

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**



**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN.**

**CODIGO:**

“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”.

**TÍTULO A OBTENER:** INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTORES.**

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y Correo electrónico	Firma
Luis Alonso Alvarenga Navarrete	Universidad de El Salvador	Tel: 7573-2169 Correo: <a href="mailto:alonsoalvarenga0120@gmail.com">alonsoalvarenga0120@gmail.com</a>	
Lucas Joel Campos Cabrera	Universidad de El Salvador	Tel: 6194-8915 Correo: <a href="mailto:ljoelcamposc@hotmail.com">ljoelcamposc@hotmail.com</a>	
Jennifer Tatiana González Guadrón	Universidad de El Salvador	Tel: 7498-8510 Correo: <a href="mailto:jen_094@hotmail.com">jen_094@hotmail.com</a>	
Ing. Agr. MSc. Rafael Antonio Menjivar Rosa	Universidad de El Salvador	Tel: 7940-0113 Correo: <a href="mailto:rafael.menjivar@ues.edu.sv">rafael.menjivar@ues.edu.sv</a>	
Ing. Agr. Enmanuel de Jesús Cuadra Campos	Ministerio de Agricultura y Ganadería	Tel: 7870-5568 Correo: <a href="mailto:enmanuel.cuadra@mag.gob.sv">enmanuel.cuadra@mag.gob.sv</a>	

**Visto bueno:**

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:

Ing. Agr. Ricardo Ernesto Gómez Orellana

Firma



Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma



Jefe del Departamento:

Ing. Agr. MSc. Andrés Wilfredo Rivas Flores

Firma

Sello:

Ciudad Universitaria, agosto de 2020.

## TÍTULO

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

## AUTORES

Alvarenga-Navarrete, LA<sup>1</sup>; Campos-Cabrera, LJ<sup>1</sup>; González-Guadrón, JT<sup>1</sup>; Menjívar-Rosa, RA<sup>2</sup>; Cuadra-Campos, EJ<sup>3</sup>.

## Resumen

Esta investigación se ejecutó en tres fincas comerciales de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) manejadas de forma convencional, las cuales están ubicadas en los cantones Minas de Plomo, El Llano y Joya de Cerén, en el municipio de San Juan Opico, La Libertad. El objetivo de la investigación fue determinar la densidad poblacional de *Diaphorina citri* (en su estado de huevo, ninfa, adulto) y su relación con factores bióticos (fenológicos de la planta: brotación, floración, fructificación) y la interacción de los factores abióticos (temperatura, humedad relativa y precipitación). Se desarrollaron cinco muestreos por finca para contabilizar las poblaciones de *Diaphorina citri*, el intervalo entre visita fue de 21 días, comprendida entre los meses de agosto a noviembre del año 2019. La metodología de campo implementada fue la técnica de muestreo de “T” simple, para plantaciones inferiores a 7 manzanas (5 hectáreas) y “T” doble para plantaciones superiores a las 7 manzanas (5 hectáreas) de cultivo. Se tomó como unidad de muestreo brotes tiernos de 5 cm/planta, tomando como referencia los cuatro puntos cardinales. La metodología de muestreo fue de tipo exploratoria y la técnica estadística utilizada para esta investigación fue el Análisis de Componentes Principales, para el análisis de todas las variables se utilizó el programa estadístico InfoStat®. Los resultados obtenidos demostraron que las mayores densidades poblacionales con respecto a las tres fases del insecto se registraron en los meses de agosto y octubre, coincidiendo con la brotación generalizada en los árboles. El Análisis de Componentes Principales, demostró que existe alta relación entre las temperaturas y la precipitación registrada con respecto a las densidades poblacionales, explicando el 90.7 % de la variación total de las variables estudiadas.

**Palabras clave:** *Diaphorina citri*, Limón Pérsico, Densidad poblacional.

---

<sup>1</sup> Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal. Estudiante tesista.

<sup>2</sup> Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal. Docente director.

<sup>3</sup> Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador. Técnico de vigilancia fitosanitaria.

## TITLE

“Study of the population dynamics of the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in three commercial orchards of Persian Lime (*Citrus latifolia* Tanaka) in San Juan Opico, La Libertad, El Salvador”

## AUTHORS

Alvarenga Navarrete, LA<sup>1</sup>; Campos Cabrera, LJ<sup>1</sup>; González Guadrón, JT<sup>1</sup>; Menjívar Rosa, RA<sup>2</sup>; Cuadra Campos, EJ<sup>3</sup>.

## ABSTRACT

This study was conducted at three commercial Persian Lime orchards (*Citrus latifolia* Tanaka) located at Canton Minas de Plomo, El Llano and Joya de Cerén in 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 abiotic factors (temperature, relative humidity, rainfall) and biotic factors (leaf flushing, flowering, fruit development). 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 (5 hectares) and double “T” for commercial groves greater than 7 mz (5 hectares). The specimens were counted on flush shoots, in the four-cardinal direction of each sampled tree. The sampling method applied in this research is the convenience sampling and the statistical technique applied 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. The Principal Component Analysis showed 90.7 % of the variability.

**Key Words:** *Diaphorina citri*, Persian Lime, population density.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) constituye una actividad socioeconómica importante para El Salvador. La superficie destinada al cultivo a nivel nacional es de 1,728 mz/año (1,209.6 ha/año) con una producción promedio de 372,846 qq/año (16,949,579.16 kg/año), un rendimiento promedio de 217.57 qq/mz (14,129.62 kg/ha) y un precio promedio de US\$ 5.11/Ciento, (DGEA 2017). El consumo aparente de Limón Pérsico como fruta fresca para el año 2018 fue de 1,508,167.51 kg. El destino de producción nacional es exportado a países como: Canadá, Estados Unidos, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Ecuador, Venezuela, Alemania y España según los datos reportados por la Dirección General de Economía Agropecuaria para el último quinquenio (2014 - 2018).

*Diaphorina citri* Kuwayama, comúnmente conocido como “chicharrita de los cítricos” o “psílido asiático de los cítricos”, presenta tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los huevecillos miden aproximadamente 0.30 mm de longitud y 0.14 mm y son de color amarillo- anaranjado claro brillante. Las ninfas son de un color amarillo claro y con un par de

<sup>1</sup> University of El Salvador, Faculty of Agricultural Science, Department of Plant Protection. Undergraduate student.

<sup>2</sup> University of El Salvador, Faculty of Agricultural Science, Department of Plant Protection. Titular professor.

<sup>3</sup> Ministry of Agriculture , El Salvador.

ojos rojos, el tamaño promedio es de 0.10 mm a 1.6 mm. El adulto mide de 2 a 3 mm de longitud. Se diferencia de otras especies reportadas para el género *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° (Augier *et al.* 2006). Es considerado el vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *americanus* en el continente americano, 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 adquirieron la bacteria patógena después de haberse alimentado de una planta enferma durante 30 minutos o más y una vez adquirida, el insecto la transmitirá durante todo su ciclo biológico (Xu *et al.*, citado por Kondo 2017).

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 como la enfermedad más destructiva para los cítricos en el mundo, debido a la severidad de los efectos sobre la productividad, la rapidez con la que se dispersa y porque afecta a todas las especies de cítricos (SENASICA 2019).

Actualmente, se conoce de algunos estudios sobre muestreo de *Diaphorina citri* en plantaciones comerciales y viveros en el municipio de San Juan Opico; en los cuales, Reyes y Cruz (2007) realizaron estudios para determinar la infestación o daño de *Diaphorina citri* en plantaciones de cítricos; algunos hallazgos encontrados fueron que el 4% de los registros totales mostró alta infestación en el cultivo de Limón Pérsico.

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* en el cultivo de Limón, donde fue seleccionada una parcela en el municipio de San Juan Opico de 5 seleccionadas nivel nacional, 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).

La investigación desarrollada consideró estos aspectos y determinó la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* para tres fincas de Limón pérsico, en tres cantones diferentes del municipio de San Juan Opico a fin de estudiar el comportamiento de *Diaphorina citri* mediante el conteo de especímenes de *Diaphorina citri* en cada una de sus fases (huevo, ninfa y adulto). Además, se registraron datos de Temperatura °C, Humedad Relativa % y Precipitación (mm) y las fases fenológicas de la planta. Posteriormente, los datos fueron registrados en una base de datos con la finalidad de determinar y analizar estadísticamente los resultados obtenidos en campo. Dentro de esta investigación se determinó mediante el Análisis de Componentes Principales la correlación de las variables en un 90.7%.

La investigación desarrollada sobre la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* es de gran importancia económica para el país, ya dentro de este municipio se concentra la mayor superficie cítrica del país, razón por la cual fue de suma importancia el desarrollo de este estudio.

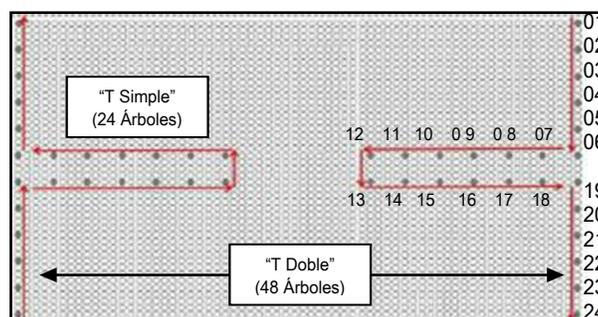
## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

La investigación seleccionó tres fincas comerciales de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) con manejo convencional, una de ellas con el nombre de “Finca La Bendición”, ubicada en el cantón Minas de Plomo con coordenadas geográficas 13° 52' 9.11" N,- 89° 22' 8.826" W, 433 msnm; la otra con el nombre de “Finca San Carlos”, ubicada en el cantón El Llano con

coordenadas 13° 48' 45.8" , - 89° 22' 58.057" W, 460 msnm y la última con el nombre de "Los Venados", ubicada en el Cantón Joya de Cerén con coordenadas 13° 48' 45.8" , - 89° 22' 58.057" W, 460 msnm, todas establecidas dentro del municipio de San Juan Opico, La Libertad. Se realizaron cinco visitas en cada una de ellas durante los meses de agosto a noviembre del año 2019, los meses se seleccionaron basados en la presencia del vector y la brotación del cultivo. Además, se registraron variables bióticas y abióticas. Para la detección y recuento de *D. citri* fue necesario el uso de lupas entomológicas con aumento de 20x (veinte veces su tamaño real).

De acuerdo a los datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), citado por Mejía (2017), el municipio de San Juan Opico en el departamento de la Libertad, registra las siguientes variables abióticas: temperatura media anual de 24.7°C, una humedad relativa promedio de 76% y una precipitación acumulada anual de 1500 mm.

Los datos registrados fueron: fecha, lugar, coordenadas geográficas, fase fenológica del árbol. Para el desarrollo de las actividades de campo, fue necesario adoptar la técnica de muestreo planteada por Robles (2017), en la cual se realizaba "T" simple para superficies inferiores a 7 mz como en la "Finca Los Venados" y la "Finca La Bendición", y el muestreo "T" doble para la "Finca San Carlos", cuya superficie era mayor a las 7 mz. Los muestreos eran desarrollados a partir de los primeros surcos en los bordes de la plantación; los cuales eran rotativos en cada una de las visitas, si el muestreo era "T" simple se seleccionaban 24 árboles, de cada árbol se tomaban 4 brotes de 5 cm/árbol tomando como referencia los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste), haciendo un total de 96 brotes al finalizar el muestreo. En el caso de los muestreos de "T" doble, se seleccionaban 48 árboles, haciendo un total de 192 brotes al finalizar el muestreo (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de muestreo sistemático en método "T" simple.

**Fuente:** Adaptado de Robles 2017.

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) en el Laboratorio de Diagnóstico Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para ello se realizaron los siguientes pasos:

Las muestras se recolectaron en frascos plásticos de 30 ml o viales con alcohol al 70%, se enviaron al laboratorio con la siguiente información: fecha, departamento, municipio, cantón, hospedero y variedad, código de muestra. Los insectos fueron identificados por clave taxonómica morfológica de Martínez Carrillo 2010.

Luego se procedió al conteo de la muestra, separando el conteo según el estadio presente: huevos, ninfas y adultos, haciendo uso del equipo estereoscopio.

La investigación desarrollada fue de tipo exploratoria ya que es el modelo estadístico más adecuado para representar este fenómeno. El muestreo es no probabilístico ya que el muestreo seleccionado estuvo en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional de los investigadores<sup>1</sup>. Se midió el efecto de los factores abióticos o 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 estudio<sup>2</sup>.

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.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de la investigación

De acuerdo con los resultados encontrados en el desarrollo de esta investigación para el mes de agosto reflejaron los siguientes registros de campo de especímenes de *Diaphorina citri*: Finca San Carlos con 890 huevos, 646 ninfas y 55 adultos; Finca Los Venados con 369 huevos, 665 ninfas y 69 adultos; y Finca La Bendición con 197 huevos, 184 ninfas y 23 adultos.

Para el mes de septiembre reflejaron los siguientes registros de campo de especímenes de *Diaphorina citri*: Finca San Carlos con 332 huevos, 205 ninfas y 34 adultos; Finca Los Venados con 316 huevos, 205 ninfas y 32 adultos; y Finca La Bendición con 15 huevos, 57 ninfas y 9 adultos.

Para el mes de octubre reflejaron los siguientes registros de campo de especímenes de *Diaphorina citri*: Finca San Carlos con 1290 huevos, 458 ninfas y 119 adultos; Finca Los Venados con 354 huevos, 481 ninfas y 23 adultos; Finca La Bendición con 143 huevos, 110 ninfas y 18 adultos.

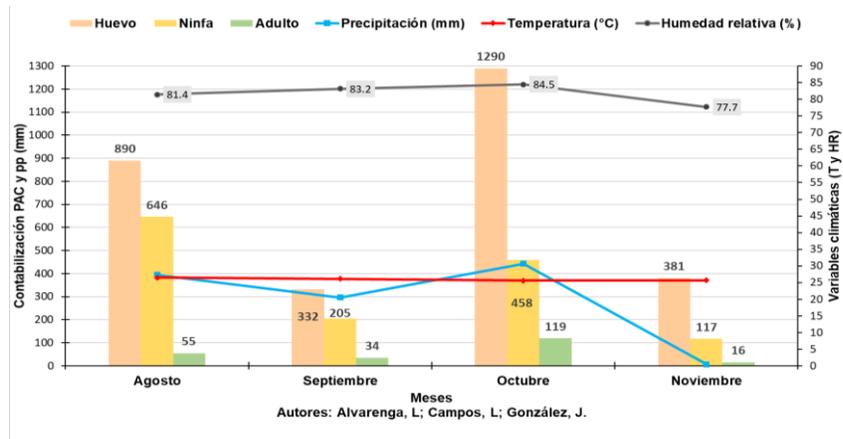
Para el mes de noviembre reflejaron los siguientes registros de campo de especímenes de *Diaphorina citri*: Finca San Carlos con 381 huevos, 117 ninfas y 16 adultos; Finca Los Venados con 277 huevos, 251 ninfas y 84 adultos; Finca La Bendición con 63 huevos, 68 ninfas y 9 adultos (Figura 2,3 y 4).

Respecto a los factores abióticos obtenidos durante el desarrollo de la investigación se registraron las siguientes variables climáticas para las tres fincas en el mes de agosto con 81.4% HR, 26.5 °C, 395 mm. En el mes de septiembre los registros fueron de 83.2% HR, 26.1 °C y 296.2 mm. Para el mes de octubre los registros fueron de 84.5% HR, 25.6 °C y 443.2 mm. En el mes de noviembre los registros fueron de 77.7% HR, 25.7 °C y 6.6 mm.

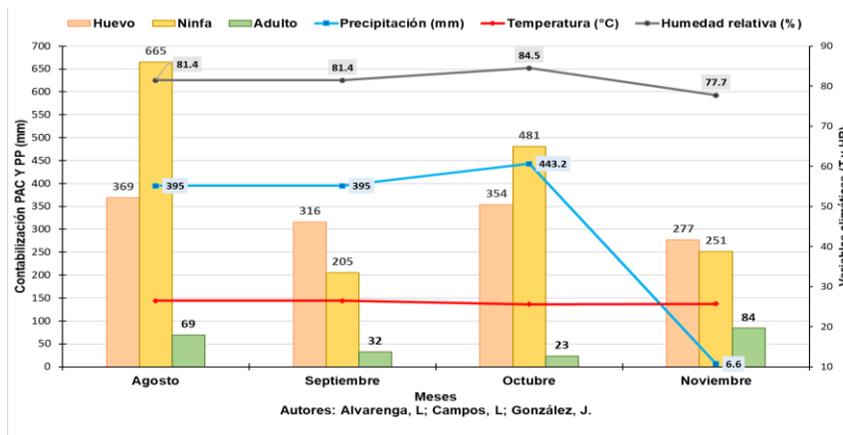
---

<sup>1</sup> Bermúdez, M. 2019. Selección del tipo de investigación y tipo de muestreo para la presente investigación (entrevista). San Salvador, El Salvador.

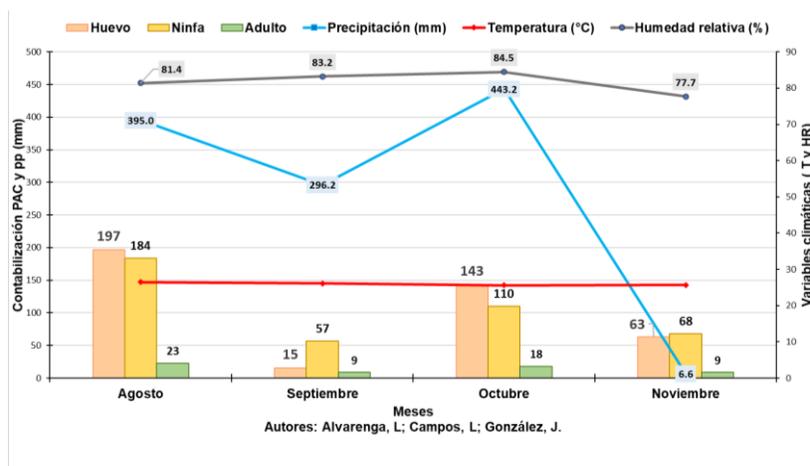
<sup>2</sup> Segovia, J. 2019. Selección del tipo de investigación y tipo de muestreo para la presente investigación (entrevista). San Salvador, El Salvador.



**Figura 2.** Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca San Carlos, con un muestreo “T doble”.



**Figura 3.** Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Venados, con un muestreo “T simple”.



**Figura 4.** Población total de *Diaphorina citri* y condiciones climáticas registradas en la Finca La Bendición, con un muestreo “T simple”.

## Discusión de resultados

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)<sup>1</sup>, 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 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.

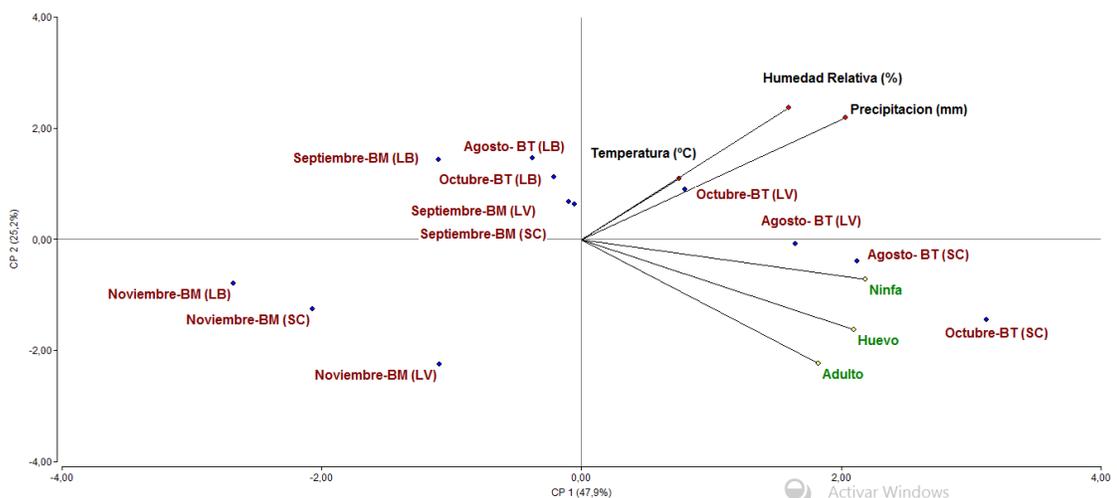
---

<sup>1</sup>Cuadra, E. 2019. Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* en El Salvador (entrevista). San Salvador, El Salvador, MAG.

### **Análisis de Componentes Principales (ACP)**

Como se demuestra en la Figura 5, el ACP representa el 90.7% del objetivo de esta investigación, ya que el Componente Principal Uno (CP1), representa el 45.2% de la variación respecto a la presencia y densidad de *Diaphorina citri* en la finca San Carlos, Los Venados y La Bendición. Mientras que el Componente Principal Dos (CP2), representa el 27.6% de la interacción de la variable abiótica (“BT” para brotes tiernos y “BM” para brotes maduros), Temperatura (°C), Humedad Relativa (%) y Precipitación (mm) sobre la densidad poblacional de *Diaphorina citri*, para los meses de agosto y octubre en la Finca Los Venados y San Carlos; mientras que en la Finca La Bendición, los Componentes CP1 y CP2 no ejercen influencia sobre la densidad del vector en el mes de septiembre en la finca La Bendición; y el mes de noviembre en la finca San Carlos y La Bendición, donde la fase fenológica predominante fue brotación madura (BM) y los estadios de *D. citri*, sufrieron una variación en cuanto a la presencia del insecto de mayor a menor en el orden de ninfas, huevos y adultos (Figura 2 y 4); el CP2 también demuestra que el mes de noviembre en finca Los Venados una disminución de las siguientes variables abióticas (Precipitación y Humedad Relativa), las cuales incidieron en el aumento de las poblaciones de la fase adulta de *Diaphorina citri*.

Otro hallazgo importante de mencionar dentro de esta investigación, es que la interacción entre CP1 y CP2, el mes de agosto, reflejó un incremento en la fase fenológica de la planta (brotación) producto del incremento de las precipitaciones que influenciaron directamente los estadios de *Diaphorina citri* (ninfa, huevo, adulto), como también la temperatura fue un factor que incidió en la finca San Carlos y Los Venados, ocasionando un aumento de la densidad poblacional de *Diaphorina citri* a una temperatura promedio de 26.5 °C, donde según Liu y Tsai (2000), mencionan que el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de *Diaphorina citri* es entre 25 y 28 °C y que temperaturas mayores que 33 °C, ocasionan un descenso poblacional del insecto. Otro aspecto a tomar en cuenta dentro de la obtención de los resultados fue el manejo agronómico del cultivo en lo que refiere a la aplicación de pesticidas para el control de plagas en el cultivo, un factor que pudo influir directamente en la densidad poblacional del vector (Finca San Carlos y Finca La Bendición) y por ende en los registros de campo de esta investigación, lo cual concuerda con trabajos realizados por Martínez Carrillo (2010). Referente a los resultados obtenidos en las fases fenológicas del cultivo (*Citrus latifolia* Tanaka) los meses de septiembre y noviembre se caracterizaron por presentar mayormente brotaciones maduras (BM) de hojas en la copa de los árboles, lo cual concuerda con el ACP el cual demuestra efectos directos en las densidades poblacionales de *Diaphorina citri*, concordando con Tsai y Liu (2000), donde mencionan que las hembras solo ovipositan en ramas tiernas y en ausencia de estas, cesan la oviposición temporalmente.



**Figura 5.** 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.
  4. El componente principal uno (CP1) explica el 45.2% de la variación.
  5. El componente dos (CP2) explica el 27.6%

### 3. 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).

La Temperatura y la Humedad Relativa están directamente relacionadas con los estadios ninfas, huevos y adultos y la precipitación de forma más favorable, donde estas variables climáticas actuaron con mayor variación en los meses de agosto y octubre en Finca San Carlos y Finca Los Venados cuando las plantaciones se encontraban en la fase fenológica de brotación.

La Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación presentaron una menor correlación con los estadios ninfas, huevos y adultos en los meses de septiembre en las Fincas San Carlos, Los Venados y la Bendición y los meses de agosto y octubre en la Finca la Bendición cuando en la plantación se encontraba en la fase fenológica de brotación madura.

La Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación no están directamente relacionadas con los estadios ninfas y huevos en el mes de noviembre en la Finca San Carlos, Los Venados y La Bendición, pero sí en el estadio adulto principalmente en la Finca Los Venados en donde en noviembre se presentó disminuciones de precipitación y humedad relativa influyendo en el aumento de adultos cuando la plantación se encuentra en la fase fenológica de brotación madura.

#### **4. 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 los cantones Joya de Ceren, Minas de lomo y El Llano, San Juan Opico, La Libertad.

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 los cantones en estudio se deben continuar con monitoreos semanales o quincenales de *Diaphorina citri*, especialmente en los meses de mayor brotación (agosto y octubre); tomando en cuenta la metodología de muestreo planteada dentro de esta investigación.

Se recomienda a los propietarios de las plantaciones de limón pèrsico el siguiente manejo del cultivo:

Cuando exista poblaciones promedio de 3 a 5 insectos/Árbol como sucedió en el canton Minas de Plomo, en los meses de septiembre y noviembre, se realicen aplicaciones biorracionales con: jabón líquido para ropa delicada de bebe, para el control de huevos, ninfas y adultos de *Diaphorina citri*.

Considerar aplicaciones preventivas cada 15 días de jabón líquido previo a los meses de agosto y octubre con el fin de reducir el aumento poblacional que se registra en los meses antes mencionados.

Colocar trampas amarillas con pegamento a una altura máxima de 1.5 metros sobre el nivel del suelo en los primeros seis surco perimetrales o que recorren los contornos de la plantación, a fin de realizar un monitoreo adecuado de los adultos de *D. citri* que llegan

procedente de otras plantaciones vecinas o aledañas y con base en ello tomar las decisiones del tipo de control o aplicaciones realizar (biorracionales o químicas).

Cuando existan aumentos poblacionales de especímenes de *D. citri* arriba de 10 Insectos/Brote, tal como sucedió en los cantones El Llano y Joya de Ceren, en los meses de agosto y octubre, se recomienda realizar aplicaciones químicas con insecticidas sistémicos, se debe tomar muy en cuenta que la aplicación de este tipo de productos debe suspenderse tres semanas o 21 días antes de entrar a la fase de cosecha o corte de fruto. Con el propósito de evitar que los frutos viajen con trazas químicas a la hora de ser comercializados.

Se recomienda de forma obligatoria dentro de plantaciones comerciales la no existencia de plantas o setos de Mirto (*Murraya paniculata*), ya que es un hospedero alternativo y permanece de poblaciones de *Diaphorina citri*.

Se recomienda la siembra de plantas con flores dentro de fincas comerciales, ya que las mismas se consideran como una fuente de alimento para controladores biológicos o enemigos naturales, tales como parasitoides de *Diaphorina citri*.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Aubert, B. 1987.** *Trioza erythrae* Del Guercio and *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of 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>
- 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>
- DGEA (Dirección General de Economía Agropecuaria, El Salvador). 2017.** Anuario de Estadísticas Agropecuarias El Salvador 2016 - 2017. Santa Tecla, La Libertad, MAG. 94 p.
- 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/2NayoZj>
- 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>
- 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>

- 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>
- 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.
- 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](http://www.centa.gob.sv)
- 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.
- 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/367xVv7>
- 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>