



Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuw. y sus enemigos naturales en tres cultivares de limón (*Citrus limon* Burn) en etapa de fomento Jagüey Grande.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: José Miguel Morera Cabrera

Tutor: M. Sc. Livia González Risco

PENSAMIENTO

... “El único camino abierto a la prosperidad
constante y fácil, es el de conocer,
el de investigar infatigablemente la naturaleza”

José Martí



DEDICATORIA

Dedico el resultado de este trabajo a:

- Mi familia, que me dan fortaleza para seguir adelante.
- Mis amigos que me han apoyado siempre.
- Todos aquellos que formaron parte de esta realidad.

AGRADECIMIENTOS

- A mi madre, por ser el motor impulsor de todos mis logros y mis sueños. A ella le debo todo lo que soy, es la razón por la cual no me rindo ante cualquier circunstancia.
- A mi esposa, que me apoyaron sin reparo en todo el largo proceso de la realización de esta tesis.
- A todos los profesores de la carrera, que pusieron a mi disposición sus conocimientos para formarme como profesional.
- A mi tutora M. Sc. Livia González Risco por todo el apoyo y dedicación, por su empeño y minucioso trabajo en la culminación de esta tesis.
- A todos los que de una forma u otra contribuyeron en la realización de este trabajo de diploma.

¡Muchas Gracias!

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Ubicación taxonómica	4
2.2. Origen, distribución e importancia económica	5
2.3. Daños que provoca <i>Diaphorina citri</i>	6
2.4. Trasmisión.....	6
2.5. Plantas hospedantes.....	7
2.6. Preferencia de <i>D. citri</i> ante especies cítricas	7
2.7. Ciclo de vida	8
2.8. Picos poblacionales	8
2.9. Factores climáticos	9
2.10. Manejo de <i>Diaphorina citri</i>	10
2.10.1. Control biológico.....	10
2.10.2 Control químico.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Localización del experimento y material vegetal utilizado.....	14
3.2. Comportamiento poblacional de <i>D. citri</i> y sus enemigos en tres cultivares de limoneros durante el período 2020-2021.....	14
3.3. Preferencia de <i>D. citri</i> en relación a tres cultivares de limón.....	15
3.4. Influencia del clima en los cultivares de mayor preferencia	15
3.5. Programa estadístico utilizado.....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Comportamiento poblacional de <i>D. citri</i> y sus enemigos en tres cultivares de limoneros durante el período 2020-2021.....	16
4.1.1. Dinámica poblacional de <i>D. citri</i> en tres cultivares de limón	16
4.1.2. Inventario de los enemigos naturales de <i>D. citri</i> Kuw. en áreas de limoneros	25
4.2. Preferencia de <i>D. citri</i> en relación a tres cultivares de limón.....	28
4.3. Influencia del clima en las poblaciones de <i>D. citri</i> en los cultivares de mayor preferencia.....	29
5. CONCLUSIONES	37
6. RECOMENDACIONES	38
7. BIBLIOGRAFÍA.....	39

RESUMEN

La psila asiática de los cítricos *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) constituye una amenaza para la citricultura mundial por su potencialidad como vector del Huanglongbing (HLB). El estudio se desarrolló en un área plantada con tres cultivares de limoneros (*Citrus limon* Burn) en etapa de fomento, perteneciente a un proyecto que ejecuta la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB), Jagüey Grande, provincia Matanzas. En el mismo se realizaron observaciones visuales con una frecuencia quincenal y se contabilizó en 40 plantas fijas de cada cultivar, los diferentes estados de desarrollo de *Diaphorina citri* con el objetivo de evaluar el comportamiento del insecto y sus enemigos naturales en tres cultivares. Además se contabilizaron dichos enemigos naturales. Los resultados mostraron que las mayores densidades poblacionales de *Diaphorina citri* fueron observados en períodos de nuevas brotaciones, fundamentalmente en octubre del año 2020, febrero (Fino, Eureka y Perrine), marzo (Eureka y Perrine), abril y mayo (Fino, Eureka y Perrine) de 2021. Se identificaron como enemigos naturales de *Diaphorina citri* en la región de Jagüey Grande, los depredadores: *Cycloneda sanguínea* L. y *Chysopa* sp. Los cultivares de mayor preferencia al ataque del psílido son Eureka y Perrine. Los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) contribuyen a las fluctuaciones poblacionales del vector. Estos resultados servirán de base para el establecimiento de la estrategia de manejo de *Diaphorina* en las condiciones de la localidad.

1. INTRODUCCIÓN

Los cítricos son frutas valoradas por sus propiedades nutricionales, en especial por su alto contenido de ácido ascórbico (Zinh, 2016). Presentan una producción a nivel mundial de más de 70 millones de toneladas, que supera a la de todas las frutas de hoja caduca, tales como: manzanas, peras, melocotones, ciruelas, etc., abarcando el 20% del mercado mundial (Lerma *et al.*, 2015).

En la campaña 2014/2015 se alcanzó una producción superior a los 121,3 millones de toneladas, las naranjas representan el 57% seguida las mandarinas, tangerinas, clementinas e híbridos con el 26%, limones con el 11% y pomelos con 6% restante (Romero *et al.*, 2018).

Actualmente los países más productores de cítricos del mundo son Brasil (20 682 309 de toneladas), China (9 517 100 de toneladas), EE.UU (10 017 000 de toneladas), México (6 851 000 de toneladas), India (6 286 000 de toneladas), España (5 703 600 de toneladas), Irán (3 739 000 de toneladas), Italia (3 579 782 de toneladas), Nigeria (3 325 000 de toneladas) y Turquía (3 102 414 de toneladas) [Anónimo, 2021 y FAO, 2015].

La industria de los cítricos está sujeta a pérdidas millonarias a escala mundial ocasionadas por las diversas plagas que los afectan. Entre los patógenos que destacan por sus efectos devastadores se encuentran los agentes causales (*Candidatus Liberibacter* spp.) de la enfermedad conocida como Huanglongbing. Esta enfermedad es transmitida por el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama y por *Trioza erytreae* Del Guercio (Halbert y Núñez, 2004).

La psila asiática u oriental de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), un fitopatógeno que constituye una de las plagas más destructoras de la citricultura a nivel mundial (Pourreza *et al.*, 2015) se encuentra presente en Sudamérica, específicamente en Brasil, desde el siglo pasado, pero la enfermedad estaba restringida solamente al sudeste asiático, la India y África y no es hasta hace unos cinco años que se informa por primera vez, afectando cítricos en el estado de Sao Paulo, Brasil y posteriormente en la Florida, Estados Unidos (González *et al.*, 2007a).

En Cuba fue detectada a principios de 1999, en áreas urbanas de Ciudad de la Habana. Constituye una de las plagas más importantes para la citricultura cubana, porque causa daños directos e indirectos. Sus ataques provocan clorosis, amarillamiento y debilitamiento en los brotes jóvenes, afectando la producción. Pero su mayor importancia radica en ser el vector de la enfermedad bacteriana Huanglongbing (HLB) (Batista, 2012), una de las más destructivas a nivel mundial y presente en Cuba desde el 2007 (Beozzo, 2010).

En campo, el incremento de las poblaciones de *D. citri* depende de la temperatura y la aparición del nuevo follaje (Raj-Buiner y Bloomquist, 2015). Este psílido constituye una amenaza por ser vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *americanus*, agentes causales del Huanglongbing (HLB) (Bové, 2006; González *et al.*, 2007a), enfermedad que fue informada para Cuba en el 2007, de acción devastadora en las plantaciones citrícolas.

Problema:

La necesidad de obtener los elementos básicos para adecuar el manejo y control del complejo *D. citri* – HLB que provoca daños de importancia económica en las plantaciones de limón en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB), Jagüey Grande.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se estableció la siguiente **hipótesis**:

El estudio de la dinámica poblacional en tres cultivares de limón, sus enemigos naturales, la preferencia de *Diaphorina citri* en relación a tres cultivares, y la influencia de las variables climáticas sobre la población de la plaga en los cultivares de mayor preferencia, permitirá conocer su comportamiento en nuestras condiciones y servirán de base para adecuar las estrategias de manejo y así disminuir las poblaciones de este vector y la diseminación del HLB en el campo. Para demostrar la hipótesis anterior se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la incidencia de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psilidae) y sus enemigos naturales en tres cultivares de limón (*Citrus limon* Burn) en Jagüey Grande.

Objetivos Específicos:

- Determinar el comportamiento poblacional de *D. citri* y sus enemigos naturales en tres cultivares de limoneros durante el período 2020-2021.
- Determinar la preferencia de *D. citri* en relación a tres cultivares de limón.
- Evaluar la influencia del clima en las poblaciones de *D. citri* en los cultivares de mayor preferencia.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ubicación taxonómica

Según García (2016) *Diaphorina citri* [=*Euphalarus citri* (Kuwayama, 1908)], conocida comúnmente como “psíla asiática de los cítricos”, pertenece:

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia Psyllidae.

Los principales rasgos morfológicos o características fundamentales de los estados para su identificación, se describen a continuación (García, 2016).

Los huevos son de forma ovoide, alargados, con prolongación en una de las puntas. Son de color amarillo claro (cuando son recién depositados) y se tornan a brillante anaranjado. Miden aproximadamente 0,30 mm de longitud y 0,14 mm de ancho. Los huevos, son colocados generalmente en el extremo de los brotes tiernos, sobre y entre las hojas desplegadas, apareciendo con frecuencia un gran número en una misma ramita.

Las ninfas son aplanadas dorso ventralmente, de color anaranjado-amarillo, sin manchas abdominales, con esbozos alares (alas pequeñas en formación) abultados, un par de ojos rojos compuestos y dos antenas de color negro; presentan filamentos a lo largo del abdomen. Los primordios de las alas son conspicuos; hilos cerosos cortos, pueden estar presentes sólo en el ápice del abdomen.

Tienen cinco estadios ninfales: el 1er estadio miden 0,30 mm de longitud y 0,17 mm de ancho; el 2do estadio miden 0,45 mm de longitud y 0,25 de ancho; el 3er estadio miden 0,74 mm de longitud y 0,43 de ancho; el 4to estadio miden 1, 01 mm de longitud y 0,70 mm de ancho; el último estadio (5to) miden 1,60 mm de longitud y 1,02 mm de ancho. Las ninfas de quinto estadio dan lugar al nacimiento de los adultos (machos y hembras).

El adulto presenta un cuerpo de color marrón moteado (pardo amarillento), recubierto de polvo ceroso; ojos rojos; cabeza marrón claro; primer par de alas más ancho en el extremo, con áreas color oscuro (principalmente en los bordes). Las antenas presentan el ápice negro con dos manchas marrón claro en la parte media. Los machos son levemente más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen roma, mientras que el abdomen de la hembra termina en una punta bien marcada. Los adultos pueden medir entre 3-4 mm.

El tamaño promedio de las mujeres es 3,3 mm de largo y 1 mm de ancho, en tanto que el de los machos es 2,7 mm de largo y 0,8 mm de ancho. Generalmente, se encuentran en posición inclinada con la parte posterior del cuerpo hacia arriba. Los adultos tienen poca capacidad para mantener vuelos muy largos. Cuando son molestados saltan rápidamente.

El insecto vivo está cubierto de una secreción cerosa blancuzca, que le otorga una apariencia polvorienta. Se distingue de otras especies del género por el patrón de manchas que posee en las alas anteriores y a las características de las genitales (Halbert y Manjunath, 2004).

2.2. Origen, distribución e importancia económica

La evidencia disponible sugiere que *D. citri* es nativa del subcontinente indio y que se ha extendido de ésta a otras regiones productoras de cítricos de Asia, Nueva Guinea, Isla Reunión, Isla Mauricio, Arabia Saudita, Irán y América del Sur (Halbert y Núñez, 2004).

En Arabia Saudita, Isla Reunión e Isla Mauricio esta plaga fue detectada en 1974 (Aubert, 1987). En el continente americano ha estado presente durante décadas en Brasil (Costa Lima, 1942) donde se mantuvo confinada hasta la última década, cuando ocurrió una amplia dispersión por el continente americano, encontrándose en Uruguay en 1991 (Bernal, 1991), en Argentina, Guadalupe y el sur de la Florida en 1998.

En 1999 se reportó su presencia en Isla Ábaco, Grand Bahama, Cuba y Venezuela (Cermeli *et al.*, 2000). En la República Dominicana se reportó en el año 2000. En 2001 fue encontrada en Jamaica y Texas (French *et al.*, 2001) y en 2002 se identificó en Puerto Rico, Belice y México (Halbert y Núñez, 2004).

2.3. Daños que provoca *Diaphorina citri*

Diaphorina citri es una plaga que provoca daños directos e indirectos al cultivo de los cítricos. Los daños directos causados por el insecto se refieren a la extracción de savia y la producción de mielecilla. La mielecilla se vuelca sobre las hojas, favoreciendo el desarrollo de fumagina. En adicción cuando se alimentan inyectan al vegetal toxinas que detienen la elongación terminal y causan malformaciones de hojas y brotes.

En infestaciones severas, los brotes nuevos pueden morir. Los árboles adultos pueden ser tolerantes a estos daños debido a que las pérdidas de hojas y brotes están sólo una pequeño porción del follaje total. En plantas jóvenes los daños pueden ser de mayor relevancia dependiendo de la intensidad de infestación (COSAVE, 2019).

El daño indirecto y principal producido por *D. citri* está relacionado con su capacidad para transmitir los agentes causales de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB). Esta bacteria una vez adquirida, se reproduce en el insecto de tal forma que este puede ser infectivo por el resto de su vida. Capoor *et al.* (1974) describieron sus síntomas en los cítricos: los árboles muestran un crecimiento achaparrado, ramas aisladas con hojas, floraciones fuera de época, caída de hojas y frutos, y muerte regresiva de las ramillas.

El agente causal de HLB es una bacteria fastidiosa (*Candidatus Liberibacter*) en tres formas: *asiaticus*, *americanus* y *africanus*. Otro tipo de microorganismo procariontes asociado a los síntomas de HLB ha sido identificado en Brasil y en China (Texeira *et al.*, 2008).

2.4. Trasmisión

El tipo de transmisión de los patógenos, por ambos vectores, es de forma persistente propagativa: las bacterias se multiplican y se mantienen de por vida dentro del insecto (Capoor *et al.*, 1974; Aubert 1987).

No se conoce si los psílicos pueden ser infectados simultáneamente por los patógenos *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *africanus*, aunque en condiciones experimentales se ha demostrado que estas especies de psílicos transmiten ambos patógenos. La transmisión ocurre por la vía de las secreciones salivales (Aubert, 1987).

Las ninfas, aunque pueden adquirir el patógeno, no son capaces de transmitirlo en el campo; sin embargo, en condiciones experimentales, los últimos instares pueden transmitir la bacteria (Hung *et al.*, 2004).

El cuarto y quinto estadio retienen el patógeno y pueden transmitir la enfermedad inmediatamente después de la emergencia. Los estadios dos y tres pueden adquirir el patógeno y volverse cada vez más infectivos al pasar a los estadios cuatro y cinco. No existe transmisión transovarial (del adulto al huevo) en *D. citri* (Hung *et al.*, 2004).

2.5. Plantas hospedantes

D. citri tiene aproximadamente 56 especies de plantas hospedantes, perteneciente a la familia rutácea. Afecta principalmente a los cítricos entre ellos: limones (*Citrus limón*), limón rugoso (*C. jambhuri*), naranja agria (*C. aurantium*), pomelo (*C. paradisi*), limas (*C. aurantiifolia*). También existen hospederos alternativos, siendo sus preferidos *Murraya paniculata* (L.) Jack (Quijano, 2013), y los naranjos trifoliados (González *et al.*; 2007^a; García, 2009). Bové (2006) señala además la preferencia de *D. citri*, por *Murraya exótica* L., *Citrus aurantifolia* Swingle, *Berberis koenigii* y *Clausena* spp.

2.6. Preferencia de *D. citri* ante especies cítricas

Olezek, (1999) identifica a los taninos, fenoles, alcaloides, saponinas, terpenos y esteroides como repelentes de insectos actuando como anti patógenos o pesticidas naturales. Las saponinas, actúan como anti nutrientes o tóxicos por ser muy amargo y poco agradable al paladar (Olezek, 1999; Calvo, 2006).

Hall *et al.* (2015) señala que el patrón trifoliado *Poncirus trifoliata* tiene un efecto repelente para *D. citri*. Esto podría ser fruto de distintos mecanismos de resistencia (antixenticos y/o antibióticos), como la presencia de tricomas en las hojas jóvenes, lo que sugiere un tipo de defensa física (Hall *et al.*, 2017).

En relación con las tasas reducidas de puesta en patrones trifoliados, se ha pensado que pueden estar involucradas kairomonas o metabolitos secundarios de las plantas (Robbins *et al.*, 2012).

2.7. Ciclo de vida

El período promedio de desarrollo, desde huevo hasta adulto, varía de 49,3 días a 15 °C hasta 14,1 días a 28 °C y los umbrales de temperatura baja para los instares del primero al quinto son de 11,7; 10,7; 10,1; 10,5 y 10,9 °C, respectivamente (Tsai y Liu, 2000).

A 25 °C el periodo de incubación de *D. citri* en *Citrus jambhiri* Lush; *C. aurantium* L.; *C. paradisi* Macfadyen y *M. paniculata* es de 4,1 a 4,2 días y la media de desarrollo del periodo ninfal, de 12,58 a 13,50 días. A esta temperatura *D. citri* puede completar su ciclo de vida en un periodo de 16,88 a 17,61 días (Tsai y Liu, 2000).

Según Pérez (2010) *D. citri* completó su desarrollo sobre *C. aurantifolia* y *M. paniculata* en las condiciones establecidas, con un promedio de $17,27 \pm 1,16$ y $17,3 \pm 1,31$ días, respectivamente. El periodo de incubación en *C. aurantifolia* fue de $3,39 \pm 0,797$ días y de $3,08 \pm 0,40$ días en *M. Paniculata*. El tiempo de desarrollo del estado ninfal fue de $14,3 \pm 1,30$ días en *M. paniculata* y en *C. aurantifolia*, $14,18 \pm 1,19$ días, los cuales no difirieron significativamente.

2.8. Picos poblacionales

La dinámica poblacional es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y mecanismos que los regulan. Esto permite estimar los niveles poblacionales de los organismos durante un determinado período ayudando a determinar las épocas más apropiadas para el control de una determinada plaga (Vargas y Rodríguez, 2013; Gerónimo *et al.*, 2013).

Algunos estudios realizados en distintos estados de México en limón Persa muestran que el comportamiento poblacional de *D. citri* varía, observándose picos estacionales en distintos meses del año, lo cual está correlacionado con factores que limitan o benefician a las poblaciones. Dentro de estos factores se pueden incluir el tipo de planta hospedera, la edad del árbol, la disponibilidad de brotes, y factores climáticos tales como la precipitación, la temperatura y la humedad relativa (Ortega-Arenas *et al.*, 2013). Las poblaciones de *D. citri* pueden verse influidas por la especie e incluso la variedad de su planta hospedera (Virginia, 2015).

Por otra parte en Argentina los picos poblacionales de *D. citri* en los cítricos están comprendidos en los meses de octubre, noviembre- diciembre y febrero-marzo (Aguirre, 2020).

En Cuba, los picos poblacionales están comprendidos en los meses de mayo a junio, en naranjo 'Valencia' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), y de abril a mayo en toronjo 'Marsh' (*Citrus paradisi* Macf.). Los adultos están presentes todo el año, con incrementos poblacionales principalmente en los meses de junio a agosto. La densidad poblacional de los huevos es mayor que la de las ninfas, y a su vez, la de éstas es mayor que la de los adultos, representando una estructura de clases por edades típica (González *et al.*, 2005).

2.9. Factores climáticos

Los factores climáticos como la temperatura, precipitación y humedad pueden influir directamente sobre las poblaciones de *D. citri* o indirectamente al afectar la producción de brotes de su planta hospedera (Ortega-Arenas *et al.*, 2013).

La temperatura es el factor medioambiental más importante que limita la distribución de *D. citri*, y también se relaciona estrechamente con la abundancia de psílicos en el campo (Aubert, 1987; González *et al.*, 2005). La temperatura ideal para el psílido asiático está entre 68 y 86 °F, a estas temperaturas los psílicos viven un promedio de 30 a 50 días y pueden poner de 300 a 750 huevos.

Cuando las temperaturas diarias son inferiores a 90 °F, la longevidad media de las hembras disminuye a menos de 30 días en el laboratorio, con un promedio de menos de 70 huevos por hembra (Tsai y Liu, 2000).

Las temperaturas entre 24 °C y 30 °C son más favorables tanto para la sobrevivencia de los adultos y su reproducción, como los adultos sobreviven de 30 - 50 días y las hembras depositan de 500 - 800 huevecillos a esas temperaturas. La producción del nuevo follaje por otra depende de la edad del árbol y condiciones ambientales y variedad de los cítricos (Raj-Buiner y Bloomquist, 2015).

D. citri, que soporta temperaturas superiores a los 30 °C, habitualmente se halla presente en el litoral y hasta una altitud de unos 500 metros (Bové, 2006)

y prácticamente no se encuentra en elevaciones de 1 300-1 500 m, debido probablemente a la presencia ocasional de escarchas (Aubert, 1987).

La humedad relativa es otro factor climático que influye sobre las poblaciones de *D. citri*. Aubert (1987) planteó que las poblaciones de *D. citri* no toleran la humedad cerca del punto de saturación, porque promueve epizootia fúngica.

Tsai y Lui (2000) señalan que la supervivencia de los adultos se incrementa con la humedad relativa y decrece con el aumento de la temperatura en un rango entre 15-30 °C, aunque *D. citri* es capaz de sobrevivir en rangos de HR tan bajo como de 7 a 33%, lo que sugiere que puede sobrevivir en regiones áridas.

Asimismo, valores de precipitación mensual superior a 150 mm disminuyen drásticamente la densidad de ninfas y huevos, debido a un efecto de remoción mecánica por el lavado de los brotes tiernos, quedando los estadios más frágiles completamente expuestos al impacto de la lluvia (Moschini *et al.*, 2010).

2.10. Manejo de *Diaphorina citri*

2.10.1. Control biológico

Depredadores

Existe un alto número de depredadores que se comportan como enemigos naturales de *D. citri*, y aunque no son específicos de la plaga, contribuyen a la reducción de sus poblaciones. En La Florida los coccinélidos son una de las familias más importantes en el control biológico de *D. citri*, los cuales ayudan a disminuir sus poblaciones de tales como: mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae); sírfidos (Diptera: Syrphidae), crisopas (Neuroptera: Chrysopidae y Hemerobiidae) y arañas (Araneae) (Michaud, 2002).

Por otra parte en Argentina, Aguirre (2020) cita como depredadores a los coccinélidos: *Olla v-nigrum* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L. y *Eriopes connexa* y los sírfidos: *Allograpta exótica* y *Pseudodurus clavatus*, alcanzando los coccinélidos niveles de importancia en invierno-primavera asociados a los áfidos y *D. citri*.

En Cuba, González *et al.* (2002) reportaron seis depredadores con importancia en el control biológico de *D. citri*: *C. sanguinea* (L.), *Chilocorus cacti* (L.),

Exochomus cubensis Dimn. y *Scymnus distinctus* Casey (Coccinellidae); *Chrysopa* sp. (Chrysopidae) y *Ocyptamus* sp. (Syrphidae). Estos depredadores se caracterizan por depredar preferentemente los estados de huevo y los estadios N1 y N2, con porcentajes de depredación de huevos de 33,3 a 41,46% y hasta 40% de N1. *C. sanguinea*, *C. cacti* y *E. cubensis* se observan alimentándose de *D. citri* con mayor frecuencia que otros integrantes del complejo de depredadores.

Entre los depredadores, se encontraron nueve especies pertenecientes a la familia Coccinellidae (Coleoptera), una a la familia Chrysopidae (Neuroptera) y una a la familia Anthocoridae (Hemiptera). En Isla Reunión, Nepal y La Florida sírfidos del género *Allograpta* han sido encontrados depredando *D. citri* (Aubert, 1987).

Parasitoides

En Ecuador Erraez *et al.* (2020) reportan a los parasitoides *Tamarixia radiata* Waterson y *Diaphorencyrtus* sp. (Hymenoptera). Las especies encontradas se encuentran entre los 101 artrópodos reportados en el mundo como enemigos naturales de *D. citri* (Hernández *et al.*, 2014, Kodo *et al.*, 2015 y Sánchez *et al.*, 2015). También en EE. UU se reportan los parasitoides *T. radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* Shafee, obteniéndose buenos resultados (López *et al.*, 2013).

En Cuba se detectó la presencia de *T. radiata* en mayo del 2000 (González *et al.*, 2007a). Está ampliamente distribuida y tiene un importante papel en el control natural de *D. citri*, manifiesta una especificidad y efectividad en el parasitismo de los estadios ninfales N3, N4 y N5 (30,72 a 97,26 %) (González *et al.*, 2003^a; 2005).

T. radiata se introdujo en Guadalupe en enero de 1999, importada de Isla Reunión, y se ha establecido al parecer con bastante éxito (Étienne *et al.*, 2002).

En Isla Reunión se logró un exitoso control con el empleo de los parasitoides primarios *T. radiata* y *D. aligarhensis*. El primero atacó 60 - 70% de las ninfas de *D. citri*, mientras que *D. aligarhensis* no excedió del 20% (Aubert, 1987).

Entomopatógenos

Las especies hongos patógenos ejercen un papel fundamental en la reducción de las poblaciones de *D. citri*, sobre todo durante los períodos de humedad relativa alta (Aubert, 1987; Étienne *et al.*, 2002).

En Cuba se informó el hongo *Hirsutella citriformis* Speare parasitando el adulto de esta plaga (González *et al.*, 2003b). En Indonesia, en un estudio en laboratorio, Dwiastuti y Kurniawati (2007), evaluaron la efectividad de *H. citriformis* sobre el psílido *Diaphorina citri* en el cultivo de los cítricos y observaron una mayor mortandad en los adultos de *D. citri* con relación a las ninfas y que la concentración más eficaz para matar a *D. citri* fue de 108 conidias por mililitro, con un promedio de 11,7 días para ocasionar su muerte.

2.10.2 Control químico

En la actualidad se realizan alrededor de 40 aplicaciones de diferentes insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades del limón mexicano, este hecho ha seleccionado la resistencia del psílido a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos (Osorio *et al.*, 2019) y la resurgencia de plagas secundarias (trips, escamas, ácaros) (Miranda, 2019). A diferencia de los insecticidas de amplio espectro, los insecticidas bioracionales, no causan una mortalidad de inmediato (Osorio *et al.*, 2019).

Los productos bioresiduales actúan en sinergia e incrementan la bioresidualidad (mortalidad total que incluye al producto químico más la mortalidad producida por factores biológicos (López y Villanueva, 2019).

En México Miranda *et al.* (2021) evaluaron insecticidas de bajo espectro para controlar las poblaciones del Psílido, lográndose reducir su población en 95,65%. El fenpyroximato mostró ser eficaz, se redujo la población de un 40,32-83,87%. También Ruíz *et al.* (2015) obtuvieron mayor mortalidad de *D. citri* con la aplicación de Imidacloprid e Imidacloprid + betacyflutrín.

Diversos insecticidas químicos y aceites derivados del petróleo han sido evaluados con *D. citri* con resultados alentadores. El insecticida sistémico Imidacloprid ha sido uno de los más empleados. Los aceites derivados del petróleo han demostrado un control efectivo de ninfas en condiciones de campo (Byrne *et al.*, 2018).

Pérez *et al.* (2016) en México obtuvo un porcentaje de mortalidad de ninfas de *D. citri* de 70,34% (\pm 13,37%) por aplicación de clorpirifos + aceite parafínico, mientras que con la aplicación sola de aceite parafínico fue de 39,40% (\pm 15,11%).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento y material vegetal utilizado

El trabajo se desarrolló en un área sembrada de tres cultivares de limones (*Citrus limon* Burn) cv. Eureka, Fino y Perrine, injertados sobre *Citrus volkameriana* (Pasq.) en etapa de fomento, de un año de edad, plantado a una distancia de 2 x 5 m, perteneciente a la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB), Jagüey Grande del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, localizado en el municipio Jagüey Grande, en la provincia Matanzas, Cuba. El estudio estuvo comprendido el período de septiembre de 2020 a agosto del 2021.

La siembra de los limones se realizó en agosto de 2020, sobre un suelo ferralítico rojo, cuarcítico (Hernández *et al.*, 2004), de textura arcillosa profunda, topografía llana y buen drenaje interno y externo.

Esta área experimental se encuentra ubicada entre los 22° 30' - 22°50' de latitud norte y los 81° 35' - 81° 51' de longitud oeste a una altitud de 13,25 msnm. El clima de esta zona se caracteriza por una temperatura media mensual de 14,4 °C en el mes más frío y de 33,4 °C en el mes más cálido, con el período lluvioso entre mayo y octubre, con precipitación media anual de 1 494 mm, humedad relativa promedio superior al 80% y 7,6 horas diarias de sol (Aranguren, 2009).

3.2. Comportamiento poblacional de *D. citri* y sus enemigos en tres cultivares de limoneros durante el período 2020-2021

Los limones se encuentran sembrados con un diseño de bloques al azar, ubicados en cuatro hileras, con una réplica de 10 plantas por cultivar, se encontraban bajo un sistema de riego localizado. Se realizaron observaciones visuales con una frecuencia quincenal y se contabilizó en 40 plantas fijas de cada cultivar con la utilización de una lupa de 10 x, los diferentes estados de desarrollo de *D. citri* [huevo, estadios ninfales (N₁, N₂, N₃, N₄ y 5₅) y adulto].

Además se contabilizaron los enemigos naturales presentes. En total fueron muestreadas 120 plantas de limón y para el análisis de los datos se promediaron los muestreos mensuales.

Los datos fueron transformados con la función $\sqrt{x+1}$ y fueron sometidos a un ANOVA de clasificación simple. Las medias fueron comparadas por el Test de Tukey HSD, para un nivel de significación del 5%, mediante ($p < 0.05$).

3.3. Preferencia de *D. citri* en relación a tres cultivares de limón

Los datos durante el período evaluado se transformaron como función $\sqrt{x+1}$ y se agruparon por estados y por cultivar, contabilizándose así la población total de *D. citri* huevos, ninfas y adultos por cultivar para determinar su preferencia en relación a los tres cultivares de limón. Se realizaron análisis de comparación de proporciones para determinar las diferencias entre el número total de psílidos presentes por cultivar.

3.4. Influencia del clima en los cultivares de mayor preferencia

Para determinar la influencia de los factores climáticos: temperatura, humedad relativa y precipitaciones, se tomaron los valores de estas climáticas registrados en la estación meteorológica de Jagüey Grande en el período de septiembre de 2020 a agosto de 2021. Los datos climáticos: temperatura (mínima, media, y máxima) y humedad relativa (media), acumulado de precipitaciones fueron analizados mediante el análisis de componentes principales a partir de una matriz de correlación.

3.5. Programa estadístico utilizado

Para la realización de los análisis se empleó el paquete estadístico STATISTICA (versión 6.0; StatSoft, Inc.1984-2001). Los datos obtenidos se transformaron con la función correspondiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diaphorina citri fue detectada en la Empresa de Cítricos “Victoria de Girón”, Jagüey Grande, Matanzas en el año 2000, este psílido vector del HLB se encuentra presente en todas las áreas de la empresa y sus diferentes estadios de desarrollo han sido observados provocando intensos daños en *Citrus aurantifolia* Swingle (limero Persa), *Citrus sinensis* (L) Osbeck (naranja Valencia), *Citrus paradisi* Macf. (toronjo), *Citrus reticulata* Blanco (mandarino).

Breve descripción de sus estadios de desarrollo.

Huevos: son de color amarillo intenso, tienen forma de pera con un extremo redondeado y el otro puntiagudo, lo cual le da la apariencia de diminutas peras.

Ninfas de los primeros estadios (N1 y N2): Son diminutas, de coloración amarillo claro. No presentan esbozos alares. Con los días aumentan de tamaño y se intensifica la coloración.

Ninfas de los últimos estadios (N3, N4 y N5): La coloración es más intensa., presentan esbozos alares, que aumentan su tamaño en dependencia con la edad. En general las ninfas se mueven lentamente sobre las hojas tiernas y el vástago, dejando como huella la cera que expulsan por la estructura anal.

Adultos: Miden de 2-3 mm, son activos saltadores y cuando son perturbados saltan a cortas distancias. Se encuentran formando grupos conjuntamente con las ninfas de diferentes edades. En reposo flexionan el primer par de patas, y forman un ángulo agudo de 30 °C con la superficie de la hoja. Las hembras de *D. citri* muestran una fuerte actividad de puesta en presencia de la brotación vegetativa foliar en punta de lanza, y depositan sus huevos en brotes menores de 0,2 cm. de longitud.

4.1. Comportamiento poblacional de *D. citri* y sus enemigos en tres cultivares de limoneros durante el período 2020-2021

4.1.1. Dinámica poblacional de *D. citri* en tres cultivares de limón

La dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuw., así como el comportamiento de los diferentes estados de desarrollo del insecto (huevos, ninfas y adultos) en los tres cultivares de limón se muestran en las figuras 1, 2, 3.

En la figura 1 se puede apreciar que se detectaron poblaciones de *D. citri* durante todo el período evaluado en el cultivar limón Fino, con excepción del mes de agosto de 2021 que no se detectaron poblaciones del psílido en el cultivar Fino. Resultados similares fueron observados por Pascua (2013) y Rodríguez (2008) en plantaciones de pomelo Marsh en Jagüey Grande, quienes encontraron poblaciones del psílido durante el período de evaluación.

También coinciden con los resultados observados por Yzquierdo *et al.* (2021) en México. Estos autores observaron poblaciones de *D. citri* en plantaciones de lima Persa, encontraron poblaciones del psílido a lo largo de todo el estudio. También Sánchez *et al.* (2015) en México en plantaciones de cítrico observaron la presencia de *D. citri* durante todo el período de estudio.

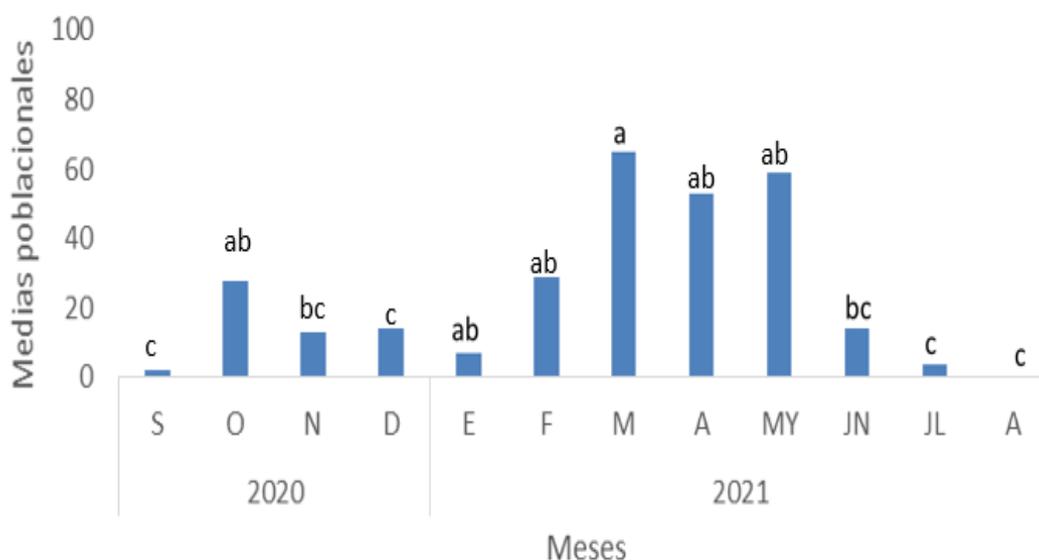


Figura 1. Fluctuación temporal de las poblaciones de *D. citri* en una plantación de limón cv. Fino (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021. Barras con letras diferentes difieren por el Test de Newman-Keuls ($p < 0.05$).

La fluctuación poblacional de este psílido en el cultivar limón Fino (figura 1) se caracterizó por presentar picos poblacionales en el mes de octubre de 2020, así como en los meses de febrero, marzo, abril y mayo del año 2021, observándose la mayor media en el mes de marzo (65,0).

Resultados similares observaron Muhammad *et al.* (2018) en Pakistán, quienes observaron los mayores picos poblacionales de ninfas y adultos del Psílido asiático de los cítricos en mandarina Kinnow en los meses de febrero, marzo y abril.

Por otra parte Díaz *et al.* (2007), refieren con respecto a la distribución temporal de *D. citri* en naranjo Valencia de la Isla de la Juventud, que no mantuvo altos niveles poblacionales, pero su mayor abundancia se observó en los meses de abril y mayo.

Las medias poblacionales más bajas se apreciaron en los meses de septiembre, noviembre y diciembre de 2020, así como en enero, junio, julio y agosto de 2021. Estos resultados se diferencian de los observados por Muhammad *et al.* (2018) en Pakistán, quienes observaron los mayores picos poblacionales de ninfas y adultos en naranja en el mes de febrero.

La figura 2 refleja el comportamiento de la población de *D. citri* en el limón Eureka. Como se puede apreciar se presentaron poblaciones del Psílido en todos los meses evaluados en el estudio. Resultados similares obtuvieron Chávez *et al.* (2016) en México, quienes señalan que *D. citri* estuvo presente durante todo el estudio con un incremento de su población en el mes de octubre con 51 individuos. También Yzquierdo *et al.* (2021) en México en una plantación de limón 'Persa', observó la presencia del psílido durante todo el estudio, variando la densidad de manera mensual con incrementos de su población en el mes de octubre.

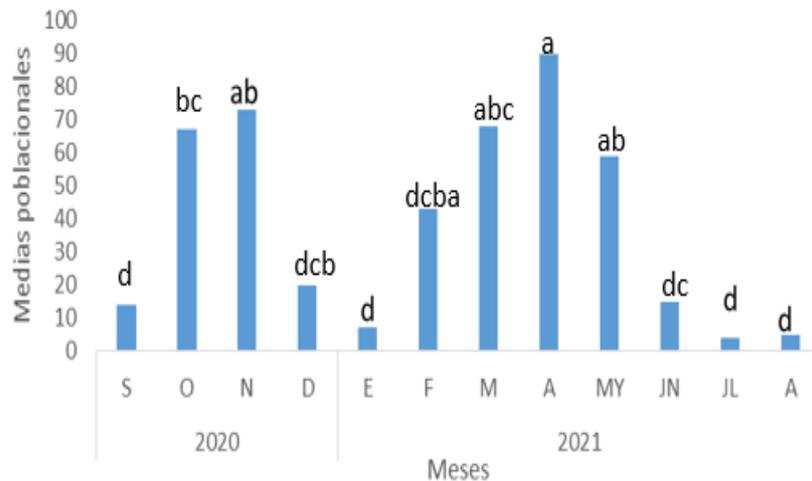


Figura 2. Fluctuación temporal de las poblaciones de *D. citri* en una plantación de limón cv. Eureka (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021. Barras con letras diferentes difieren por el Test de Newman-Keuls ($p < 0.05$).

Los mayores picos poblacionales de la plaga se aprecian en los meses de octubre, noviembre de 2020, febrero marzo, abril y mayo de 2021, encontrándose la mayor media poblacional en el mes de abril (90,0) de 2021.

Resultados similares observaron Robles *et al.* (2010) en plantaciones de limón mexicano de Colima en México, quienes apreciaron los mayores incrementos poblacionales de ninfas de *D. citri* en los meses de febrero, marzo y octubre.

Las menores incidencias de *D. citri* se observaron en los meses de septiembre y diciembre de 2020, así como en enero, julio y agosto de 2021. Resultados similares observaron Alvarenga *et al.* (2020) en Salvador, quienes encontraron las más bajas densidades de población del Psílido en el mes de septiembre para las tres fases de desarrollo, huevo, ninfa y adulto.

En la figura 3 se muestra la fluctuación poblacional de *D. citri* en el cultivar Perrine. La fluctuación poblacional de este psílido en el cultivar limón Perrine se caracterizó por presentar picos poblacionales en el mes de febrero, así como en los meses de marzo, abril y mayo de 2021, observándose la mayor

media en el mes de febrero (127,0), difiriendo estadísticamente esta media poblacional con relación a todos los meses evaluados.

Similares resultados observó Rodríguez (2008) en una plantación de pomelo Marsh en Jagüey Grande, quien señala que los mayores picos poblacionales de *D. citri* se presentaron en los meses de enero, abril y mayo, encontrándose la mayor media poblacional en el mes de abril (247,8).

Estos resultados difieren de los observados por Miranda *et al.* (2020), quienes señalan que *D. citri* se presenta durante todo el año y los máximos picos poblacionales ocurren en enero, mayo y julio en limón mexicano.

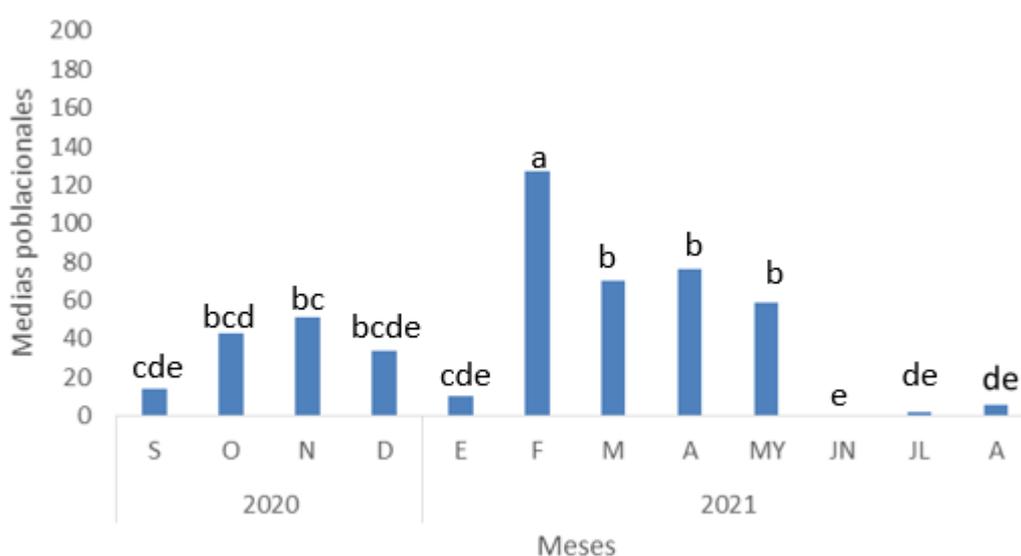


Figura 3. Fluctuación temporal de las poblaciones de *D. citri* en una plantación de limón cv. Perrine (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021. Barras con letras diferentes difieren por el Test de Newman-Keuls ($p < 0.05$).

Como se puede apreciar en la figura 4, los mayores índices de huevos en el cultivar Fino se observaron en octubre de 2020, marzo, abril y mayo de 2021, observándose los mayores valores en el mes de marzo.

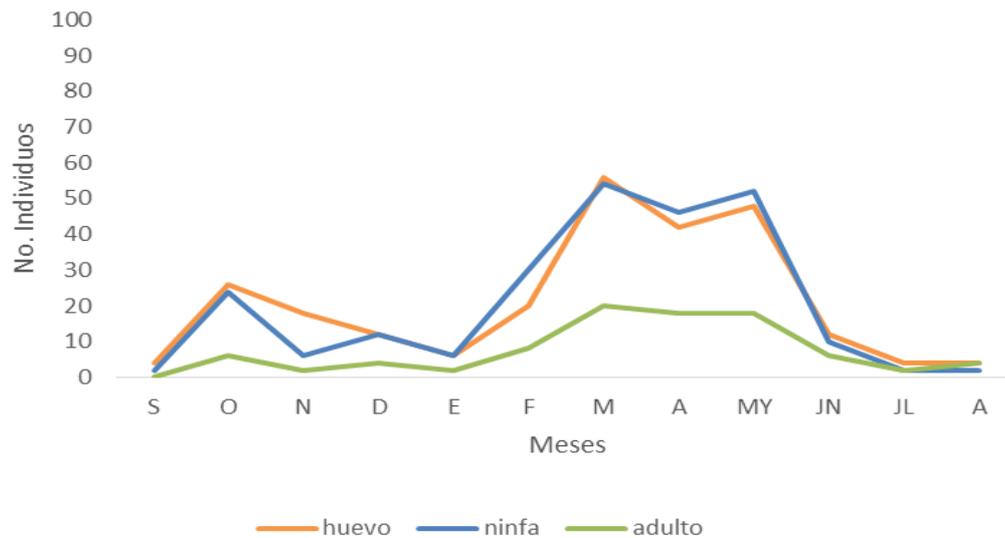


Figura 4. Comportamiento de los diferentes estadios de *D. citri* en el período enero-septiembre de 2020-agosto de 2021 en una plantación de limón cv. Fino (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021.

Resultados similares obtuvieron González *et al.* (2007a) en plantaciones cítricos, quienes observaron los mayores índices de huevos de *D. citri* se observaron en el mes de mayo. Los menores índices de huevos se apreciaron en septiembre y diciembre de 2020 y en enero y agosto de 2021.

Como se puede apreciar los mayores niveles poblacionales de ninfas de la plaga se observan en los meses de octubre y diciembre de 2020 y en febrero, marzo, abril y mayo de 2021. Las menores incidencias se observan en el mes de septiembre de 2020 y enero, julio y agosto de 2021.

González *et al.* (2008) en la provincia de Matanzas, en evaluaciones realizadas en plantaciones de pomelo Marsh, observaron mayor incidencia de *D. citri*, abril y mayo con más del 60% de ninfas.

Los adultos de *D. citri* estuvieron presentes todos los meses del año con excepción de septiembre de 2020, se contabilizaron un mayor número de ellos en los meses de marzo, abril y mayo de 2021. Estos resultados son similares a

los observados por González (2007c) en plantaciones cítricas en diferentes regiones del país.

La figura 5 muestra el comportamiento de los diferentes estadios de *D. citri* en una plantación de limón Eureka en etapa de fomento en Jagüey Grande. Los mayores índices de huevos en el cultivar Eureka se observaron en los meses de octubre y noviembre de 2020 y febrero, marzo, abril y mayo de 2021 y las menores incidencias se observan en los meses de septiembre de 2020, enero, junio, julio y agosto de 2021.

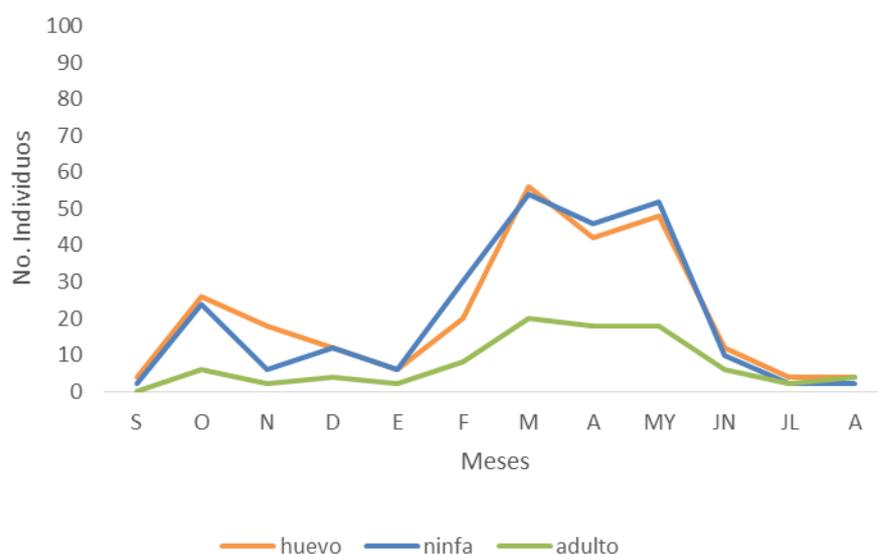


Figura 5. Comportamiento de los diferentes estadios de *D. citri* en el período enero-septiembre de 2020-agosto de 2021 en una plantación de limón cv. Eureka (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021.

Resultados similares observaron Robles *et al.* (2010) en plantaciones de limón mexicano de Colima en México, quienes apreciaron los mayores incrementos poblacionales de ninfas de *D. citri* en los meses de febrero, marzo y octubre.

Al analizar el comportamiento de la población de ninfas se puede apreciar que en este cultivar las mayores poblaciones se aprecian en los meses de octubre de 2020, febrero, marzo, abril y mayo de 2021 y los menores valores se

observan en septiembre y noviembre de 2020 y en enero, junio, julio y agosto de 2021.

En el caso de la población de adultos se presentaron durante todo el período evaluado, con excepción del mes de septiembre de 2020 que no se detectaron individuos, se observaron los mayores valores de individuos en los meses de marzo (20,0), abril (18,0) y mayo (18,0) de 2021. Estos resultados son similares a los observados por González (2007c) en plantaciones cítricas en diferentes regiones del país.

La figura 6 refleja la incidencia de los diferentes estadios de *D. citri* en una plantación de limón Perrine en etapa de fomento en Jagüey Grande. Los mayores índices de huevos se observan en los meses de octubre, noviembre de 2020 y febrero, marzo, abril y mayo de 2021 y las menores incidencias en septiembre y diciembre de 2020 y enero, junio, julio y agosto de 2021.

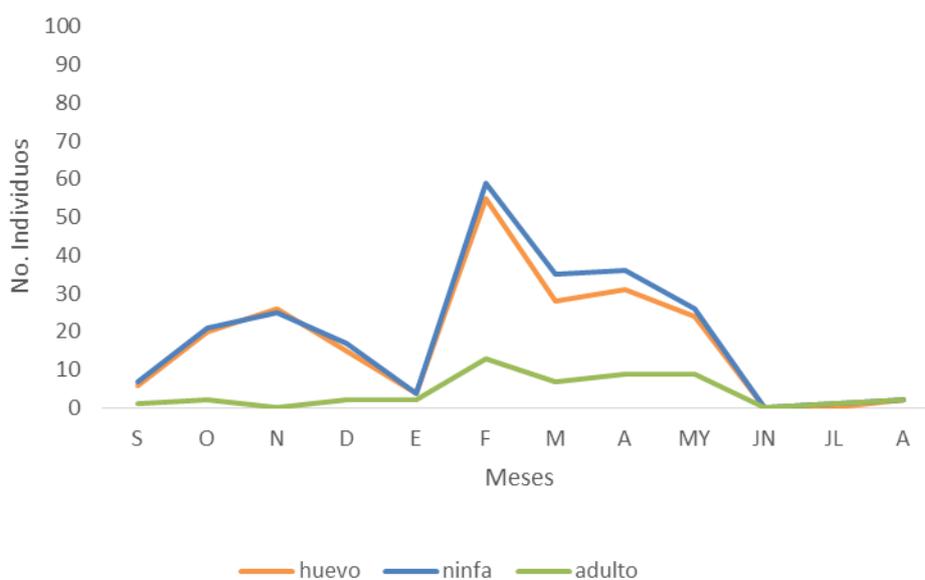


Figura 6. Comportamiento de los diferentes estadios de *D. citri* en el período enero-septiembre de 2020-agosto de 2021 en una plantación de limón cv. Perrine (*Citrus limon* Burn) en estado de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre-2020-agosto-2021.

Similares resultados observó Rodríguez (2008) en una plantación de pomelo Marsh en Jagüey Grande, quien encontró que los mayores picos poblacionales

de *D. citri* se presentaron en los meses de enero, abril y mayo, encontrándose la mayor media poblacional en el mes de abril (247,8).

Se puede observar que en el caso de las poblaciones de ninfas los mayores incrementos se aprecian en los meses de octubre, noviembre de 2020 y febrero, marzo, abril y mayo de 2021. Los menores incrementos se aprecian en septiembre y diciembre de 2020 y enero, junio, julio y agosto de 2021.

Estos resultados no coinciden con los observados por Rivera *et al.* (2018) en plantaciones de lima Persa en Guatemala, quien observó un crecimiento de las población de ninfas en el mes de septiembre hasta alcanzar 287 ninfas a inicio del mes de octubre.

La población de adultos fue baja y se presentaron durante todo el período evaluado. Estos resultados coinciden con los observados por Concepción *et al.* (2017), en una plantación de limón en México, quienes encontraron que adultos de *D. citri* se encontró durante el periodo de muestreo. Abril y noviembre fueron los meses que presentaron las mayores poblaciones y fue durante las etapas reproductivas cuando hubo mayor presencia. Éstas se vieron favorecidas por óptimas temperaturas y baja precipitación.

Durante el período evaluado se pudo observar que la densidad poblacional de huevos y ninfas de *D. citri* en los tres cultivares de limón fueron superiores a la de los adultos y las densidades poblacionales están estrechamente relacionadas a la disponibilidad de brotes susceptibles para el inicio de su ciclo biológico. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Henríquez *et al.* (2016) en Villa Altagracia en cítricos, quienes observaron que las densidades poblacionales del insecto siempre estuvieron relacionadas a la densidad poblacional y la disponibilidad de los brotes tiernos en cada cultivo.

Resultados similares fueron observados por Rodríguez (2008) en una plantación de pomelo 'Marsh' en la Empresa de Cítricos de Jagüey Grande.

4.1.2. Inventario de los enemigos naturales de *D. citri* Kuw. en áreas de limoneros

Los resultados obtenidos del inventario de enemigos naturales asociados a *D. citri* en tres cultivares de limón (L. Fino, L. Eureka y L. Perrine) durante el período de evaluación se pueden observar en la tabla 1. Como se puede observar en los tres cultivares de limón en el período evaluado (septiembre del 2020 a agosto del 2021), se detectaron dos biorreguladores, los cuales son depredadores: *Chrysopa* sp. (Familia: *Crysopidae*) y *Cycloneda sanguinea* (L).

Tabla 1. Enemigos naturales asociados a *D. citri* en tres cultivares de limón, en la Unidad Científico Tecnológica de Base, Jagüey Grande, Matanzas.

Cultivares	Enemigos naturales	
L. Fino	<i>Chrysopa</i> sp.	<i>C. sanguinea</i>
L. Eureka	<i>Chrysopa</i> sp.	<i>C. sanguinea</i>
L. Perrine	<i>Chrysopa</i> sp.	<i>C. sanguinea</i>

Villanueva y Vargas (2017) señala que la familia perteneciente a Neuroptera y conocidas como crisopas, se caracterizan por ser depredadores verdes de cuerpo blando. Sus larvas son conocidas como "carga basuras" y son depredadores de *D. citri* junto a otros insectos plaga, incluyendo áfidos, trips, moscas blancas, ácaros y lepidópteros.

Miranda *et al.* (2020) señala que existe un amplio gremio de enemigos naturales que atacan a *D. citri*, como *T. radiata*, *C. rufilabris*, *C. cincta*, *C. sanguinea*, *H. convergens*, *O. v-nigrum*, *Z. renardii* y diferentes especies de arañas. Los depredadores más abundantes fueron las crisopas *C. rufilabris* y *C. cincta*.

En Tuxpan, Veracruz, México se reportan como depredadores específicos de adultos a *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) y *Curinus coeruleus* (Mulsant), los cuales se encuentran presentes y son utilizados como controladores biológicos de *D. citri* (González *et al.*, 2012).

Según Postali *et al.* (2016), la especie que se ha observado como depredador generalista de ninfas de *D. citri* es *Harmonia axyridis* (Pallas), por lo que se ha implementado en los cítricos extensivos de Florida, Estados Unidos.

En las tablas 2 y 3 se observa la distribución temporal de *Chrysopa* sp. y *C. sanguinea* en el período evaluado (septiembre 2020-agosto 2021), en tres cultivares de limón.

Tabla 2. Distribución temporal de *Chrysopa* sp. en tres cultivares de limón en la Unidad Científica Tecnológica, Jagüey Grande Matanzas.

Cultivares	Meses											
	S	O	N	D	E	F	M	A	MY	JN	JL	Ag
L. Fino			X					X				X
L. Eureka	X					X					X	
L. Perrine			X					X				X

Como se puede apreciar en la tabla 2, el depredador *Chrysopa* sp., en el cultivar L. Fino se presentó en los meses de noviembre del 2020, abril y agosto del 2021. En el cultivar Eureka se presentó en los meses de septiembre del 2020, febrero y julio del 2021 y en el cultivar Perrine se presentó en los meses noviembre del 2020, abril y agosto del 2021.

Estos resultados coinciden con los observados por Rodríguez (2008) en una plantación de Pomelo Marsh en Jagüey Grande, quien encontró que el depredador *Crysopa* sp. manifestó una menor permanencia en el cultivo, mientras que la especie *Chilocorus cacti* (L) se presentó en todo el período de estudio.

Por otra parte, Virginia (2015) en México además del parasitoide exótico *Tamarixia radiata*, identificó siete enemigos naturales nativos asociados a *D. citri* en limón persa; éstos incluyen a seis depredadores generalistas *Ceraeochrysa* sp., *Chilocorus* sp., *Cycloneda sanguinea*, la hormiga

Pseudomyrmex gracilis, una especie de la familia Mantidae, el género *Lyssomanes* sp., y un hongo entomopatógeno, *Isaria* sp.

En China, Irán y México se reportan los depredadores *Chrysopa pallens* (Rambur), *Chrysoperla carnea* (Stephens) y *C. rufilabris* (Burmeister), (Kondo *et al.* 2015).

Como se puede apreciar en la tabla 3 el depredador *C. sanguinea*, en el cultivar Fino se presentó en los meses de diciembre 2020, marzo y abril del 2021. En el cultivar Eureka se presentó en los meses de noviembre del 2020 y febrero del 2021 y en Perrine se presentó en los meses de noviembre del 2020, marzo y julio del 2021.

Tabla 3. Distribución temporal de *C. sanguinea* en tres cultivares de limón en la Unidad Científica Tecnológica, Jagüey Grande, Matanzas.

Cultivares	Meses											
	S	O	N	D	E	F	M	A	MY	JN	JL	A
L. Fino				X			X	X				
L. Eureka			X			X						
L. Perrine			X				X				X	

En Cuba González *et al.* (2002) identificaron como enemigos naturales de *D. citri* sobre diferentes hospederos cítricos y regiones del país, los depredadores: *Cycloneda sanguinea* (L) *Chilocorus cacti* (L), *Exochomus cubensis* Dimn y *Scymnus distinctus* Casey (Familia: Coccinellidae); *Crysopa* sp (Familia: Crysopidae) y *Ocyptamus* sp. (Familia: Syrphidae), el parasitoide de la familia Eulophidae *Tamarixia radiata* Watertown y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare.

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los referidos por González *et al.* (2002) para nuestro país así como con los reportados por diferentes autores a nivel internacional.

4.2. Preferencia de *D. citri* en relación a tres cultivares de limón

La figura 7 muestra la preferencia de *D. citri* por los tres cultivares de limón (Fino, Eureka y Perrine) en Jagüey Grande. Se puede observar la presencia del psílido en los tres cultivares cítricos, observándose la mayor preferencia del insecto en los cultivares Eureka (465 individuos) y Perrine (492 individuos). Al realizar el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre ellos. El cultivar de menor preferencia al ataque del psílido resultó ser el limón Fino.

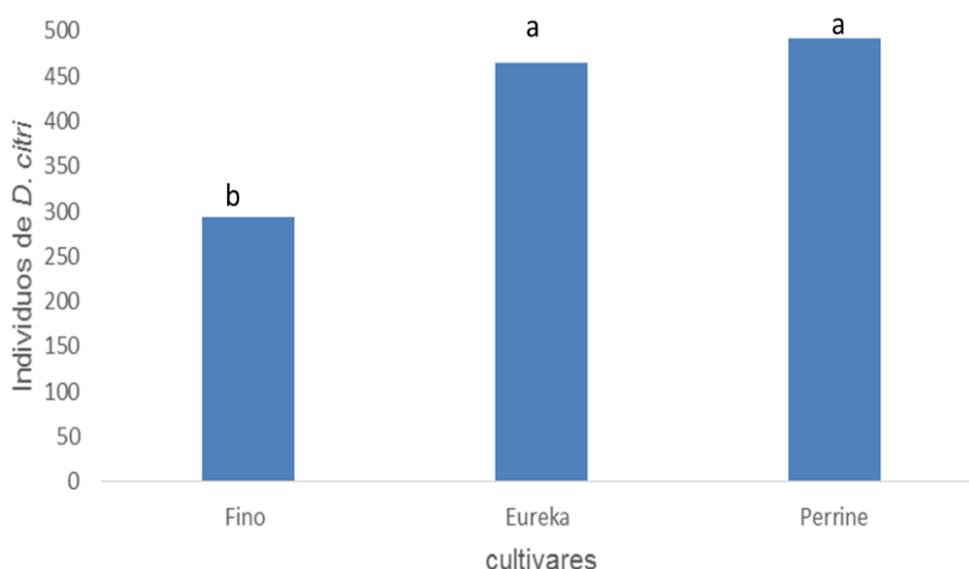


Figura 7. Preferencia de *D. citri* por cultivares de limón (*Citrus limon* Burn). Período septiembre de 2020 – agosto de 2021.

Respecto a la explicación de que unos cultivares sean de más susceptibles o tolerantes al ataque de *D. citri* pudiera estar relacionado con la presencia en cada uno de los tres cultivares de limón de metabolitos secundarios que actúan como atrayentes o repelentes de insectos, lo que explicaría mejor tolerancia o susceptibilidad de estas ante la presencia del insecto.

Olezek, (1999) identifica a los taninos, fenoles, alcaloides, saponinas, terpenos y esteroides como repelentes de insectos actuando como anti patógenos o pesticidas naturales. Las saponinas, actúan como anti nutrientes o tóxicos por ser muy amargo y poco agradable al paladar (Olezek, 1999; Calvo, 2006).

Hall *et al.* (2015) señalan que el patrón trifoliado *Poncirus trifoliata* tiene un efecto repelente para *D. citri*. Esto podría ser fruto de distintos mecanismos de resistencia, como la presencia de tricomas en las hojas jóvenes, lo que sugiere un tipo de defensa física (Hall *et al.*, 2017).

En relación con las tasas reducidas de puesta en patrones trifoliados, se ha pensado que pueden estar involucradas kairomonas o metabolitos secundarios de las plantas (Robbins *et al.*, 2012).

Abigail y Genao (2018) en un estudio sobre la dinámica poblacional de *D. citri* en tres cultivares cítricos en Honduras, determinaron que *D. citri* se encuentra y se desarrolla en las tres especies de cítricos evaluados. Sin embargo, la captura de *D. citri* fue mayor en árboles de naranja (79%), seguido de limón (13%) y de mandarina (8%).

Urbaneja *et al.* (2020) al evaluar en condiciones de laboratorio la susceptibilidad de diferentes patrones cítricos a *D. citri* determinaron que el patrón citrange Carrizo y naranjo amargo tuvieron un mayor índice de puesta. Los experimentos de semi-campo confirmaron que citrange Carrizo es un patrón extremadamente favorable para el desarrollo y la reproducción de *D. citri*.

4.3. Influencia del clima en las poblaciones de *D. citri* en los cultivares de mayor preferencia

La tabla 4 refleja el análisis de los componentes principales teniendo en cuenta los factores climáticos en el cultivar limón Eureka. Se puede observar que con solo dos componentes se puede explicar el 93,92% de la variación total de la densidad poblacional.

Tabla. 4. Contribución de las variables seleccionadas en el análisis de componentes principales. Matriz de correlación.

Variables	Componente 1	Componente 2
Temperatura máxima media (°C)	-0,996600	0,006178
Temperatura mínima media (°C)	-0,997734	0,045782
Temperatura media (°C)	0,997834	0,019677
Precipitaciones (mm)	0,926425	0,017606
Humedad relativa media (%)	0,7846	0,516459
Autovalor	4,102045	1,527634
Variación total (%)	68,36742	25,46056
% Acumulativo	68,3674	93,8280

La primera componente explica el 68,36 % de la variación total de la densidad poblacional de *D. citri*, siendo la temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, humedad relativa media y las precipitaciones, las variables de mayor contribución.

Estos resultados coinciden con los observados por Alvarenga *et al.* (2020) en Salvador, quienes encontraron que la temperatura y la humedad relativa están directamente relacionadas con los estadios ninfas, huevos y adultos y la precipitación, y 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.

El rango óptimo de temperatura para el desarrollo poblacional de *D. citri* es de 25 a 28 °C (Tsai y Lui, 2000), y temperatura de 32 °C o superiores pueden provocar un descenso en la población del insecto (Bové, 2006).

La figura 8 muestra la relación entre las temperaturas mínimas y máximas medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Eureka

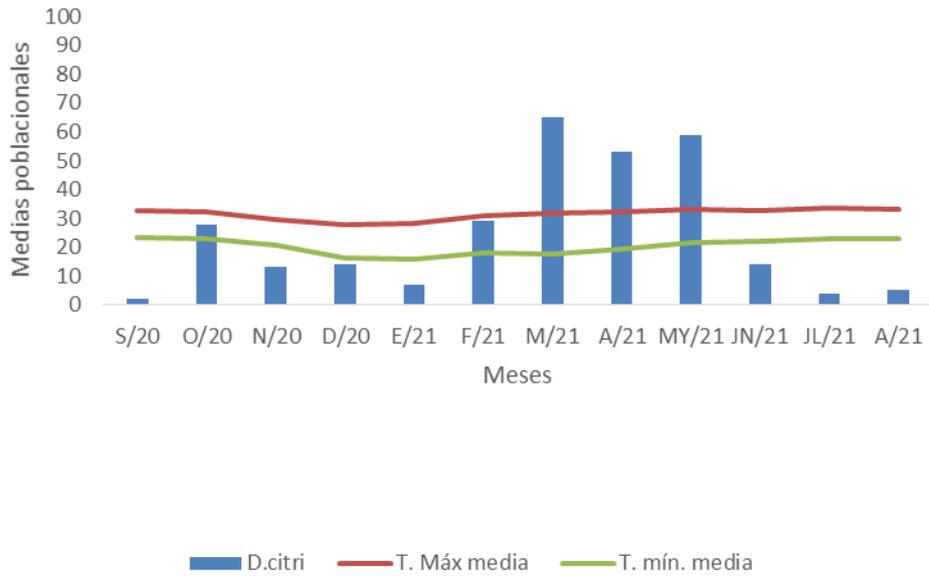


Figura 8. Relación entre las temperaturas mínimas y máximas medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Eureka en etapa de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre 2020-agosto 2021.

La figura 9 muestra la relación entre la fluctuación poblacional de *D. citri* y los acumulados de precipitaciones en los meses evaluados en limón Eureka.

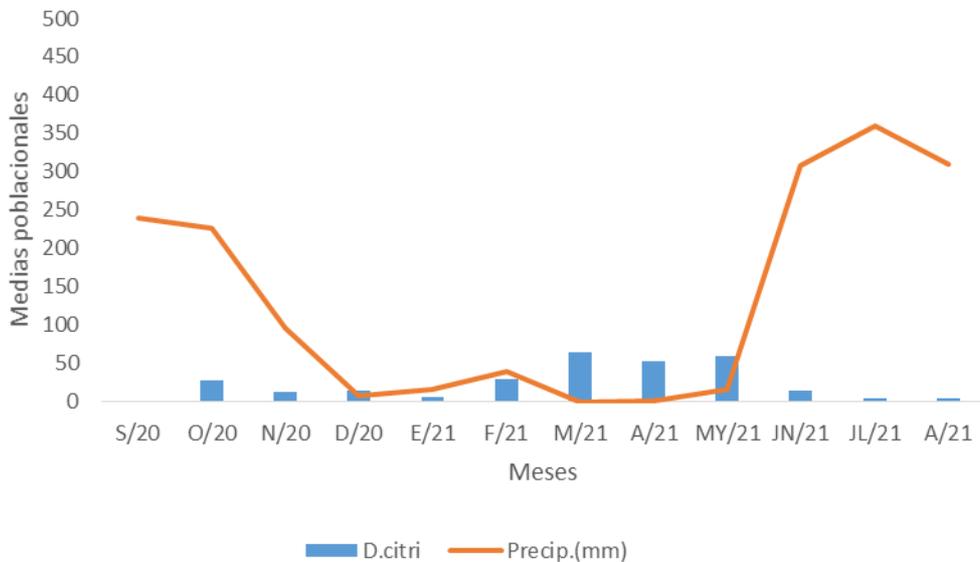


Figura 9. Relación entre las precipitaciones medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Eureka en etapa de fomento en Jagüey Grande Matanzas. Período septiembre 2020-agosto 2021.

Se puede observar que en los períodos comprendidos entre septiembre-octubre de 2020 y junio-agosto de 2021 se registraron acumulados de precipitaciones entre 227 a 359,1 mm, lo que coincide con bajos niveles poblacionales del Psílido. Los resultados obtenidos en este trabajo indican que las precipitaciones que se produjeron tuvieron un efecto negativo sobre los diferentes estados de desarrollo de *D. citri* en el cultivar limón Eureka.

Estos resultados no coinciden con los observados por Henríquez *et al.* (2016), en Villa Altagracia, quienes encontraron una correlación baja entre la temperatura y las lluvias con la población de *D. citri*.

Resultados similares observaron Chávez *et al.* (2016) en México en una plantación de limón Persa, quienes encontraron una correlación entre la precipitación y la abundancia de *D. citri*, ya que observaron que en los meses de junio hasta septiembre se registraron las precipitaciones más altas afectando significativamente la abundancia de *D. citri*.

La figura 10 refleja la relación entre la humedad media y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Eureka

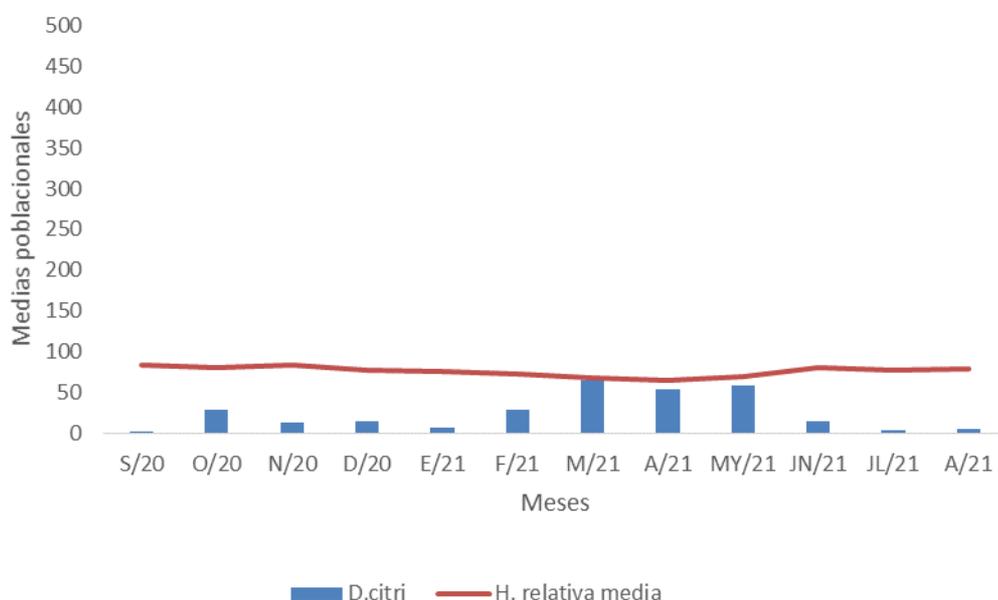


Figura 10. Relación entre la humedad media y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Eureka en etapa de fomento en Jagüey Grande Matanzas. Período septiembre 2020-agosto 2021.

La tabla 5 refleja el análisis de los componentes principales teniendo en cuenta los factores climáticos en el cultivar limón Perrine. Se puede observar que con sólo dos componentes se puede explicar el 92,13 % de la variación total de la densidad poblacional.

Tabla 5. Contribución de las variables seleccionadas en el análisis de componentes principales. Matriz de correlación.

Variables	Componente 1	Componente 2
Temperatura máxima media(°C)	-0,990026	-0,036481
Temperatura mínima media (°C)	-0,995349	-0,009905
Temperatura media (°C)	-0,993279	0,013047
Precipitaciones (mm)	0,922706	0,020182
Humedad relativa media (%)	-0,828225	0,424458
Autovalor	3,801900	1,726099
Variación total (%)	63,36500	28,76832
% Acumulativo	63,3650	92,1333

La primera componente explica el 63,36 % de la variación total de la densidad poblacional de *D. citri*, siendo la temperatura máxima media, temperatura mínima media, temperatura media, las precipitaciones y la humedad relativa media, son las variables de mayor contribución.

La figura 11 refleja la relación entre las temperaturas mínima y máxima medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Perrine

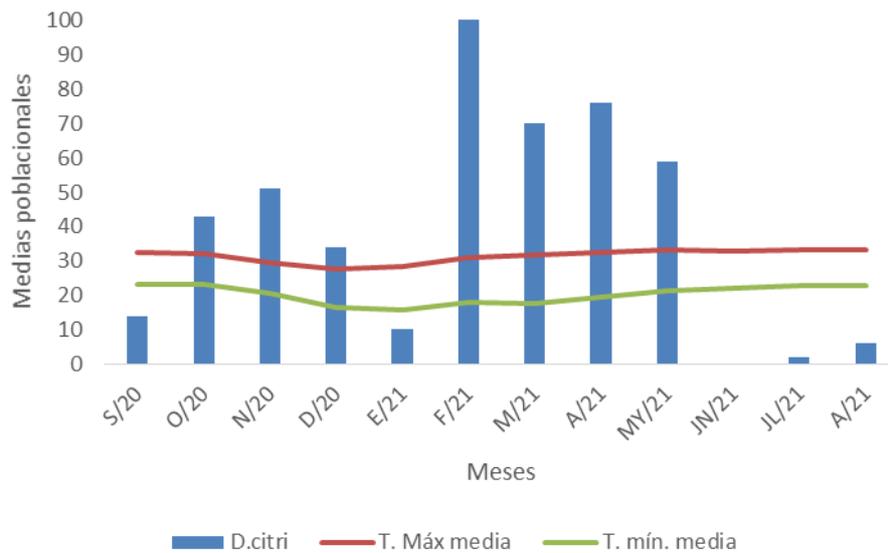


Figura 11. Relación entre las temperaturas mínimas y máxima medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Perrine en etapa de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre 2020-agosto 2021.

La figura 12 muestra la relación entre la fluctuación poblacional de *D. citri* y los acumulados de precipitaciones en los meses evaluados en el cultivar Perrine. Se puede observar que en los períodos comprendidos entre junio-agosto de 2021 se registraron acumulados de precipitaciones entre 310,2 a 359,1 mm, que coinciden con muy bajos niveles poblacionales de *D. citri*. Los resultados sugieren que las precipitaciones que se produjeron tuvieron un efecto negativo sobre los diferentes estados de desarrollo de *D. citri*.

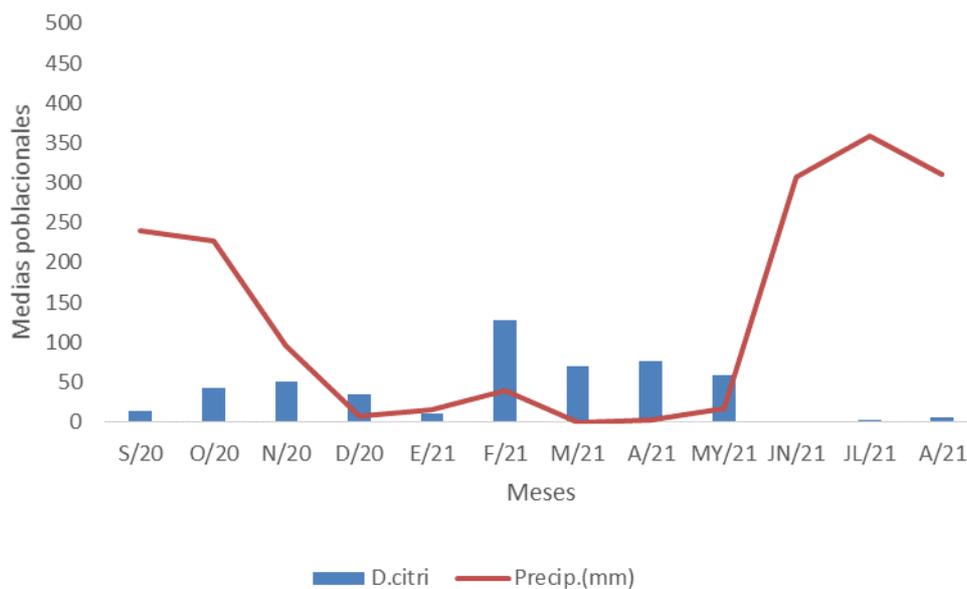


Figura 12. Relación entre las precipitaciones medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Perrine en etapa de fomento en Jagüey Grande Matanzas. Período septiembre 2020-agosto 2021.

Ovando y Velázquez (2013) en México, observaron una disminución de adultos del psílido en presencia de altas precipitaciones debido a que las lluvias son capaces de lavar y arrastrar a los adultos.

La figura 13 refleja la relación entre las temperaturas mínima y máxima medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Perrine.

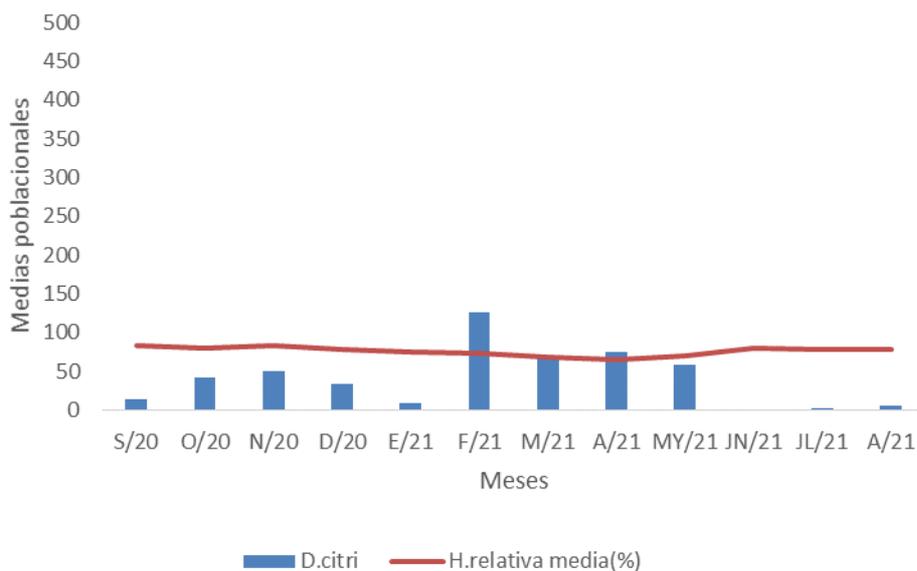


Figura 13. Relación entre las temperaturas mínimas y máxima medias mensuales y la fluctuación poblacional de *D. citri* en una plantación de limón Perrine en etapa de fomento en Jagüey Grande, Matanzas. Período septiembre.2020-agosto.2021.

Los resultados de este estudio coinciden con los observados por Quijano-Carranza (2013), quien plantea que el tiempo es un componente crítico para la evaluación de la distribución potencial de una plaga o enfermedad, dada la gran influencia que la temperatura, la precipitación, la humedad atmosférica y la luminosidad ejercen directa e indirectamente sobre la fenología, reproducción y dispersión de estos organismos, así como con los obtenidos por Baño *et al.* (2015), estos autores señalan que la existencia de factores como la temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitaciones y niveles nutricionales de las plantas influyen en las variaciones de las poblaciones del vector en Cuba.

5. CONCLUSIONES

- Las mayores densidades poblacionales de *D. citri* fueron observados en períodos de nuevas brotaciones, fundamentalmente en octubre de 2020, febrero (Fino, Eureka y Perrine), marzo (Eureka y Perrine), abril y mayo (Fino, Eureka y Perrine) de 2021.
- Se identificaron como enemigos naturales de *Diaphorina citri* en la región de Jagüey Grande, los depredadores: *Cycloneda sanguínea* L. y *Chysopa sp.*
- Los cultivares de mayor preferencia al ataque del Psílido son Eureka y Perrine.
- Los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) contribuyen a las fluctuaciones poblacionales del psílido.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar estudiando el comportamiento de *Diaphorina citri* y sus enemigos naturales, así como la evaluación de la preferencia de su ataque a cultivares de cítricos, para adecuar la estrategia de manejo del complejo patógeno- vector en Jagüey Grande, Matanzas.
- Contribuir con los conocimientos adquiridos sobre *D. citri* a la capacitación del personal relacionado con la actividad del cultivo en la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abigail, C. y Genao, V. 2018. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en naranja, mandarina y limón y exploración de controladores biológicos en el Valle del Yeguaré, Honduras. Proyecto especial de graduación en opción al título de Ingeniera Agrónoma en el Grado Académico de Licenciatura.
- Aguirre, M. y Alcides, R. 2020. Estrategias MIP para el Manejo de *Diaphorina citri*: vector de HLB. Entomología EEA INTA Bella Vista. ciclo de seminarios virtuales, IPAVE- UFYMA/IFRGV- AUDEA .Ministerio de Agricultura y Pesca.
- Alvarenga-Navarrete, L. A.; Campos, L. J.; González, J. T.; Menjívar, R. A. y Cuadra, E. J. 2020. Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemiptera: Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia* Tanaka) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador, Agrociencia. IV(17): 47-54.
- Anónimo, 2021. Los principales productores de cítricos del mundo [en línea]. Disponible en: <https://citricas.com/los-principales-paises-productores-de-citricos-del-mundo>. [Consulta: enero, 17 2022].
- Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- Aubert, B. 1987. Trioza erytrae Del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. Fruits 42: 149-162.
- Baños, H. L.; Baños, I.; Díaz, I.; Miranda, H., Sánchez, A.; Chico, R. M. y Martínez, A. 2020. Parámetros poblacionales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) y *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) en condiciones naturales. Protección Vegetal. 30(1): 30-39.

- Batista, L.; González, G. y Peña, I. 2012. Manejo de las enfermedades emergentes de las plantas. Casos de estudio en la citricultura cubana. *CitriFrut*. 29(2): 3-7.
- Beozzo, R. 2010. La epidemiología del huanglongbing y sus consecuencias en el manejo de la enfermedad. Memorias. Versión Digital. II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. La Habana.
- Bernal, R. 1991. *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) Nuevo insecto detectado en montes cítricos en el área de salto, Uruguay. INIA. Hocha de Divulgación. 25: 1-2.
- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging century-old disease of citrus. *Journal of plant pathology*. 88 (1): 7-37.
- Byrne, F. J.; Grafton, E. E.; Morse, J. G.; Olguin, A. R.; Wilen, Ch.; Bethke, J. y Daugherty, M. P. 2018. Assessing the risk of containerized citrus contributing to Asian citrus psyllid (*D. citri*) spread in California: Residense time and insecticide residues at retail nurse outlets. *Crop Protection*. 109: 33-41.
- Calvo, M. 2006. Bioquímica de los alimentos [en línea]. Disponible: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/toxico>. [Consulta: marzo, 15 2021].
- Capoor, S. P.; Rao, D. G. y Visvanath, S. M. 1974. Greening disease of citrus in the Deccan Trap country and its relationship with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama. In: Proc. 6th IOVC Conf., Univ. Calif., Div. Agri. Sci., Richmond. p. 43-49.
- Cermeli, M.; Morales, P. y Godoy, F. 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *D. citri* (Kuw) (Hemiptera : Psyllidae en Venezuela Boletín Entomología Venezolana. 15: 235- 243.
- CESAVE. 2019. Estrategia Regional para el control de *Diaphorina citri* en Hermosillo, Sonora [en línea]. Disponible en: [http://www.cosave.org/sites/default/files/ficha%20C3 %A9cnica%20% de %Diaphorina20%citri.pdf](http://www.cosave.org/sites/default/files/ficha%20C3%20-%20-%20de%20Diaphorina%20citri.pdf). [Consulta: enero, 6 2022].

- Concepción, J. C.; Aguilar, J. A., Catalán, G. y Ayvar, S. 2017. Fluctuación poblacional del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano en Acapulco, Guerrero. Acta Agrícola y pecuaria. 3(2): 58-60.
- Costa Lima, A. M. 1942. Homopteros. Insetos do Brazil. Esc. Nac. Agron. Min. Agricultura. 327 p.
- Chávez, J. A.; Flores, G. L.; Gómez, A. R. L. y Baruch, C. 2016. Distribución temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) en limón Persa *Citrus latifolia* Tanaka) en el municipio de Sinaloa, Sinaloa. Entomología Mexicana. (3): 324-329.
- Díaz, M. E.; Fernández, M.; Miranda, I.; Pérez, J. y Garcia, H. 2007. Distribución Temporal de *Phyllocnistis citrella* Stainton y *Diaphorina citri* Kuwayama en plantaciones de naranjo Valencia en la Isla de la Juventud. Memorias II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical.
- Dwiastuti, M. E. y Kurniawati, M. Y. 2007. The Efectivity of Entomopathogen of *Hirsutella citriformis* (Deuteromycetes: Moniliales) on Psyllid *Diaphorina citri* Kuw.
- Erráez, M.; Mazón, M.; Troya, H. y Valarezo, D. 2020. Identificación y evaluación de la incidencia de insectos y hongos benéficos asociados a *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) en plantas traspatio (*Citrus* spp. y *Murraya paniculata*) del cantón catamayo (Loja - Ecuador). Científica Ecuatoriana. 7(1): 25-33.
- Étienne, J.; Quilici, S., Marival, D. y Franck, A. 2002. Controle biologique de *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) a la Reunion et en Guadeloupe au moyen de *Tamarixia radiata* (Hym., Eulophidae) Atelier regional d'information sur la situation phytosanitaire des agrumes dans la Caraibe. Guadeloupe. 1-8 p.
- FAO (Organizaciones de las Naciones para la Alimentación y Agricultura). 2015. Situación mundial del cultivo de los cítricos [en línea]. Disponible en: www.fao.org [Consulta: enero, 3 2022].

- French, J. V.; Kahlke, C. J. y Da Graça, J. V. 2001. First record of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), in Texas. *Subtropical Plant Science*. 53: 14-15.
- García, Y.; Ramos, Y. P.; Sotelo, Y. y Kodo. 2016. Biología de *D. citri* (Hemiptera: Lividae, bajo condiciones de invernadero en Palmira, Colombia. *Colombiana de Entomología*. 42(1): 36-42.
- Gerónimo, V.; Sánchez, S.; Bautista, N.; Pérez de la Cruz, M. y Mendoza, J. H. R. 2013. Fluctuación poblacional de *Clastoptera laenata* (Hemiptera: Clastopteridae) en el cultivo del cacao en Tabasco, México. *Fitosanidad*. 17(3): 131-137.
- González, C.; Gómez, M.; Pérez, L.; Hernández, D.; Tapia, J. L.; Fernández, M.; Vera, A. y Rodríguez, O. 2008. *D. citri* kuw (Hemiptera: Psyllidae). Incidente and control in cuba citri cultura. Program and Abstracts of the Internacional Society of citricultura. XI. Congr. China.
- González Fernández, C.; Rodríguez, J. L. y Hernández, D. 2007a. Presencia y control de *D. citri* en la citricultura cubana. Evento de Fruticultura Tropical.
- González Fernández, C.; Rodríguez, J. L. y Hernández, D. 2007b. *Triphasia trifolia* (Burn) (Dicotiledonea: Rutacea) nuevo hospedero de *Diaphorina citri* (kuw) Hemiptero Psyllidae en Cuba. *Citrifrut*. 24(2): 24-28.
- González, J.; Castellanos, I.; Fucikovskiy, L.; López, M. y Sánchez, G. 2012. Coccinélidos como potenciales enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, México [en línea]. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12097> [Consulta: septiembre, 11 2021].
- González, C.; Gómez, M.; Hernández, A.; Tapia, J. y Batista, I. 2007c. *Diaphorina citri* (kuw) (Hemiptera: Psyllidae), behaviour and natural enemies in Cuba citricultura. Program and Abstracts of the XVII 10 cu, Adana, Turkey: 180.
- González, C.; Borges, M.; Hernández, D. y Rodríguez, J. 2003b. Inventory of natural enemies of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Cuba. *Proc. International Soc. Citiculture*. 9: 859.

- González, C.; Hernández, D.; Tapia, J. L. y Beltrán, A. 2003a. Permanencia y efectividad de *Tamarixia radiata* Waters. (Hymenoptera: Eulophidae) como enemigo natural de *Diaphorina citri* Kuw. en naranjo Valencia. Evento Agrocentro/2003 (CD).
- González, C.; Hernández, D.; Cabrera, R. I. y Tapia, J. R. 2005. *Diaphorina citri* Kuw., inventario y comportamiento de los enemigos naturales en la citricultura cubana [en línea]. Disponible en: www.fao.org/docrep. [Consulta: septiembre, 11 2021].
- González, C.; Hernández, D. y Rodríguez, J. L. 2002. Influencia de los enemigos naturales en el comportamiento de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos de Cuba. *Protección Vegetal*. 17(3): 2002.
- Halbert, S. E. y Manjunath, K. L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. *Fla. Entomol.* 87(3): 330-353.
- Halbert, S. E. y Nuñez, C. 2004. Distribution of the Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. *Florida Entomologist*. 87(3): 401-402.
- Hall, D. G.; Ammar, E. O.; Bowman, K. D. y Stover, E. 2017. Epifluorescence and stereomicroscopy of trichomes associated with resistant and susceptible host plant genotypes of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae), vector of citrus greening disease bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus*. *Plant Disease*, 101, 5663.
- Hall, D. G.; George, J. y Lapointe, S. L. 2015. Further investigations on the transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by the Asian citrus psyllid. *Crop Prot* 72, 112118
- Henriquez, L.; Navarro, D. J.; Morales, S.; Dastardo, R. H. y Reyes, M. 2016. *Diaphorina citri* Kuwayama 1908, en el cultivo de los cítricos en Villa Altagracia, República Dominicana. *Novitates Caribaeae*. 1(10): 52-62.
- Hernández, A.; Ascanio, M.; Cabrera, A.; Morales, M. y Medina, N. 2004. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con World Reference Base. In: Conferencia en Postgrado de Clasificación de suelos, Universidad Agraria de La Habana. 14 p.

- Hung, T. H.; Hung, S. C.; Chen, C. N.; Hsu, M. H. y Su, H. J. 2004. Detection by PCR of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium causing citrus huanglongbing in vector psyllids: application to the study of vector-pathogen relationships. *Plant Pathology*. 53: 96-102.
- Kondo, T.; Tauber, C.; Guzman, Y. C.; Mondragón, A. y Forero, D. 2015. A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) in the Department of Valle del Cauca, Colombia and the World. *Insecta Mundi*. 0457: 1-14.
- Lerma Carbajal, J.; Ibarra, A. R.; Galván, V.; Martínez de la Cerda, J., Rodríguez, G. A., Tellez, V. y Galicia, J. P. 2015. Situación de la Citricultura en Nueva León. Nueva León - México.
- López, D. E. y Villanueva, J. J. A. 2019. Podrá *Ceraeochrysa valida* reducir la población de *Diaphorina citri*. Memoria XLII Congreso Nacional de Control Biológico, Veracruz.
- López-Collado, J.; López, J. I.; Robles, P. L.; Marquez, M. 2013. Geographic distribution of habitat, development, and population growth rates of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in Mexico. *Journal of Insect Science*.13: 1-17.
- Michaud, J. P. 2002 Biological control of Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Florida: A preliminary report. *Entomological News*. 113: 216-222.
- Miranda, J.; Perales, C.; Miranda, M. A. y Miranda, D. 2021. Insecticidas de bajo impacto ambiental para el control de D.ci (Hemiptera: Liviidae) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Tanaka) en Swingle. *Chilena de Entomología*. 47(4): 24-28.
- Miranda, M. A. 2019. Manejo agroecológico de plagas de los cítricos en el valle de Apatzingán. Memoria XLII Congreso Nacional de Control Biológico, Veracruz.
- Miranda, M. A.; Perales, C.; Cortes, E. y Miranda, J. M. 2020. Manejo agroecológico de *Diaphorina citri* Kuwayama 1908 (Hemiptera: Liviidae) en Limón mexicano, en Michoacán, México. *Entomología Mexicana*. 7: 176-182.

- Moschini, R. C.; Heit, G. E.; Conti, H. A.; Cazenave, G. y Cortese, P. L. 2010. Riesgo agroclimático de las áreas citrícolas de Argentina en relación a la abundancia de *Diaphorina citri*. Dirección de Vigilancia y Monitoreo. SENASA. Buenos Aires, Argentina. p. 1-14.
- Muhammad, F.; Muhammad, A. y Muhammad, Z. M. 2018. Influence of abiotic weather factors on population dynamics of asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in central Punjab, Pakistan. J. Agric. Res. 56(1): 35-40.
- Oleszek. W. 1999. Allelopathic significance of plant saponins in Allelopathy Recent Advances. Vol. I. Edit. International Allelopathy Society. Universidad de Cadiz. 559 p.
- Ortega-Arenas, L. D.; Villegas, Á.; Ramirez, A. J. y Mendoza, E. E. 2013. Abundancia estacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en plantaciones de cítricos en Cazones, Veracruz, México. Acta Zool. Mexicana. 29: 317–333.
- Osorio, A. F.; Villanueva, J. A. J.; Ortega, L. D. A.; Díaz, U. Z.; García, V. M.; Luna, J. O. y Zamora, S. J. 2019. Susceptibilidad de *Diaphorina citri* a insecticidas en los 24 estados que operaron la campaña contra HLB. Memorias Congreso XXXII Investigación, Agrícola, Pecuario, Forestal, Acuícola, Pesquero y Desarrollo Rural de Veracruz.
- Ovando, C. M. E. y Velázquez, M. J. J. 2013. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* en Limón Mexicano en la costa de Oaxaca, México. Simposio Internacional sobre HLB en cítricos ácidos. Tecomán, Colima.
- Pascua, M. 2013. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) y sus enemigos naturales en Pomelo Marsh (Citrus paradisis Macf) en Jagüey Grande. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
- Pérez, L. A. y Osorio, F. 2016. Factores que inciden en el control químico de *D. citri* Kuw. En áreas regioles de Control. Southwestern Entomologist. 41(4): 1037-1050.
- Pérez-Artiles, L. 2010. Cría ciclo biológico, parámetros poblacionales de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera Psyllidae) en codiciones de laboratorio.

La Habana. Tesis en opción al título de Master en Fruticultura Tropical. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

- Pluke, R. W. H.; Escribano, A.; Michaud, J. P. y Stansly, P. A. 2005. Potential impact of ladybeetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. Florida Entomol. 88: 123-128.
- Postali, J.; Rodrigues, G.; Ferreira, A. y Mendes, J. 2016. *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) × *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae): Mass Rearing and Potential Use of the Parasitoid in Brazil. J Integr Pest Manag.
- Pourreza, A.; Lee, W. S.; Ehsani, R.; Schueller, J. K. y Raveh E. 2015. An optimum method for real-time in-field detection of Huanglongbing disease using a vision sensor. Computers and Electronics in Agriculture; 110: 221-232.
- Quijano-Carranza, J. A. 2013. Modelo de la dinámica poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de la enfermedad HLB de los cítricos. Querétaro. Tesis en opción al grado científico de Doctor. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Ray, D. y Bloomquist, J. R. 2015. Chemical control of the Asian citrus psyllid and of Huanglongbing disease in citrus. Journal of Science. 13 (114): 1-17.
- Rivera, E. F. 2018. Abundancia poblacional del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) y su control en cultivo de limón persa en el departamento de Jutiapa, Guatemala. Tesis en opción al título de Licenciado en Biología.
- Robbins, P. S., Alessandro, R. T.; Stelinski, L. L. y Lapointe, S. L. 2012. Volatile profiles of young leaves of rutaceae spp. varying, suscepnbihy to the asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomol. 95: 774-776.
- Robles, G.; Orozco, M.; Medina, V.; Velásquez, J.; Orozco, J. y Flores, R. 2010. El psílido asiático de los cítricos *D. citri* kuw. (Hemiptera: Psyllidae), en limón mexicano en colima. Estudio preliminar.
- Rodríguez, O. 2008. Bases para el manejo de *Diaphoria citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en fomento de Toronjo Marsh en la localidad de

- Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al título de Master en Sanidad Vegetal. Universidad Agraria de La Habana.
- Romero, E.; Hervalejo, A.; González, A. B. y Arenas, F. J. 2018. Comportamiento agronómico de tres variedades del grupo Blancas, Baberina, Valencia, Delta Seedless injertadas sobre patrón Forner-Alcaide. *Levante Agrícola*. (438): 225-229.
 - Ruiz, I.; Bautista, N. y Sánchez, A. 2015. Control químico de *D. citri* Kuw. (Hemiptera: Lividae). *Acta Zoológica Mexicana*. 31(1): 34-38.
 - Sánchez-González, J. A.; Mellín, M. A.; Arredondo, H. C.; Vizcarra, N. I.; González, A. y Montesinos, R. 2015. Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). En: Arredondo-Bernal H. C., Rodríguez del Bosque L. A., editores. Casos de control biológico en México. Vol. 2. Guadalajara, México: Biblioteca Básica de Agricultura. p. 339-372.
 - Teixeira, D. C.; Wulff, N. A.; Martins, E. C.; Kitajima, E. W.; Bazzanezi, E. W.; Ayres, R.; Eveillard, A. J.; Saillard, S. C. y Bovè, J. M. 2008. A phytoplasma closely related to the pigeon pea witches broom phytoplasma (16srIX) is associated with citrus Huanlongbing symptoms in the state of Sao Paulo, Brazil. *Phitopathol*. 98(9): 977- 984.
 - Tsai, J. H. y Liu, Y. H. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) on four host plants. *J. Econ. Entomol*. 93(6): 1721- 1725.
 - Tsai, J. H.; Wang, J. J. y Liu. Y. H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jessamine in Southern Florida. *Fla. Entomol*. 83: 446-459.
 - Urbaleja, P.; Castillo, D. y Jaques, J. A. 2020. Susceptibilidad del patrón citrange Carrizo a *Diaphorina citri* Kuw., vector del HLB.PYTOMA, España. 319: 34-38.
 - Vargas, R. y Rodríguez, S. 2013. Dinámica de poblaciones. En: Ripa, R. y Larral P. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA No 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile. p. 99-106.

- Villanueva, J.; Vargas, M. y Huerta, A. 2017. Life Cycle and Larval Predation by *Ceraeochrysa valida* (Banks) on Nymphs of *Diaphorina citri* Kuwayama. Southwest Entomol.
- Virginia, V. 2015. Dinámica poblacional y enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), en limón persa en Quintana Roo. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.
- Yzquierdo, M. E.; Rincón, J. A.; Loeza, E.; López, J. F. y Aceves, A. 2021. Fluctuación espacio-temporal de *D.citri* Kuw. (Hemiptera: Liviidae) en limón 'Persa' (*Citrus latifolia*) en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco. Acta Zoológica Mexicana. 37(1): 1-14.
- Zilch R. J. 2016. IX Seminario Internacional de Cítricos. Huanglongbing y su situación mundial. Lima – Perú.