, México. 25 p. Consultado 05 mar. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/rttYOGQ>

- DGEA (Dirección General de Economía Agropecuaria, El Salvador). 2017. Anuario de Estadísticas Agropecuarias El Salvador 2016 - 2017. Santa Tecla, La Libertad, MAG. 94 p.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2019. Mapa de distribución de *Candidatus Liberibacter asiaticus* (en línea). Consultado 23 feb. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/3r9GymO>
- FDASC-DPI (Florida Department of Agriculture and Consumer Services - Division of Plant Industry, Estados Unidos de América). 2008. Adult Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, (2-3 millimeters long) on a young citrus leaf (en línea, fotografía). Florida, Estados Unidos de América. Consultado 18 mar. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2TaXtml>
- Fernández, M; Miranda I. 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). Parte II: conducta preferencial con relación a la fenología del cultivo (en línea). La Habana, Cuba, Revista de Protección Vegetal 20 (2): 122 – 124. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2NayoZi>
- Flores Sanchez, JL; Mora Aguilera, G; Loeza kuk, E; Lopez Arroyo, JI; Dominguez Mongue, S; Acevedo Sanchez, G; Robles Garcia, P. 2015. Pérdidas en producción inducidas por *Candidatus Liberibacter asiaticus* en Limón Persa, en Yucatan, Mexico.
- Fruitmentor. 2015. Injerto de Cítricos – Técnica para injertos de árboles frutales con éxito (en línea, fotografía). Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/1r6A7SN>
- García, D. 2012. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama en Limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en la sabana de Huimanguillo, Tabasco (en línea).

Huimanguillo Cárdenas, Tabasco. Consultado 4 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/2t2Tktx>

García, Y; Ramos, YP; Sotelo, PA; Kondo, T. 2016. Biología de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia (en línea). Revista Colombiana de Entomología 42 (1): 36-42. Consultado 30 may. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2WX6FAp>

Gobierno de Canarias. 2017. *Trioza erytreae* (en línea, fotografía). Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/lr6SAmD>

Grafton-Cardwell, EE; Stelinski, LL; Stansly, PA. 2013. Biology and management of Asian citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens (en línea). Annual Review of Entomology. 58: 413-432. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Cr9ZN0N>

Halbert, SE; KL. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Liviidae) and greening disease in citrus: a literature review and assessment of risk in Florida (en línea). Florida Entomologist 87: 330-353. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2MZFqjp>

Hall, DG; Albrigo, LG. 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush (en línea). Hortscience 42 (2) :364-368. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/33I7luc>

Hall, D. 2008. Biology, history and world status of *Diaphorina citri* (en línea). USDA-ARS, Horticultural research laboratory. Consultado 15 ago 2019. Disponible en <https://bit.ly/3dOwgav>

- Hall, D; Wenninger, EJ; Hentz, MG. 2011. Temperature Studies with the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*: Cold Hardiness and Temperature Thresholds for Oviposition (en línea). *Journal of insect science* 11 (83). Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/NrNLvCn>
- Hernández, LM; Urías, MA; Gómez, R; & López-Arroyo, JI; Velázquez, JJ; Orozco, M. 2014. EL HUANGLONGBING Y SU VECTOR *Diaphorina citri* EN LIMÓN PERSA EN NAYARIT: RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO (en línea). Nayarit, México, INIFIAP. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/jtwrRjA>
- Holguín, RJ; Hernández, LG; Zulueta, R. 2012. El huanglongbing: la tristeza de los cítricos (en línea). *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana* 25 (3). Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Gr6bq5x>
- Huang, CH; Tsai, MY; Wang, CL. 1984. Transmission of citrus likubin by a psyllid, *Diaphorina citri* (en línea). *Journal Agricultural Research* 33 (1): 15-72. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/nr2gaQL>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, El Salvador). 2002. Guía Técnica: Cultivo del Limón Pérsico (en línea). Consultado 02 mar. 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia). 2015. Diario Oficial No. 49. 723 de 11 de diciembre del 2015 (en línea). Colombia. Consultado 29 feb. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/7r60Y6t>
- Kondo, T. 2017. Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) (en línea). Mosquera, Colombia, CORPOICA. Consultado 20 feb. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2Td0QNm>

Liu, YH; Tsai, JH. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) (en línea). *Annals of Applied Biology* 137: 201-206. Consultado 18 ago. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/1rNY7hN>

López-Collado, J. 2010. Análisis de riesgo de *Diaphorina citri* y HLB en México. In: 1er simposio nacional sobre investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México (en línea). Monterrey, México. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Kr9AYNN>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2018. Anuarios estadísticas Agropecuarios. (en línea). Consultado 10 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2ONyet5>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2020. MAG declara emergencia fitosanitaria nacional por presencia del HLB, enfermedad de los cítricos (en línea). San Salvador, El Salvador, 19 feb. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <http://www.mag.gob.sv/mag-declara-emergencia-fitosanitaria-nacional-por-presencia-de-hlb-enfermedad-de-los-citricos/>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2020. Funcionarios de Agricultura y Ganadería de la región apoyan a El Salvador ante declaratoria de emergencia por plaga del HLB en cultivos de cítricos (en línea). San salvador, El Salvador, 26 feb. Consultado 04 mar. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/ptywb7I>

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Panamá). 2016. RESOLUCION No. OAL-039-ADM-2016 PANAMÁ, 3 DE FEBRERO (en línea). Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Er60DeT>

Martínez Carrillo, JL. 2010. Ficha técnica de *Diaphorina citri* Kuwayama: Psílido Asiático de los Cítricos (en línea). San Luis Potosí, México, SAGARPA, SINAVEF. Consultado 5 abr. 2018. Disponible en <https://bit.ly/2wM9w0E>

- Mejía, G. 2017. Dinámica poblacional y enemigos naturales de *Diaphorina citri* (en línea). La Libertad, El Salvador, CENTA. Consultado 04 dic. 2019. Disponible en www.centa.gob.sv
- Michaud, J.P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Liviidae) in central Florida (en línea). *Biological Control* 29: 260-270. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2Z27qt2>
- Milosavljević, I; Schall, K; Hoddle, C; Morgan, D; Hoddle M. 2017. Biocontrol program targets Asian citrus psyllid in California's urban áreas (en línea, fotografía). *Applied Biological Control Research* 71 (3): 175. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/6r5FPJk>
- Miranda, I; Baños, H; Martínez, M; Alemán, J. 2008. Modelo teórico de la interacción de *Diaphorina citri* Kuwayana (Hemiptera: Psyllidae) con sus enemigos naturales. *Revista de Protección Vegetal* 23(2): 126-130. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/er9Z77Q>
- Mollinedo, MA; Gonzáles, C. 2014. Bacterias Gram Negativas (en línea). *Revista de Actualización Clínica Médica*. Consultado 04 mar. 2020. Disponible en <https://n9.cl/r8fs>
- McFarland, C; Hoy, M. 2001. Survival of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), and Its Two Parasitoids, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), under Different Relative Humidities and Temperature Regimes (en línea). *The Florida Entomologist*, 84(2): 227-233. Consultado: 31 ene. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/CrNXJmZ>. DOI:10.2307/3496171.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El Salvador).2009. Plan regional de contingencia para la prevención y contención del Huanglongbing o greening de los cítricos en los países miembros de OIRSA (en línea). San Salvador, El Salvador. 4 ed. Consultado 28 abr. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2WDV7OM>

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El Salvador). 2015. Protocolo del Manejo Integrado del Huanglongbing. San Salvador, El Salvador, Taiwán ICDF.

Orellana, J. 2020. Gobierno advierte de plaga que afecta los cítricos. La Prensa Gráfica (en línea), San Salvador, El Salvador; 20 feb. Consultado 23 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/or2MPXa>

Ramos Delgado, YJ. 2016. Identificación de hongos entomopatógenos de *Diaphorina citri* Kuwayama, en los departamentos del Valle del Cauca y Quindío, Colombia (en línea, fotografía). Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 29 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/tr5SaZ6>

Reyes, R; Cruz, JE. 2007. Diagnóstico del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), en fincas y viveros de El Salvador. La Libertad, El Salvador, MAG. 25 p.

Robles, P. 2017. Manual operativo de la campaña contra el Huanglongbing de los cítricos. Tecomán, Col. México, SENASICA.

Rodríguez, M. 2002. Cultivo de Limón Pérsico (en línea). La Libertad, El Salvador, CENTA. Consultado 04 dic. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2FMORhz>

Rogers, ME. 2016. Asian citrus psyllid (en línea). University of Florida. Consultado 22 feb 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Nr22AKB>

Salcedo, D; Hijonosa, R; Mora, G; Covarrubias, I; Depaolis, F; Cintora, C; Mora, S. 2010. Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana (en línea). México. Consultado 27 oct, 2019. Disponible en <http://cef-profit.com>

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México). 2013. Control Biológico del Psílido Asiático de los Cítricos en las ARCO's (en línea, fotografía). Manzanillo, Colima, México, SAGARPA. 58 p. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Or5DNI4>

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México). 2016. Ficha Técnica del Huanglongbing de los cítricos (en línea). México, Dirección General de Sanidad Vegetal. 31 p. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Ur5hh7r>

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México). 2019. Ficha Técnica del Psílido asiático de los cítricos (en línea). México, Dirección General de Sanidad Vegetal. Ficha técnica N° 77. 16 p. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/Ur5hh7r>

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México). 2019. Huanglongbing *Candidatus Liberibacter* spp. (en línea). México. Ficha técnica n° 78. Consultado 26 oct. 2019. Disponible en <https://bit.ly/367xVy7>

Santivañez, P; Mora, G; Díaz, G; López, Vernal, P. 2013. Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe (en línea). Santiago de Chile, Chile, FAO. Consultado 20 feb. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3319s.pdf>

Skelley LH, Hoy MA. 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control* 29: 14-23. Consultado 31 ene. 2020. Disponible en <https://cutt.ly/OrNXM8n>

Tsai, JH; Liu, YH. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants (en línea). *Journal of Economic Entomology* 93: 1921-1725. Consultado 18 ago. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/lrVBVFV>

Tsai, JH; Wang, JJ; Liu, YH. 2002. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida (en línea). *Florida Entomologist*: 85 (3). Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <https://cutt.ly/crVMxeL>

8. ANEXO

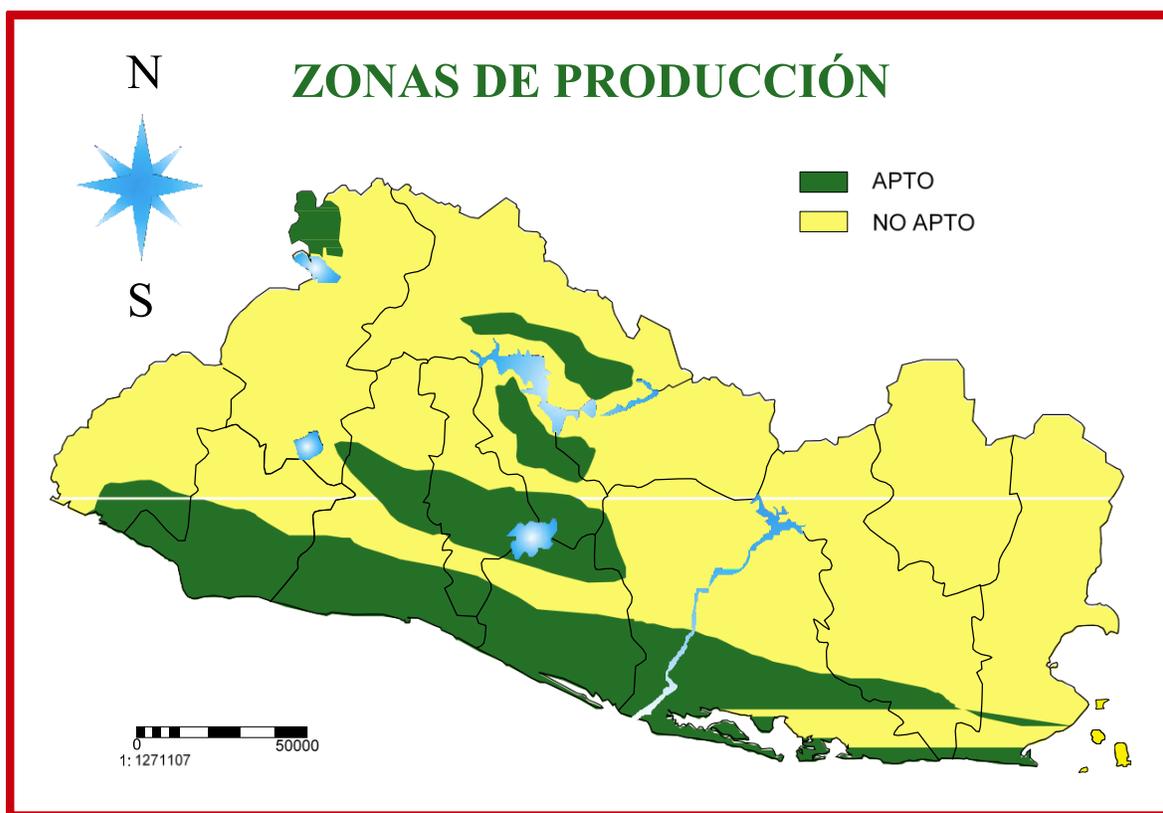


Figura A-1. Zonas Aptas para la producción de Limón Pésico en El Salvador

Fuente: IICA 2002.



Figura A-2. Monitoreo de poblaciones del psílido asiático de los cítricos en “Finca San Carlos”



Figura A-3. Visita de campo en Finca Los Venados



Figura A-4. Muestreo de árboles en Finca La Bendición



Figura A-5. Brotación vegetativa en Limón Pésico



Figura A-6. Árbol de Limón Pésico en brotación vegetativa



Figura A-7. Infestación de ninfas de *Diaphorina citri* en hoja

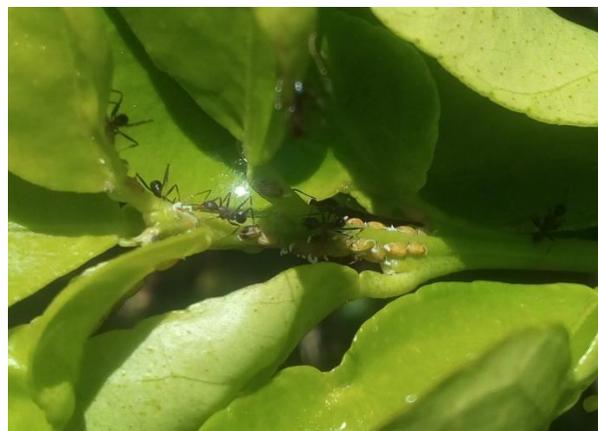


Figura A-8. Simbiosis de hormigas con ninfas de *D. citri* debido a mielcilla producida

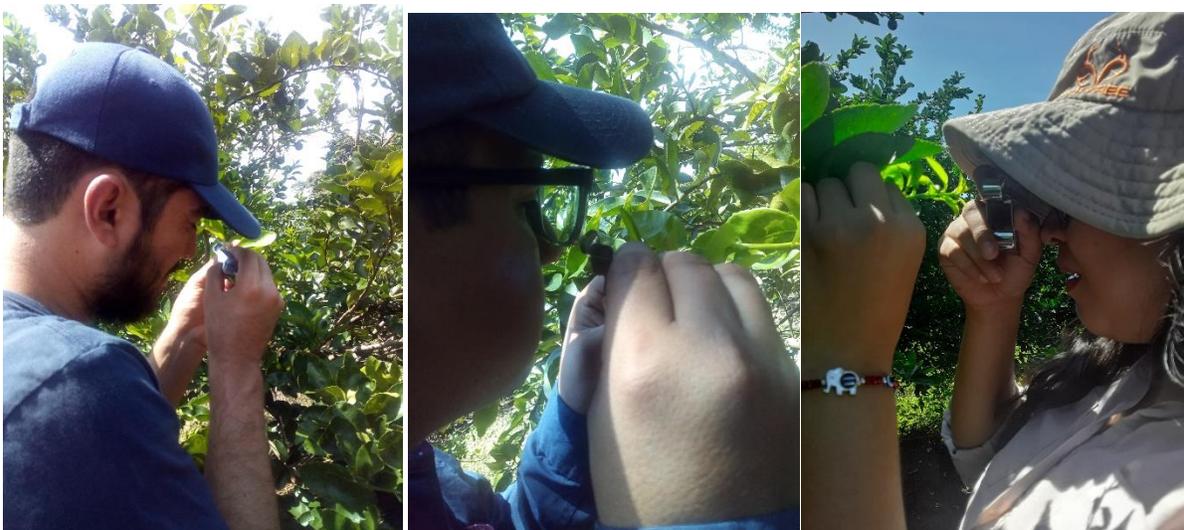


Figura A-9. Observación y conteo de *Diaphorina citri* con lupa 20x en brotes de Limón Pérsico.

Cuadro A-1. Relación de especies en las que se ha encontrado HLB y su nombre común

Familia	Nombre científico	Nombre común
Apocynaceae	<i>Catharantus roseus</i>	Chula
Convolvulaceae	<i>Cuscuta australis</i>	Cúscuta
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> <i>Citrus aurantium</i> <i>Citrus grandis</i> <i>Citrus limon</i> <i>Citrus paradisi</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Citrus sp.</i> <i>Murraya paniculata</i>	Lima mexicana Naranja agria Pomelo Limón Toronja Naranja dulce Cítricos en general Mirto o Limonaria

Fuente: Tomado de SENASICA 2016.



Formato de Campo

“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 en El Salvador”.



Cuadro A-2. Formato de Campo para la Identificación de factores que inciden en la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemiptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka).

1. Generalidades de la propiedad:

Fecha:		Longitud:	
Departamento:		Latitud:	
Municipio:		Altitud:	
Cantón:		Área (Mz):	
Tipo de lugar*:		Teléfono:	
Propietario:		Humedad (%)	
Temperatura (°C):		Hora de muestreo:	
Precipitación (mm):		Tipo de suelo:	
Especie/Variiedad:			

2. Registros de campo:

Árbol	Longitud	Latitud	Altitud	Fenología	Instar <i>D. citri</i>	Brote 1	Brote 2	Brote 3	Brote 4	Total
1					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					
2					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					
3					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					
4					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					
5					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					
6					Huevo					
					Ninfa					
					Adulto					

Cuadro A-3. Resultados de muestreos en la Finca San Carlos.

Finca San Carlos						
Fechas de muestreo	Huevo	Ninfa	Adulto	Temperatura	Humedad Relativa	Precipitación
16/08/2019	1133	740	48	26.5	81.4	395
30/08/2019	646	551	61	26.5	81.4	395
26/09/2019	332	205	34	26.1	83.2	296.2
17/10/2019	1290	458	119	25.6	84.5	443.2
07/11/2019	381	117	16	25.7	77.7	6.6

Cuadro A-4. Resultados de muestreos en la Finca Los Venados

Finca Los Venados						
Fechas de muestreo	Huevo	Ninfa	Adulto	Temperatura	Humedad Relativa	Precipitación
16/08/2019	369	665	69	26.5	81.4	395
12/09/2019	463	318	35	26.1	83.2	296.2
11/10/2019	168	91	28	25.6	84.5	443.2
28/10/2019	354	481	23	25.6	84.5	443.2
08/11/2019	277	251	84	25.7	77.7	6.6

Cuadro A-5. Resultados de muestreos en la Finca La Bendición

Finca La Bendición						
Fechas de muestreo	Huevo	Ninfa	Adulto	Temperatura	Humedad Relativa	Precipitación
16/08/2019	228	259	36	26.5	81.4	395
29/08/2019	165	108	9	26.5	81.4	395
25/09/2019	15	57	9	26.1	83.2	296.2
11/10/2019	143	110	18	25.6	84.5	443.2
08/11/2019	63	68	9	25.7	77.7	6.6

Cuadro A-6. Medidas resumen Finca San Carlos.

Fecha	Variable	n	Media	Min	Máx	Suma
16/08/2019	Huevo	48	23,60	0,00	97,00	1133,00
16/08/2019	Ninfa	48	15,42	0,00	117,00	740,00
16/08/2019	Adulto	48	1,00	0,00	7,00	48,00
16/08/2019	Temperatura (°C)	48	26,50	26,50	26,50	1272,00
16/08/2019	Humedad Relativa (%)	48	81,40	81,40	81,40	3907,20
16/08/2019	Precipitacion (mm)	48	395,00	395,00	395,00	18960,00
30/08/2019	Huevo	48	13,46	0,00	53,00	646,00
30/08/2019	Ninfa	48	11,48	0,00	55,00	551,00
30/08/2019	Adulto	48	1,27	0,00	6,00	61,00
30/08/2019	Temperatura (°C)	48	26,50	26,50	26,50	1272,00
30/08/2019	Humedad Relativa (%)	48	81,40	81,40	81,40	3907,20
30/08/2019	Precipitacion (mm)	48	395,00	395,00	395,00	18960,00
26/09/2019	Huevo	48	6,92	0,00	84,00	332,00
26/09/2019	Ninfa	48	4,27	0,00	81,00	205,00
26/09/2019	Adulto	48	0,71	0,00	6,00	34,00
26/09/2019	Temperatura (°C)	48	26,10	26,10	26,10	1252,80
26/09/2019	Humedad Relativa (%)	48	83,20	83,20	83,20	3993,60
26/09/2019	Precipitacion (mm)	48	296,20	296,20	296,20	14217,60
17/10/2019	Huevo	48	26,88	0,00	83,00	1290,00
17/10/2019	Ninfa	48	9,54	0,00	25,00	458,00
17/10/2019	Adulto	48	2,48	0,00	6,00	119,00
17/10/2019	Temperatura (°C)	48	25,60	25,60	25,60	1228,80
17/10/2019	Humedad Relativa (%)	48	84,50	84,50	84,50	4056,00
17/10/2019	Precipitacion (mm)	48	443,20	443,20	443,20	21273,60
07/11/2019	Huevo	48	7,94	0,00	68,00	381,00
07/11/2019	Ninfa	48	2,44	0,00	31,00	117,00
07/11/2019	Adulto	48	0,33	0,00	4,00	16,00
07/11/2019	Temperatura (°C)	48	25,70	25,70	25,70	1233,60
07/11/2019	Humedad Relativa (%)	48	77,70	77,70	77,70	3729,60
07/11/2019	Precipitacion (mm)	48	6,60	6,60	6,60	316,80

Cuadro A- 7. Medidas resumen Finca Los Venados

Fecha	Variable	n	Media	Mín	Máx	Suma
16/08/2019	Huevo	24	15,38	0,00	55,00	369,00
16/08/2019	Ninfa	24	27,71	0,00	116,00	665,00
16/08/2019	Adulto	24	2,88	0,00	11,00	69,00
16/08/2019	Temperatura (°C)	24	26,50	26,50	26,50	636,00
16/08/2019	Humedad Relativa (%)	24	81,40	81,40	81,40	1953,60
16/08/2019	Precipitacion (mm)	24	395,00	395,00	395,00	9480,00
12/09/2019	Huevo	24	19,29	0,00	87,00	463,00
12/09/2019	Ninfa	24	13,25	0,00	41,00	318,00
12/09/2019	Adulto	24	1,46	0,00	4,00	35,00
12/09/2019	Temperatura (°C)	24	26,10	26,10	26,10	626,40
12/09/2019	Humedad Relativa (%)	24	83,20	83,20	83,20	1996,80
12/09/2019	Precipitacion (mm)	24	296,20	296,20	296,20	7108,80
11/10/2019	Huevo	24	7,00	0,00	55,00	168,00
11/10/2019	Ninfa	24	3,79	0,00	26,00	91,00
11/10/2019	Adulto	24	1,17	0,00	5,00	28,00
11/10/2019	Temperatura (°C)	24	25,60	25,60	25,60	614,40
11/10/2019	Humedad Relativa (%)	24	84,50	84,50	84,50	2028,00
11/10/2019	Precipitacion (mm)	24	443,20	443,20	443,20	10636,80
28/10/2019	Huevo	24	14,75	0,00	95,00	354,00
28/10/2019	Ninfa	24	20,04	0,00	102,00	481,00
28/10/2019	Adulto	24	0,96	0,00	4,00	23,00
28/10/2019	Temperatura (°C)	24	25,60	25,60	25,60	614,40
28/10/2019	Humedad Relativa (%)	24	84,50	84,50	84,50	2028,00
28/10/2019	Precipitacion (mm)	24	443,20	443,20	443,20	10636,80
08/11/2019	Huevo	24	11,54	0,00	85,00	277,00
08/11/2019	Ninfa	24	10,46	0,00	45,00	251,00
08/11/2019	Adulto	24	3,50	0,00	65,00	84,00
08/11/2019	Temperatura (°C)	24	25,70	25,70	25,70	616,80
08/11/2019	Humedad Relativa (%)	24	77,70	77,70	77,70	1864,80
08/11/2019	Precipitacion (mm)	24	6,60	6,60	6,60	158,40

Cuadro A- 8. Medidas resumen Finca La Bendición

Fecha	Variable	n	Media	Mín	Máx	Suma
16/08/2019	Huevo	24	9,50	0,00	41,00	228,00
16/08/2019	Ninfa	24	10,79	0,00	51,00	259,00
16/08/2019	Adulto	24	1,50	0,00	9,00	36,00
16/08/2019	Temperatura (°C)	24	26,50	26,50	26,50	636,00
16/08/2019	Humedad Relativa (%)	24	81,40	81,40	81,40	1953,60
16/08/2019	Precipitacion (mm)	24	395,00	395,00	395,00	9480,00
29/08/2019	Huevo	24	6,88	0,00	40,00	165,00
29/08/2019	Ninfa	24	4,50	0,00	30,00	108,00
29/08/2019	Adulto	24	0,38	0,00	2,00	9,00
29/08/2019	Temperatura (°C)	24	26,50	26,50	26,50	636,00
29/08/2019	Humedad Relativa (%)	24	81,40	81,40	81,40	1953,60
29/08/2019	Precipitacion (mm)	24	395,00	395,00	395,00	9480,00
25/09/2019	Huevo	24	0,63	0,00	10,00	15,00
25/09/2019	Ninfa	24	2,38	0,00	43,00	57,00
25/09/2019	Adulto	24	0,38	0,00	3,00	9,00
25/09/2019	Temperatura (°C)	24	26,10	26,10	26,10	626,40
25/09/2019	Humedad Relativa (%)	24	83,20	83,20	83,20	1996,80
25/09/2019	Precipitacion (mm)	24	296,20	296,20	296,20	7108,80
11/10/2019	Huevo	24	5,96	0,00	43,00	143,00
11/10/2019	Ninfa	24	4,58	0,00	25,00	110,00
11/10/2019	Adulto	24	0,75	0,00	6,00	18,00
11/10/2019	Temperatura (°C)	24	25,60	25,60	25,60	614,40
11/10/2019	Humedad Relativa (%)	24	84,50	84,50	84,50	2028,00
11/10/2019	Precipitacion (mm)	24	443,20	443,20	443,20	10636,80
09/11/2019	Huevo	24	2,63	0,00	26,00	63,00
09/11/2019	Ninfa	24	2,83	0,00	52,00	68,00
09/11/2019	Adulto	24	0,38	0,00	2,00	9,00
09/11/2019	Temperatura (°C)	24	25,70	25,70	25,70	616,80
09/11/2019	Humedad Relativa (%)	24	77,70	77,70	77,70	1864,80
09/11/2019	Precipitacion (mm)	24	6,60	6,60	6,60	158,40

Cuadro A-9. Cuadro resumen del análisis de componentes principales Finca San Carlos. **A.** Autovalores. **B.** Autovectores. **C.** Correlación con las variables originales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum	Variables		
1	3,93	0,66	0,66	Temperatura (°C)	e1	e2
2	1,46	0,24	0,90	Humedad relativa (%)	0,06	0,82
3	0,60	0,10	1,00	Precipitación (mm)	0,42	-0,10
4	0,00	0,00	1,00	Huevo	0,48	0,15
A 5	0,00	0,00	1,00	Ninfa	0,45	-0,19
6	0,00	0,00	1,00	B Adulto	0,41	0,39
					0,46	-0,33

Variables	CP 1	CP 2
Temperatura (°C)	0,13	0,99
Humedad relativa (%)	0,83	-0,13
Precipitación (mm)	0,96	0,18
Huevo	0,90	-0,23
Ninfa	0,82	0,47
C Adulto	0,91	-0,40

Correlación cofenética= 0,986

Cuadro A-10. Cuadro resumen del análisis de componentes principales Finca Los Venados. **A.** Autovalores. **B.** Autovectores. **C.** Correlación con las variables originales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum	Variables		
1	3,67	0,61	0,61	Huevo	e1	e2
2	1,80	0,30	0,91	Ninfa	0,50	0,21
3	0,53	0,09	1,00	Adulto	0,35	0,47
4	0,00	0,00	1,00	Temperatura (°C)	-0,34	0,55
A 5	0,00	0,00	1,00	Humedad Relativa (%)	0,19	0,55
6	0,00	0,00	1,00	B Precipitación (mm)	0,45	-0,36
					0,52	-0,03

Variables	CP 1	CP 2
Huevo	0,95	0,28
Ninfa	0,67	0,63
Adulto	-0,66	0,74
Temperatura (°C)	0,36	0,73
Humedad Relativa (%)	0,87	-0,48
C Precipitación (mm)	1,00	-0,05

Correlación cofenética= 0,988

Cuadro A-11. Cuadro resumen del análisis de componentes principales La Bendición . **A.** Autovalores. **B.** Autovectores. **C.** Correlación con las variables originales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum	Variables		
1	3,9	0,6	0,6	Temperatura (°C)	e1	e2
2	1,4	0,2	0,9	Humedad relativa (%)	0,3	-0,3
3	0,7	0,1	1,0	Precipitación (mm)	0,2	0,7
4	0,0	0,0	1,0	Huevo	0,4	0,5
5	0,0	0,0	1,0	Ninfa	0,5	-0,2
A 6	0,0	0,0	1,0	B Adulto	0,5	-0,3
					0,5	-0,1

Variables	CP 1	CP 2
Temperatura (°C)	0,6	-0,4
Humedad relativa (%)	0,5	0,9
Precipitación (mm)	0,8	0,6
Huevo	0,9	-0,2
Ninfa	0,9	-0,3
C Adulto	1,0	-0,1

Correlación cofenética= 0,985

Cuadro A-12. Cuadro resumen del análisis de componentes principales para las tres fincas. **A.** Autovalores. **B.** Autovectores. **C.** Correlación con las variables originales.

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum	Variables		
1	2,71	0,45	0,45	Temperatura (°C)	e1	e2
2	1,66	0,28	0,73	Humedad relativa (%)	0,27	-0,01
3	1,06	0,18	0,91	Precipitación (mm)	0,33	0,61
4	0,35	0,06	0,96	Huevo	0,45	0,50
5	0,17	0,03	0,99	Ninfa	0,47	-0,18
A 6	0,05	0,01	1,00	B Adulto	0,50	-0,30
					0,37	-0,51

Variables	CP 1	CP 2
Temperatura (°C)	0,44	-0,02
Humedad relativa (%)	0,55	0,78
Precipitación (mm)	0,74	0,64
Huevo	0,78	-0,23
Ninfa	0,83	-0,38
C Adulto	0,61	-0,66

Apéndice

Apéndice A. Resultados del Análisis de Componentes Principales para cada finca en estudio

1) Resultados del análisis de componentes principales para la Finca San Carlos

Según la Figura A-4, dentro del componente uno, los meses en donde se encontró mayor variación fue octubre y los meses sin variación fueron septiembre y noviembre. Los estadios de *D. citri*, sufrieron una variación de mayor a menor en el orden: huevo, adulto y ninfa.

Las variables físicas que presentaron mayor variación fueron humedad relativa y precipitación. Dentro del componente principal dos, el mes que presentó la mayor variación fue el mes de agosto y la variable física que produjo mayores variaciones fue la temperatura (Cuadro A-5B).

En el componente uno, la mayor cantidad de estadios (adulto, huevo y ninfa) del vector se encontraron en el mes de octubre, producto por el incremento de la humedad relativa y la precipitación; mientras que, en el componente dos, el mes de agosto se produjo una menor incidencia de la temperatura en el aumento de las poblaciones de los estadios (adulto, huevo y ninfa), pero siempre influenciado por este factor climático (Cuadro A-5C).

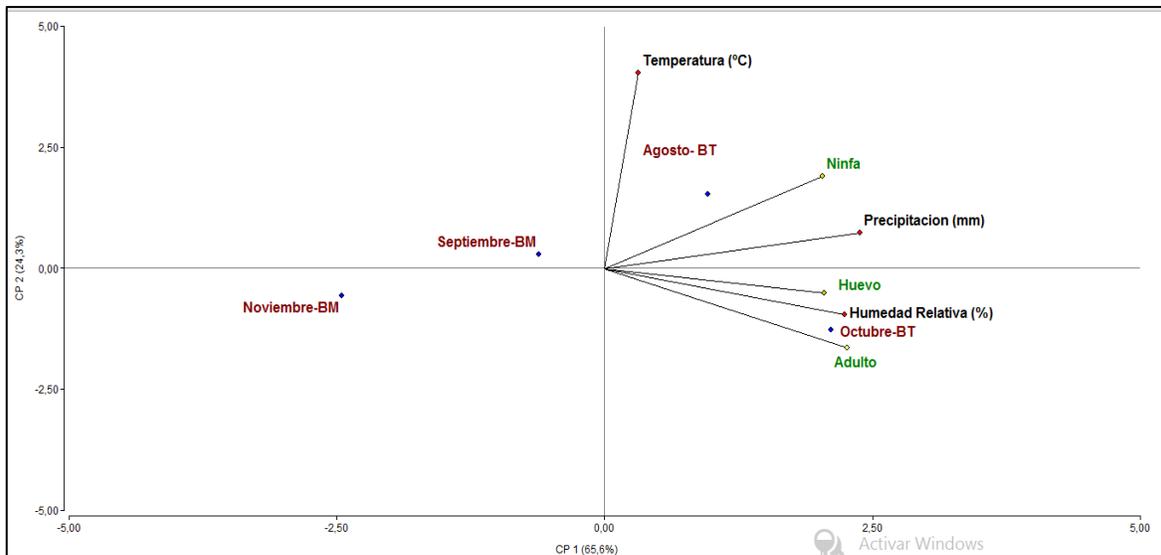


Figura A-4. Representación de los componentes principales para *Diaphorina citri* en la “Finca San Carlos”, San Juan Opico, La Libertad.

Nota: 1. BT= Brotes tiernos y BM= Brotes maduros

2. El análisis de componentes explica el 98.6% de la variación total.
3. El componente principal 1 (CP 1) explica el 65.6% de la variación.
4. El componente 2 (CP 2) explica el 24.4% (Cuadro A-5A).

El análisis de componentes principales en “Finca San Carlos”, muestra una relación entre las poblaciones de *D. citri* y variables climáticas. En el mes de agosto, considerado como un período de brotación, se encontró variación entre el estadio de ninfa y la temperatura, la cual incidió en el aumento poblacional debido a las condiciones ideales de la zona (26.5°C).

El mes de octubre, también es considerado un período de alta brotación, donde se registró una alta población de huevos y adultos, en el cual se encuentran relacionadas las variables climáticas como precipitación y humedad relativa, las cuales no reflejan una disminución del insecto, ya que la presencia de brotes es ideal para el desarrollo de inmaduros y la ovoposición de huevos.

2) Resultados de componentes principales para la Finca Los Venados

Según la Figura A-5 dentro del componente uno, el mes en donde se encontró mayor variación fue en octubre y el mes que no causó variación fue noviembre. Los estadios

de *D. citri*, sufrieron una variación de mayor a menor en el orden: huevo y ninfa. Las variables físicas que presentaron mayor variación fueron la humedad relativa y la precipitación. Dentro del componente principal dos, el mes que presentaron la mayor variación fue agosto, el estadio que presentó mayor variación fue adulto y las variables físicas que produjeron mayores variaciones fue la temperatura (Cuadro A-6B).

En el componente uno, la mayor cantidad del estadio huevo y ninfa se encontró en el mes de agosto producto del incremento de la temperatura seguido del mes de octubre inferido por la precipitación y la humedad relativa. En el componente dos, la mayor cantidad de estadios (adultos) del vector se encontraron en el mes de noviembre, producto de la disminución de la humedad relativa y precipitación (Cuadro A-6C)

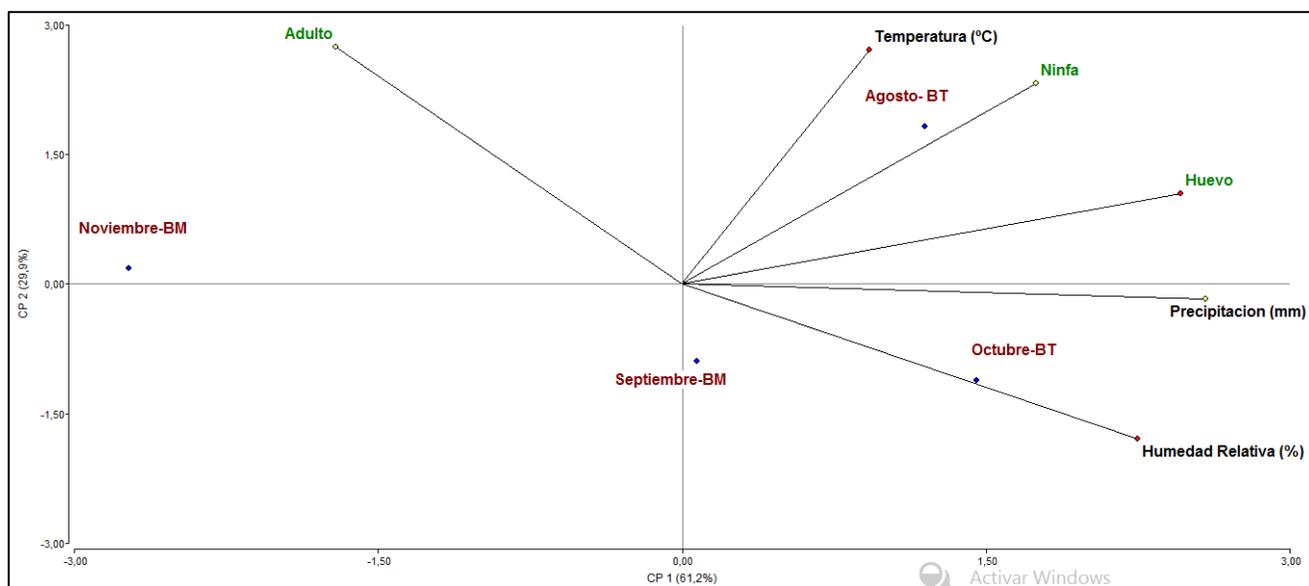


Figura A-5. Representación de los componentes principales para *Diaphorina citri* en la “Finca Los Venados”, San Juan Opico, La Libertad.

Nota: 1. BT= Brotes tiernos y BM= Brotes maduros

2. El análisis de componentes explica el 99.7% de la variación total.
3. El componente principal 1 explica el 48.2% de la variación.
4. El componente 2 explica el 37.9% (Cuadro A-6A).

El análisis de componente principales en “Finca Los Venados”, muestra una relación entre las poblaciones de *D. citri* y variables climáticas. En el mes de agosto, el cual es

considerado como un período de brotación vegetativa, se encontró variación entre los estadios (huevo y ninfa) y la temperatura, la cual incidió en el aumento poblacional debido a las condiciones ideales de la zona (26.5°C).

El mes de octubre, también es considerado un período de alta brotación, donde se registró una alta población de huevos y ninfas, en el cual se encuentran relacionadas las variables climáticas como precipitación y humedad relativa, las cuales no reflejan una disminución del insecto, ya que la presencia de brotes es ideal para la ovoposición de huevos.

3) Resultados de componentes principales para la Finca la Bendición

Como se observa en la figura A-6, dentro del componente principal uno, el mes en donde se encontró mayor variación fue agosto y los meses sin variación fueron septiembre y noviembre. Los estadios de *D. citri*, sufrieron una variación de mayor a menor en el orden: adulto, huevo y ninfa. La variable física que presentó mayor variación fue temperatura.

Dentro del componente principal dos, el mes que presentó la mayor variación fue el mes de octubre y las variables físicas que produjeron mayores variaciones fueron la humedad relativa y la precipitación (Cuadro A-7B).

En el componente uno, la mayor cantidad de estadios (adulto, huevo y ninfa) del vector se encontraron en el mes de agosto, producto por el incremento de la temperatura, mientras que en el componente dos, el mes de octubre se produjo incidencia de la humedad relativa y precipitación en el aumento de las poblaciones de los estadios (adulto, huevo y ninfa), pero siempre influenciado por este factor climático (Cuadro A-7C).

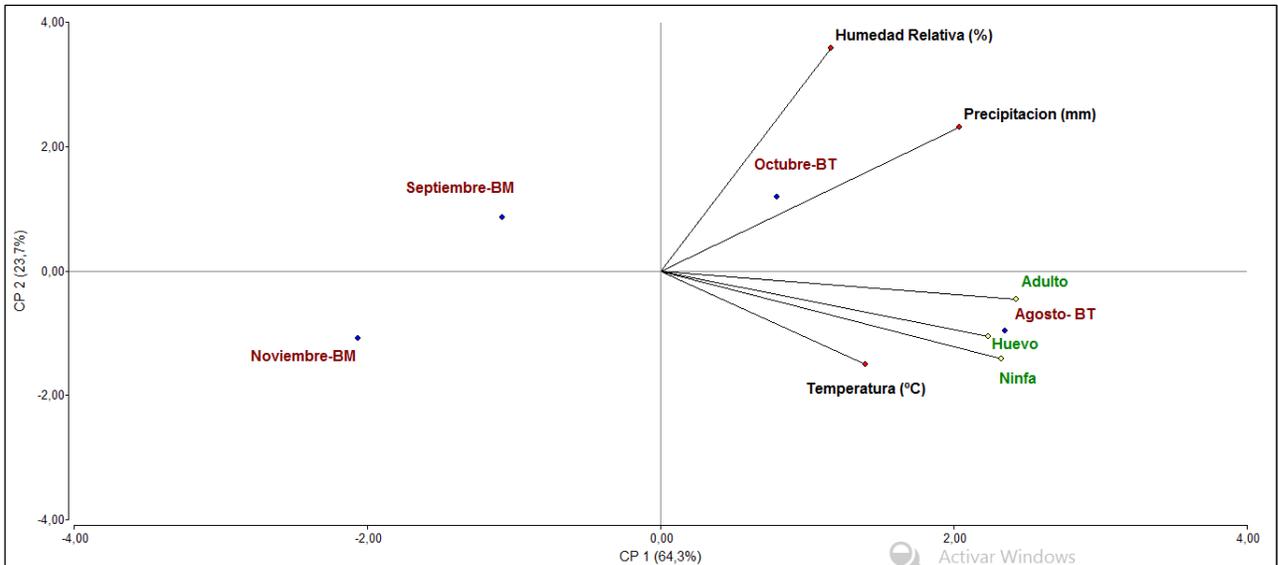


Figura A-6. Representación de los componentes principales para *Diaphorina citri* en la “Finca La Bendición”, San Juan Opico, La Libertad.

Nota: 1. BT= Brotes tiernos y BM= Brotes maduros

2. El análisis de componentes explica el 98.5% de la variación total.
3. El componente principal 1 explica el 64.8% de la variación.
4. El componente 2 explica el 23.7% (Cuadro A-7B).

El análisis de componentes principales en “Finca La Bendición”, muestra una relación entre las poblaciones de *D. citri* y las variables climáticas. El mes de agosto, que se caracteriza en ser un período de brotación, producto del incremento de la precipitación, se encontró variación entre los estadios (adulto, huevo y ninfas) con respecto a la temperatura, la cual incidió en el aumento poblacional del vector debido a las condiciones ideales de la zona (26.5°C).

El mes de octubre, también es considerado un período de alta brotación, donde se registró una alta población de huevos, ninfas y adultos, en el cual se encuentran relacionadas las variables climáticas como precipitación y humedad relativa, las cuales no reflejan una disminución del insecto, ya que la presencia de brotes es ideal para la ovoposición de huevos