



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

**TITULO:** Bases para el Manejo de *Diaphorina citri* Kuw (Hemiptera: Psyllidae) en fomento de pomelo Marsh en la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón" de Jagüey Grande.

**Autor:** Alain Prieto Cepero.

**Tutores:** MSc. Osiel Rodríguez Toledo.

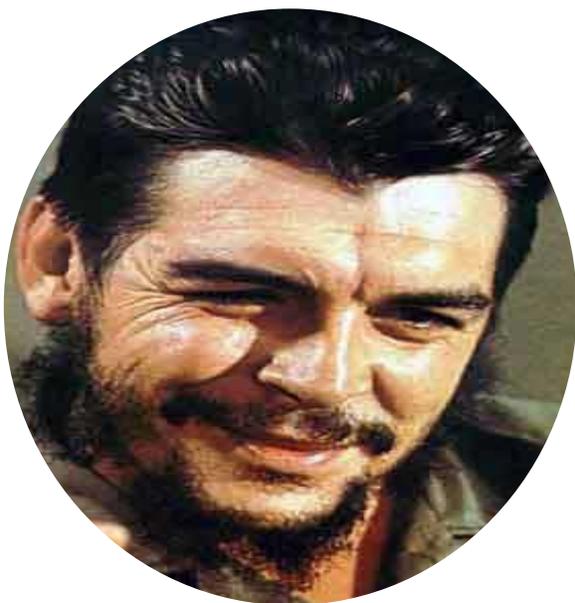
MSc. Roberto León Aguilar.

Curso 2017-2018.

## ***Pensamiento***

“...En la tierra hace falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más, que esperen recibir menos y den más, que digan mejor ahora que mañana...”

*Ché*



## *Nota de Aceptación*

---

---

---

---

---

---

***Presidente del Tribunal***

---

***Firma***

---

***Miembro del Tribunal***

---

***Firma***

---

***Miembro del Tribunal***

---

***Firma***

***Dado en Matanzas, el día \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año 2018.***

***“Año 60 de la Revolución”***

## **DECLARACION DE AUTORIDAD**

Declaro que yo, Alain Prieto Cepero soy el único autor de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

## *Dedicatoria*

- ❖ Le dedico este trabajo a mis padres por el apoyo y ejemplo en la vida a seguir.
- ❖ A la fe, esa que nos mantiene en pie cuando nada más nos sostiene.

## *Agradecimientos*

- ❖ En especial a mis tutores MSc. Osiel Rodríguez Toledo y MSc Roberto León Aguilar por su apoyo, constancia, sabiduría y las largas horas de sueño dedicadas a este trabajo, su amistad, dedicación y apoyo incondicional.
- ❖ A la Revolución que nos ha brindado la posibilidad de superarnos y ser cada vez más útiles.
- ❖ A todas las personas que de una manera u otra han hecho posible mi formación.
- ❖ A los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas de los cuales he tenido realmente el apoyo necesario para mi formación profesional.
- ❖ A TODOS, los que de una manera u otra han contribuido a la culminación de esta obra.

**GRACIAS**

## OPINIÓN DEL TUTOR

El trabajo de diploma titulado: Bases para el Manejo de *Diaphorina citri* Kuw (Hemiptera: Psyllidae) en fomento de pomelo Marsh en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” de Jagüey Grande desarrollado por el estudiante Alain Prieto Cepero quien opta por el título de Ingeniero Agrónomo, responde a diferentes interrogantes de los productores citrícolas en Cuba y el resto del mundo sobre el monitoreo constante de este psílido. No obstante, de mayor trascendencia es su potencialidad como vector del Huanglongbing de los cítricos (HLB), enfermedad que estuvo cuarentenada, confinada en el continente americano y que fue detectada en nuestro país en agosto del 2007 causando cuantiosos daños en la citricultura cubana.

Es de destacar la dedicación que el estudiante mostró en la elaboración del trabajo de tesis y sobretodo la independencia con que trabajó en la redacción del documento final así como la responsabilidad, organización, rigor y calidad asumida durante toda la etapa del montaje y conducción de los experimentos; y por sobre todas las cosas comprendió lo difícil que resulta el trabajo de los investigadores.

Considero que el trabajo realizado, así como los resultados obtenidos y todo lo expuesto en la tesis que se defiende, son merecedores del otorgamiento del título de Ingeniero Agrónomo.

## RESUMEN

Psila asiática u oriental de los cítricos *D. citri* fue detectada a principios de 1999, en áreas urbanas de Ciudad de la Habana. Como plaga su incidencia en los brotes tiernos provoca una gran extracción de savia y el denso desarrollo de fumagina sobre la miel de rocío que cubre las hojas, obstaculizando la función fotosintética del vegetal, no obstante, de mayor trascendencia es su potencialidad como vector del HLB, enfermedad que fue informada para Cuba en el 2007. Considerando la presencia del complejo patógeno-vector (HLB- *D. citri*), en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” de Jagüey Grande y la escasa información existente sobre *D. citri* en esta empresa, se hace necesario obtener los elementos fundamentales para adecuar el manejo del vector en la misma. El presente trabajo se realizó en un campo de pomelo Marsh, de la Finca T-21-3, UEB 1 de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”. Se evaluó el comportamiento ecológico de las poblaciones de *D. citri*, se inventariaron los enemigos naturales y se evaluó el control químico del insecto. Las mayores densidades poblacionales de *D. citri* fueron observados en periodos de nuevas brotaciones, fundamentalmente en enero, abril y mayo, con preferencia por el haz de las hojas, no así por los puntos cardinales de la planta. Todos los estados de desarrollo de *D. citri*: huevos, ninfas y adultos tienden a distribuirse de forma agregada. Se identificaron como enemigos naturales de *D. citri* en la región de Jagüey Grande, los depredadores: *Cycloneda sanguinea* L; *Chilocorus cacti* L; *Crysopa* sp y *Ocyptamus* sp así como el parasitoide *Tamarixia radiata* Waterston y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare. Los aceites minerales resultaron muy efectivos para controlar *D. citri* con menor agresividad para los enemigos naturales que otros insecticidas. Se recomienda tener en cuenta los resultados obtenidos para el manejo del vector y un mejor enfrentamiento al HLB en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.	4
2.1. Importancia del cultivo de los cítricos.	4
2.2. Plagas del cultivo.	4
2.3. Distribución de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae).	4
2.4. Características biológicas de <i>D. citri</i> .	5
2.4.1. Descripción de los estados de desarrollo.	5
2.4.2. Ciclo de vida.	7
2.5. Hospederos y nocividad de <i>D. citri</i> .	8
2.5.1. Hospederos.	8
2.5.2. Daños.	8
2.5.3. Huanglongbing (HLB).	9
2.6. Enemigos naturales.	10
2.7. Dinámica poblacional.	12
2.8. Manejo de <i>D. citri</i> .	13
2.8.1. Control químico.	13
2.8. 2. Control biológico.	15
2.8.3. Manejo integrado.	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.	18
3.1. Localización del experimento.	18
3.2. Comportamiento ecológico de las poblaciones de <i>D. citri</i> en pomelo Marsh ( <i>Citrus paradisi</i> Macf).	18
3.2.1. Distribución de <i>D. citri</i> según la superficie de la hoja.	18
3.2.2. Distribución de la plaga según la orientación geográfica de los brotes susceptibles.	19
3.2.3. Distribución espacial de las poblaciones de <i>D. citri</i> .	19
3.2.4. Distribución temporal de las poblaciones de <i>D. citri</i> .	20
3.2.5. Enemigos naturales asociados a <i>D. citri</i> .	21
3.2.6. Control de <i>D. citri</i> con aceite mineral.	21
3.2.7. Propuesta de medidas para el manejo <i>D. citri</i> .	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	23
4.1. Comportamiento ecológico de las poblaciones de <i>D. citri</i> en pomelo	23

Marsh ( <i>Citrus paradisi</i> Macf).	23
4.1.1. Distribución de <i>D. citri</i> según la superficie de la hoja.	23
4.1.2. Distribución de la plaga según la orientación geográfica de los brotes susceptibles.	24
4.1.3. Distribución espacial de las poblaciones de <i>D. citri</i> .	27
4.1.4. Distribución temporal de las poblaciones de <i>D. citri</i> .	30
4.1.5. Enemigos naturales asociados a <i>D. citri</i> .	32
4.1.6. Control de <i>D. citri</i> con aceite mineral.	34
4.1.7. Recomendaciones para el manejo de <i>D. citri</i> .	35
5. CONCLUSIONES.	37
6. RECOMENDACIONES.	38
7. BIBLIOGRAFIA.	39

## 1. INTRODUCCIÓN.

La agroindustria cubana dedicada a la producción y exportación de cítricos se constituye por 11 empresas especializadas en este cultivo. Además de áreas adjuntas que pertenecen al sector privado las cuales alcanzan producciones alrededor de las 314 534,0 TM, en un área de 32 765,66 ha (Cueto, 2010) lo que ha hecho posible que nuestro país ocupe el lugar 17 entre los países productores de cítricos y se ubique junto a Israel y EE.UU. entre los principales proveedores de pomelos, aportándose al país aproximadamente 64 millones de dólares y se acumula un capital pretérito de 600 MM USD (FAO, 2003).

La Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón" ubicada en Jagüey Grande, provincia de Matanzas, se considera la más grande de Cuba y sus producciones representan el 60% de la producción del país (Aranguren, 2008).

Los rendimientos en este cultivo pueden estar limitados por un conjunto de factores, bióticos y abióticos tales como: clima, suelo, el potencial genético de los cultivares, el uso de los patrones, la nutrición, el riego, el control de malezas; así como la presencia de plagas y enfermedades (Sposito, 2003).

Las condiciones insulares de Cuba, su ubicación geográfica en la región neotropical, la permanencia de los cítricos y los elementos del agroecosistema, son factores que favorecen el desarrollo de insectos, ácaros y microorganismos, que afectan el desarrollo vegetativo, el rendimiento y la calidad del fruto cítrico (González, 2003 a; González *et al.*, 2004).

La enfermedad denominada "Greening" o "Huanglongbing de los cítricos" (HLB), es probablemente una de las enfermedades más graves de la citricultura, tanto por su capacidad destructiva como por la dificultad para diseñar estrategias de control efectivas. Durante muchos años el HLB de los cítricos estuvo confinado a los continentes africanos y asiático (Bové *et al.*, 2006 y Gottwald *et al.*, 2007), originaria de la India (Beattie *et al.*, 2008) reportada oficialmente desde el 2004 en el continente americano, comenzando por Brasil y extendiéndose a la mayoría de los países de la región (Gottwald *et al.*, 2007). La presencia de esta enfermedad fue detectada en Sao Paulo, Brasil en marzo del 2004 (Teixeira *et al.*, 2005 y Colleta-Filho *et al.*, 2010), en agosto del 2005 en la Florida, USA (Halbert, 2005) y en Cuba en agosto

del 2007 (González *et al.*, 2007). El HLB puede ser transmitido, fundamentalmente, por el psílido *Diaphorina citri* Kuwayama en Asia y América y por *Tryoza eritreae* Del Guercio en África (Ballaben *et al.*, 2006).

La psila asiática u oriental de los cítricos *D. citri* fue detectada a principios de 1999, en áreas urbanas de Ciudad de la Habana. Como plaga su incidencia en los brotes tiernos provoca una gran extracción de savia y el denso desarrollo de fumagina sobre la miel de rocío que cubre las hojas, obstaculizando la función fotosintética del vegetal. No obstante, de mayor trascendencia es su potencialidad como vector del HLB. Para el control de esta dañina enfermedad, de acuerdo con las experiencias de otros países que la reportan, es fundamental el control de los vectores (*D. citri* y *T. erytreae*) y para lograrlo es necesario tener en cuenta el comportamiento del insecto, identificar sus enemigos naturales y conocer el papel que desempeñan en el control natural del vector, así como evaluar diferentes métodos de control, entre ellos el químico.

### **Problema.**

La presencia del complejo patógeno-vector (HLB-*D. citri*), y la escasa información existente sobre el tema en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

### **Hipótesis.**

El conocimiento de las fluctuaciones poblacionales de *D. citri*, la identificación de sus enemigos naturales, la evaluación de aceite mineral para su control y la aparición de los síntomas de la enfermedad HLB en plantaciones de fomento bajo las condiciones de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” contribuirán a la adecuación de una estrategia de manejo que permitan disminuir las poblaciones de este vector y la diseminación del HLB en esta localidad.

**Objetivo General.**

Contribuir a la adecuación de una estrategia para el manejo integrado de *D. citri*, mediante la identificación de sus enemigos naturales, conocimiento de las fluctuaciones poblacionales según las condiciones climáticas y la utilización de aceites minerales en plantaciones de fomento de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

**Objetivos Específicos**

- Caracterizar el comportamiento de los diferentes estados de vida de *D. citri*.
- Inventariar los enemigos naturales de *D. citri* en áreas de fomento.
- Evaluar la efectividad de las aplicaciones de aceite mineral para el manejo de *D. citri* en plantas de fomento.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. Importancia del cultivo de los cítricos.**

Los cítricos son frutos de agradable sabor y alto valor nutritivo, estos se pueden consumir frescos o en jugos, además de su corteza se obtienen aceites, que son muy codiciados en la elaboración de cosméticos y medicamentos, así como subproductos para alimentación ganadera (Bové, 2006 y Gottwald *et al.*, 2007). Todo esto hace que los mismos sean considerados líneas de ingreso de divisas al país a través de la exportación de fruto fresco y la comercialización de jugos concentrados

### **2.2. Plagas del cultivo.**

La permanencia de los cítricos determina una gran diversidad de fitófagos y de enemigos naturales. Numerosas plagas citrícolas afectan su desarrollo vegetativo, su rendimiento y la calidad del fruto. Para lograr un control efectivo de los insectos plagas en el cultivo de los cítricos es necesario conocer su biología y los factores bióticos y abióticos que influyen en su dinámica poblacional (Benassy, 1986; Tapia y Esquivel, 2009).

Las condiciones insulares de Cuba, su ubicación geográfica en la región neotropical y los elementos del agroecosistema, son factores que favorecen la diversidad faunística de los cítricos entre los que se destacan insectos, ácaros y microorganismos. Entre los fitófagos de la citricultura cubana se incluyen: *Toxoptera citricida* Kilkardy, *Toxoptera aurantii* Boyer, *Aphis spiraecola* Patch., *Coccus viridis* Green, *Toumeyella cubensis* (H. y K.), *Insulaspis gloverii* (Pack.), *Lepidosaphes beckii* Newm., *Chrysomphalus aonidum* (L), *Aleurothrixus floccosus* Mask., *Aleurocanthus woglumi* Ashby, *Phyllocnistis citrella* Stt., *Diaphorina citri* Kuw., *Phyllocoptruta oleivora* Ashm., *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), *Polyphagotarsonemus latus* (Banks.), *Panonychus citri* (Mc Gregor), *Tetranychus urticae* Koch (González *et al*, 2004 b; IVIA, 2010).

### **2.3. Distribución de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae).**

*D. citri*, psila asiática u oriental es una importante plaga citrícola originaria del sudeste asiático, que está ampliamente distribuido en las regiones tropicales y

subtropicales de Asia. Fue detectada en Arabia Saudita en 1974 así como en las Islas Reunión y Mauricio (Mead, 1977; Aubert, 1987; Redmi y Lama, 1988; Tang, 1990; Gavarra *et al.*, 1990; Bové, 2006; Gottwald *et al.*, 2007).

La introducción de *D.citri* en el continente americano fue citada por primera vez en Brasil (Lima y Costa, 1942). Posteriormente fue localizada en Honduras (1989), Uruguay (1971), Guadalupe (Bernal, 1971; Burckhardt y Martínez, 1989; Etienne y Burckhardt, 1998), mientras que en Argentina fue confirmada en 1997 (Beltrán *et al.*, 2005) y con posterioridad en la Florida (Hoy y Nguyen, 1998). En 1999, este insecto fue detectado por primera vez en Venezuela (Cermeli *et al.*, 2000). En América Central: Belice y Méjico (2002), en el Caribe Bahamas (1999), Islas Caimán (2000), República Dominicana (2000) y Puerto Rico (2002) (Halbert y Núñez, 2004).

## **2.4 Características biológicas de *D. citri*.**

### **2.4.1. Descripción de los estados de desarrollo.**

El desarrollo biológico de *D. citri* consta de los estados de huevo, ninfas y adulto. Los huevos inicialmente son de color amarillo claro, se tornan de color amarillo intenso casi anaranjado cuando están próximos a la eclosión, tienen forma de pera con un extremo redondeado y el otro puntiagudo, lo cual le da la apariencia de diminutas peras (figura 1a). Poseen una longitud de 0,3 mm y su forma es alargada. Las hembras los oviposita entre las hojas y los tallos individualmente uno seguido del otro con el extremo romo sobre la base.

Los estadíos ninfales son cinco (N1, N2, N3, N4 y N5). Las ninfas de los primeros estadíos (N1 y N2), son diminutas, de coloración amarillo claro, no presentan esbozos alares. Con los días aumentan de tamaño y se intensifica la coloración (figura 1b).

Presentan tres pares de patas caracterizadas por el grosor y las dos setas conspicuas de su extremo terminal, rodeando la garra que termina el tarso según señalan Beattie *et al.* (2008).

Su movimiento por el sustrato es lento, sobre este pueden observarse las espirales de cera que expulsan por estructura anal. No presentan esbozos alares y en el transcurso de los días su coloración se intensifica y aumentan de tamaño.

Las ninfas de los últimos estadios (N3, N4 y N5) presentan una coloración más intensa, presentan esbozos alares, que aumentan su tamaño en dependencia con la edad (Jacas *et al.*, 2002; Mead, 2004; González *et al.*, 2004; Fernández y Miranda, 2005, Chariada *et al.*, 2006) (observar figura 1b).

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 (figura 2).

Los adultos poseen el patrón de venación típico de los psílidos, el primer par de alas es membranosa con estigmas pardos que le dan una apariencia variegada; el segundo par es membranosa transparente. Cuando se les perturban saltan cortas distancias. Se encuentran formando grupos conjuntamente con las ninfas de diferentes edades. Su tamaño es de dos a tres mm de largo. Los sexos pueden distinguirse por el aparato genital, el macho puede diferenciarse de la hembra por presentar más rojizos los ojos compuestos y más aguzado y pequeño el abdomen. Cuando está en reposo flexiona el primer par de patas, y su cuerpo forma un ángulo agudo con relación a la superficie de la hoja (Cermeli *et al.*, 2000; Parra *et al.*, 2003; Mead, 2004, González *et al.*, 2004; Fernández y Miranda, 2005).

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 (figura 1c).

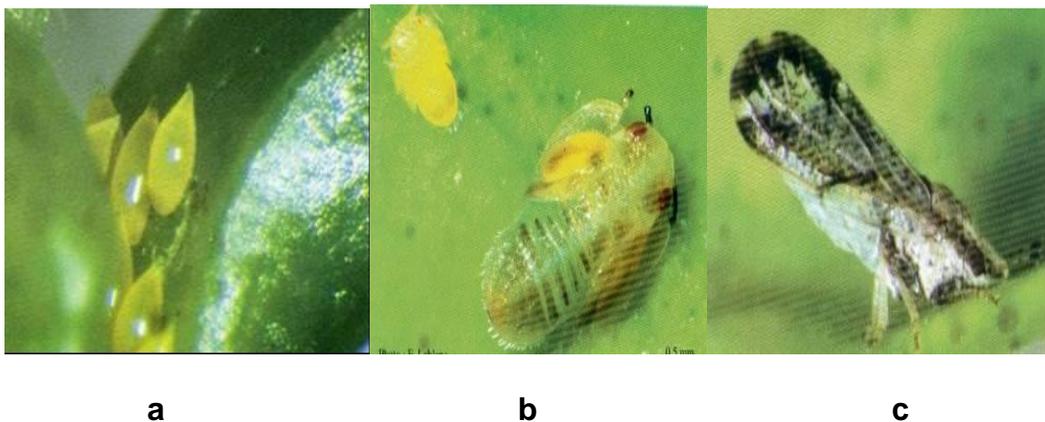


Figura 1. Estadios de *D. citri*: huevos (a), ninfas (b), adultos (c).



Figura 2. Ninfas de *D. citri* expulsando cera por la estructura anal y daños en hojas.

#### **2.4.2. Ciclo de vida.**

El vector oriental de HLB pone sus huevos en los brotes jóvenes y las ninfas se desarrollan en las hojas no maduras, y aunque la información sobre el ciclo de vida de este insecto es contradictoria, todos los autores coinciden en afirmar que los estados de desarrollo dependen de las estaciones y que ciertos huéspedes le son más favorables (Chavan y Summanwar, 1990; Cermeli *et al.*, 2000; Mead, 2004; Chariada *et al.*, 2006). Según Hoy (1998) en el sureste asiático las hembras ponen más de 800 huevos durante su vida, las ninfas pasan por cinco estadios y el ciclo total requiere de 15 a 47 días, pudiendo desarrollar de nueve a 10 generaciones anuales con bajas poblaciones en la estación del verano y en la de lluvia. Aunque las poblaciones suelen reducirse en invierno, esta especie no presenta diapausa y los adultos pueden vivir varios meses. Pueden presentar entre nueve y 10 generaciones por año (Jacas *et al.*, 2002).

Las hembras adultas arriban al brote cuando éste inicia su crecimiento, deposita sus huevos, en hileras, en una o dos hojas del brote para iniciar el ciclo de vida, el período de incubación no excede los cuatro días. La duración del estado ninfal es de alrededor de cinco días. La duración en días de los estadios ninfales va aparejado con el alargamiento del brote, lo que indica que esta fase resulta imprescindible para la supervivencia de la especie en el cultivo y de hecho un factor clave en su comportamiento. Las ninfas se mantienen abundantemente en el brote y dentro del mismo, se mueven lentamente mientras segregan la cera, los adultos dejan el brote de origen para iniciar, en otros, el ciclo de desarrollo. Los adultos emergidos culminan la primera generación con una duración aproximada de 14 días, cuando la

temperatura y la humedad relativa promedios fueron de 26°C y 78,5%, respectivamente.

## **2.5. Hospederos y nocividad de *D. citri*.**

### **2.5.1. Hospederos.**

Este insecto se conoce comúnmente como psila asiática u oriental y se desarrolla exclusivamente sobre plantas de la familia de las *Rutáceas* y es particularmente nociva en *citrus*, considerándose como su huésped preferido a *Murralla paniculata* (L) Jacq (Mead, 1977; Aubert, 1990; Halbert, 1998; Etienne y Burckhardt, 1998; Bové, 2006). Al respecto Bové (2006) señala además la preferencia de *D. citri*, por *Murraya exótica* L., *Citrus aurantifolia* Swingle, *Bergera koenigii* y *Clausena* spp.

En el listado de hospederos de la psila, confeccionado por Aubert (1987) incluye 21 especies de plantas clasificadas como preferenciales, comunes y ocasionales. Este autor señala además que *Coriea* sp., *Atalanta* sp. y *Clausena lansium* son plantas rutáceas sobre las que *D. citri* sólo se alimenta, pero no deposita sus huevos ni se desarrollan sus ninfas.

En Cuba, *D. citri* se diseminó rápidamente en los cítricos y actualmente está distribuida en todas las áreas productoras de cítricos. Sus daños han sido observados en *Citrus sinensis* (L) Osbeck, var. Naranja Valencia, *C. aurantifolia* Swingle lima Persa, *Citrus paradisi* Macf, entre otras especies del género *Citrus* (Cermeli *et al.*, 2000; González *et al.*, 2004; Batool *et al.*, 2007; Tsai, 2008; López *et al.*, 2009).

### **2.5.2. Daños.**

*D. citri* puede causar daños directos e indirectos. Es una plaga que provoca afectaciones directas por la gran extracción de savia en los brotes tiernos, que se manifiestan como enrroquetamiento, clorosis, necrosis en los tejidos, caída de las hojas, inducción de superbrotación y reducción de la producción de frutas (Cermeli *et al.*, 2000; Mead, 2004; Chariada *et al.*, 2006).

De los daños indirectos, uno es provocado por el denso desarrollo de fumagina (hongo *Capnodium citri* Berk & Desm), que es favorecido por la secreción de miel de

rocío producida por las ninfas de este insecto sobre las hojas, y otro como vector de la enfermedad Huanglongbing (ex Greening), ya que el insecto posibilita la multiplicación de la bacteria en su hemolinfa y glándulas salivares, para luego transmitirla eficientemente. Las plantas enfermas muestran, sintomatología en las hojas similar a la producida por deficiencias de minerales, considerable defoliación y debilitamiento que llega a provocar su muerte (Cermeli *et al.*, 2000; Parra *et al.*, 2003; González, 2003; Halbert y Manjunath, 2004; Bové, 2006).

### **2.5.3. Huanglongbing (HLB).**

La enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) (ex Greening) asociada a bacterias endógenas, es una de las enfermedades más destructivas de los cítricos. El HLB se consideró originario de China (Zhao, 1981), a partir de las observaciones realizadas por campesinos a finales de 1800, que hablaban de un amarillamiento en las plantas al que nombraron 'huanglongbing'. Sin embargo, Husain y Nath en 1927 citados por Beattie *et al.* (2008) reportaron que desde el siglo XVIII se describen síntomas de una enfermedad en la India, denominada muerte regresiva asociada a problemas de drenaje del suelo (da Graça, 1991; Abdullah *et al.*, 2009).

En 1921 se informó la enfermedad en Filipinas, como moteado de las hojas, en 1929 en Sudáfrica informaron un trastorno similar, que nombraron "Rama Amarilla" y "Greening" en 1937 (Bové, 2006; Gottwald *et al.*, 2007). Alrededor de 1930 se describe como el "likubin" en Taiwán y degeneración del floema en Indonesia en 1940 (González *et al.*, 2010). Estudios posteriores permitieron concluir que se trataba de una misma patología y en 1995, en el Congreso de la Organización Internacional de Virólogos de Cítricos realizado en China, se acordó usar la denominación de "Huanglongbing" como el nombre oficial de esta enfermedad.

El HLB se encuentra en numerosos países del continente africano y asiático (Tapia y Esquivel, 2009). En América se detectó en el 2004 en Sao Paulo, Brasil en la región de Araraquara y en septiembre del 2005 se informó en la Florida - EE.UU. (Gottwald *et al.*, 2007; Li y Levy, 2009). Continúa su expansión en el continente y se informa su presencia en otros estados de Norteamérica, como Louisiana y Texas en el 2008 y en Carolina del Sur en el 2009 (Tapia, 2010). En el área del Caribe está presente en

Cuba desde agosto del 2007 (González *et al.*, 2007), en Puerto Rico, Jamaica, Islas Vírgenes (EEUU), República Dominicana, Belice (da Graça, 2010), México, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Tapia, 2010).

Una vez que las plantas adquieren la bacteria y se desarrolla la enfermedad, se convierten en árboles infectados y se limita su productividad ocasionando pérdidas importantes de millones de plantas (Halbert y Manjunath, 2004; Bové, 2006). En algunas regiones de Tailandia el 95% de las plantas mermaron, en Filipinas la extensión del cultivo se redujo un 60% entre 1961-1970 (da Graça, 1991). En Java, Sumatra y Bali cerca de tres millones de plantas murieron. En Sudáfrica se estiman pérdidas cuantiosas y en la región de Tzaneen se reemplazó por aguacate (*Persea americana*). En las Islas Reunión se perdió todo el cítrico en los años 1960 y en Brasil se habla de cerca de tres millones de plantas erradicadas (IVIA, 2010).

Se recomiendan cuatro inspecciones por año en cada plantación, debido a que en países con clima tropical se presenta brotaciones durante todo el año. El riego estimula la brotación y hay que tomar en cuenta que el vector prefiere alimentarse de los retoños tiernos, aumentando la infección de la bacteria (Belasque *et al.*, 2010).

Existe un nuevo criterio de erradicación en algunos países, en donde se determina la eliminación completa de plantas sintomáticas y asintomáticas cuando la incidencia es superior al 28% (Belasque y Barbosa datos no publicados citado por Ruiz *et al.*, 2010).

## **2.6. Enemigos naturales.**

El papel de los parasitoides himenópteros en el control de *D. citri*, ha sido destacado por diferentes especialistas en los países asiáticos y de África en los que el insecto protagoniza la diseminación del HLB, de ahí que señalen además la necesidad de identificarlos y utilizarlos en la estrategia de manejo del complejo patógeno- vector (Etienne y Aubert, 1980; Chiu *et al.*, 1988; Tang, 1990; Aubert, 1990; Coletta-Filho y Carlos, 2010).

Con relación a los entomófagos en Islas Reunión, Etienne (1978) determinó cinco depredadores de *D. citri* y *Trioza erytrea* (Del Guercio), de las familias Coccinellidae, Syrphidae y Miridae y en Guadalupe el mismo autor identificó en el 2000 el hongo *H.*

*citriformis* como enemigo natural de *D. citri*. En 1998 Mead, incluye en la lista de los enemigos naturales de *D. citri* a sírfidos, crisópidos y al menos 12 especies de coccinélidos (Bové y Garnier, 2002).

Tang (1990) señaló 15 especies de parasitoides de cinco familias de Chalcidoidea asociados con este psilido en la región de Asia Pacífico, pero sólo dos de ellas se comportan como parásitos primarios *Tamarixia radiata* Waterston y *Diaphorencyrtus aliagarhensis* (Shafel, Alamand, Agaroval).

La presencia de *T. radiata* fue determinada en Sao Paulo por primera vez en octubre de 2004 y que en el período de mayo a julio de 2005 se registraron porcentajes de parasitismo de 27% a 80% (Parra *et al.*, 2006).

En el ecosistema citrícola de Brasil, según Gavena (2006) se han determinado tres grupos de enemigos controlando las ninfas de *D. citri*: los insectos depredadores (*Cycloneda sanguinea* L, *Hippodamia convergens* Guérin-menévillé y *Armonía axidiris* pallas, *Pseudodorus clavatus* (Fabri), *Ceraeochrysa everes* (Banks), el parasitoide (*T. radiata*) y el hongo (*Beauveria bassiana*).

En Cuba se han inventariado como enemigos naturales de *D. citri* los depredadores: *C. sanguinea* (L), *Chilocorus cacti* (L), *Exochomus cubensis* Dimn y *Scymnus distinctus* Casey (Familia: *Coccinellidae*), *Chrysopa* sp. (Familia: *Chrysopidae*) y *Ocyptamus* sp. (Familia: *Syrphidae*), el parasitoide de la familia Eulophidae *T. radiata* y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare (González *et al.*, 2000 a; González *et al.*, 2002).

Los depredadores inventariados en Cuba, se caracterizan por depredar preferentemente los estados de huevo y ninfa (N1 y N2) de esta psila, 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. El hongo *H. citriformis* parasita el adulto de esta plaga, lo que permite complementar el control natural de todos sus estados de desarrollo (Cabrera *et al.*, 2002).

A partir de mayo del 2000 que *T. radiata* fue informado como enemigo natural de *D. citri* (González *et al.*, 2000 b) su acción parasítica fue incrementándose, lo que se evidenció por las efectividades entre 30,72% y 97,26%, determinadas para *T. radiata*

para este ectoparasitoide específico, que la parasita en el segundo, tercero y cuarto estadio ninfal y manifiesta una gran habilidad para localizar el huésped adecuado. Los porcentajes de parasitismo más bajos coinciden y los mayores de noviembre a diciembre. (González *et al.*, 2003 b; González *et al.*, 2005).

Existen reportes de muertes considerables de *D. citri*, debido al ataque de enemigos naturales, incluyendo insectos y hongos. La *Tamarixia radiata* parece ser el parasitoide más común que produce un alto nivel de parasitismo de 27,5% a 80,0% en São Paulo (Parra *et al.*, 2006) y hasta 56% en Florida (Qureshi *et al.*, 2009) en asociación con altas tasas de dispersión y la capacidad de establecimiento (Torres y Parra, 2008).

Fauvergue y Quilici (1991) señalan que bajo condiciones favorables la tasa de parasitismo por *T. radiata* puede exceder el 90%, han sido igualmente informados en Islas Reunión (Aubert, 1988); en Taiwán (Shui- Shen *et al.*, 1988) y en Nepal (Lama *et al.*, 1988), coinciden con el eficiente parasitismo alcanzado en nuestro país por *T. radiata*. De igual forma Shui-Chen *et al.* (1988) obtuvo similares resultados al señalar que *T. radiata* parasita los estadios ninfales N3, N4 y N5 de *D. citri*. Al respecto, Etienne *et al.* (2000) refieren que la hembra de este endoparasitoide pone sus huevos en la zona ventral del estadio ninfal N3, pero prefiere ovipositar en el estadio N5 de su hospedero (Bassanezi *et al.*, 2003; Rivero, 2005; Laurence, 2006; Batista *et al.*, 2008; Achor *et al.*, 2010).

## **2.7. Dinámica poblacional.**

Conocer como fluctúan las poblaciones de insectos durante un período determinado es de suma importancia para el establecimiento de un programa de control de una o varias plagas que afecten un cultivo (Mendoza y Gómez, 1987; Bassanezi *et al.*, 2005; Gottwald y Irej, 2008; Bassanezi, 2010).

Las poblaciones de insectos son parte de los ecosistemas y las interacciones que determinan su abundancia son complejas; influyendo en la dinámica poblacional, la fecundidad de las hembras, la incidencia de los enemigos naturales, las condiciones climáticas, la dispersión y migración y la calidad del alimento (Blanco-Metzler y Laprade, 2000).

Los mayores niveles poblacionales de *D. citri* ocurre en las plantaciones de cítricos durante las brotaciones de las plantas, principalmente en aquellos períodos con bajas precipitaciones (Tsai *et al.*, 2000). De los estudios de dinámica poblacional en Tailandia, Weerawut (1990) observó similares fluctuaciones poblacionales de psylla oriental en los estados de huevos y ninfas con picos en marzo y febrero, que coincide con la nueva brotación de primavera, así mismo los huevos exhiben otro pequeño pico en agosto y septiembre. En la India Chavan y Summanwar (1993) señalaron que *D. citri* se observa en casi todos los cítricos de esta región con picos poblacionales en enero y febrero y los niveles más bajos ocurren de julio a octubre, así mismo determinaron que los adultos de *D. citri* pueden vivir 190 días en invierno, pero sólo 20 días en verano. En Brasil las poblaciones de este insecto son más abundantes en primavera y al inicio del verano siendo baja su incidencia en otoño e invierno (Yamamoto *et al.*, 2001; Yamamoto, 2006 y 2009).

En los cítricos cubanos *D. citri* incide, como en otros países citricultores, en la brotación vegetativa foliar en punta de lanza, las hembras muestran una fuerte actividad de puesta en presencia de esta fase fenológica del cultivo y depositan sus huevos en brotes menores de 0,2 cm de longitud. Los mayores índices de huevos de *D. citri* se encontraron en hojas de 0,3-0,5 cm. Los adultos están presentes todo el año, pudiendo observarse en el envés de las hojas maduras hasta la aparición de los nuevos brotes (González *et al.*, 2004).

## **2.8. Manejo de *D. citri*.**

### **2.8.1. Control químico.**

Hoy y Nguyen (1998) refieren que en China se ha demostrado una mayor toxicidad de los aceites de petróleo (0,25- 1,0%) para los estadíos ninfales N1 y N2 de *D. citri*. Estos autores afirman además, que estas sustancias presentan numerosas ventajas si se les compara con los pesticidas convencionales (menos dañinos a los enemigos naturales y al ambiente, no desarrollan insecto resistencia, baja toxicidad para los vertebrados).

En la India Bindra *et al.* (1974) refiere efectividades extremas en el control de ninfas y adultos con insecticidas de contacto y sistémicos, evaluadas a diferentes intervalos

después de la aplicación. Los aspectos claves a tener en cuenta para la confección de una estrategia de control de *D. citri* han sido revisados por Buitendag y von Broembsen (1993), Halbert y Manjunath (2004) y Hall (2005).

En Asia, Davis *et al* (2005) citado por Bové (2006) señala el uso de un amplio grupo de insecticidas, mayormente organofosforados y piretroides, en programas de aplicación intensiva, para el control de huevos y ninfas de *D citri* en períodos de brotación. Con relación a la utilización de tratamientos alternativos de los aceites de petróleo con el mismo fin, el mismo autor destaca la disminución del daño al ambiente y a los biorreguladores de otras plagas. En Brasil, Yamamoto (2006, 2009) afirma que en las nuevas brotaciones debe darse mayor atención al control del vector del HLB, ya que en este período se realiza la oviposición. Expresa también un esquema de aplicación para plantaciones de tres años, en el que son utilizados insecticidas sistémicos en época de lluvias y los de contacto todo el año, así como que los primeros pueden ser aplicados vía tronco o por drench.

El control químico del vector *D. citri* en el campo (Lopes *et al.*, 2009) es quizás la estrategia más fácil dirigida al psílido. Desafortunadamente, las tasas de mortalidad de forma natural en el campo no han sido suficientes para reducir las poblaciones por tanto hay que basarse en el uso de insecticidas (Gottwald *et al.*, 2007 y Lopes *et al.*, 2009).

El control se debe realizar apenas el insecto es detectado en las plantaciones, alternando los insecticidas de diferentes grupos químicos para reducir el riesgo de poblaciones resistentes, basado en el monitoreo de huevos y ninfas, las brotaciones nuevas, en trampas amarillas, y adultos en el envés de las hojas maduras en ausencia de nuevos brotes (Yamamoto *et al.*, 2001; Yamamoto y Miranda, 2009).

En nuevas siembras, las plantas deben ser previamente tratadas con insecticidas sistémicos y asperjadas entre siete y diez días antes de salir del vivero, posterior a la siembra se debe continuar el manejo con mucho cuidado pues estas plantas brotarán constantemente hasta los tres años de edad, siendo muy atractivas para el vector. El empleo de sistémicos debe ser en períodos de primavera y verano, cuando existe suficiente humedad en el suelo para su absorción y traslocación (Belasque *et al.*, 2010).

Los insecticidas de contacto se utilizan en el control de las ninfas e insectos adultos. Su período residual puede variar entre siete y treinta días dependiendo de la dosis y condiciones meteorológicas (Yamamoto y Miranda, 2009). El uso de insecticidas granulados vía suelo o en drench en el tronco de las plantas proporcionan períodos de control de hasta 70 días (Yamamoto *et al.*, 2009).

En el caso del sistémico la *D. citri* consigue distinguir las plantas en el momento que comienza la ingestión, realizará al menos una salivación del floema antes de migrar hacia otra planta o morir (Belasque *et al.*, 2010) y raramente regresa a esta (Miranda, datos inéditos citado por Belasque *et al.*, 2010).

Debido a continuas brotaciones, ningún tratamiento químico por muy bien aplicado en términos de cobertura, consigue proteger a la planta de una posible infección y no todos son capaces de matar al insecto antes de su proceso de salivación.

Esto a su vez, podría conducir a una reducción en el uso de insecticidas y su impacto benéfico en los parasitoides y el medio ambiente (Lopes *et al.*, 2009).

El control químico del vector *D. citri* en el campo (Lopes *et al.*, 2009) es quizás la estrategia más fácil dirigida al psílido. Desafortunadamente, las tasas de mortalidad de forma natural en el campo no han sido suficientes para reducir las poblaciones por tanto hay que basarse en el uso de insecticidas (Gottwald *et al.*, 2007, Belasque *et al.*, 2008, Lopes *et al.*, 2009 y Pietersen, 2010).

El control se debe realizar apenas el insecto es detectado en las plantaciones, alternando los insecticidas de diferentes grupos químicos para reducir el riesgo de poblaciones resistentes, basado en el monitoreo de huevos y ninfas, las brotaciones nuevas, en trampas amarillas, y adultos en el envés de las hojas maduras en ausencia de nuevos brotes (Yamamoto *et al.*, 2001; Yamamoto y Miranda, 2009).

### **2.8.2. Control biológico.**

Entre los trabajos priorizados con vistas al manejo de la enfermedad HLB en los países que la reportan, se incluye el control de los vectores (*D.citri* y *T.erytreae*) y para lograrlo se incluye la aplicación de la lucha biológica, luego de inventariar y evaluar las efectividades de sus enemigos naturales, han decidido si es necesario la importación y establecimiento de parasitoides más eficientes de otros países.

Se reportan experiencias de control biológico exitosas en Isla Reunión, Filipinas y Taiwán utilizando a *T. radiata* (Chui y Chien, 1988; Gavarra *et al.*, 1990). Teniendo en cuenta la experiencia de Isla Reunión, Etienne *et al.* (2000) introdujeron este parasitoide en Guadalupe. En 1998, Hoy y Nguyen, refieren el inicio en La Florida de un programa clásico de control biológico para el control de *D. citri* con la importación de *T. radiata* desde Taiwán y Vietnam, el que actualmente se informa como establecido.

Existen reportes de muertes considerables de *D. citri*, debido al ataque de enemigos naturales, incluyendo insectos y hongos. La *Tamarixia radiata* parece ser el parasitoide más común que produce un alto nivel de parasitismo de 27,5% a 80,0% en São Paulo (Parra *et al.*, 2006) y hasta 56% en Florida (Qureshi *et al.*, 2009) en asociación con altas tasas de dispersión y la capacidad de establecimiento (Torres y Parra, 2008).

Estas tasas de parasitismo no son suficientes, sin embargo limitan la diseminación del patógeno (Lopez *et al.*, 2009). La utilización de *T. radiata* como agente de control biológico del psílido podrá ser un componente adicional del manejo integrado de plagas en cítricos, liberándola en áreas orgánicas, en áreas de gran ocupación por el hospedero alternativo del psílido, siempre que no se vea afectado por la aplicación de productos químicos utilizados en la agricultura (Parra *et al.*, 2010).

### **2.8.3. Manejo integrado.**

Aubert (1987) señala con respecto al Manejo Integrado de *D. citri* y *Trioza erytrae* que la estrategia que a utilizar para el control de estos vectores del HLB, deberá adaptarse a las condiciones locales del ecosistema. El control biológico puede no resultar completo, si están presentes también hiperparasitos requiriéndose el uso de insecticidas, pero para ello es necesario realizar monitoreos periódicos, conocer los picos poblacionales de los psílicos y efectuar los tratamientos en los períodos críticos, con muy bajas concentraciones de insecticidas, utilizándolos en aplicaciones al suelo, evitando interferir la actividad de los biorreguladores de *D. citri* y *Trioza erytrae*.

Actualmente en la Florida expresa Rogers (2006), se esta desarrollando en cítricos un programa de manejo integrado para la eliminación de *D. citri*, con herramientas y conocimientos que permitan manejar sus poblaciones, pero minimizando la problemática de otras plagas del cultivo. En el programa se contempla la búsqueda de nuevos pesticidas con diferentes modos de acción, que posean menos impacto contra los enemigos naturales (aplicados en el suelo o el tronco), optimizar los conocimientos sobre la dinámica del insecto y minimizar las aplicaciones de químicos, entre otros aspectos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Localización del experimento.**

El trabajo se desarrolló durante el período comprendido entre enero a noviembre del 2017 en un campo de la Finca T-21-3, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) 1, de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, en pomelo Marsh (*Citrus paradisi* Macf) con un marco de siembra de 7 m x 2,5 m plantado sobre un suelo ferralítico rojo.

El clima de la localidad se caracteriza según Aranguren (2009) por una temperatura media mensual de 14,4<sup>0</sup>C en el mes más frío (enero) y de 33,4<sup>0</sup>C en el mes más cálido (julio), con el período lluvioso entre mayo y octubre, una precipitación media anual de 1 494 mm, humedad relativa promedio superior al 80% y 7,6 horas diarias de luz solar.

#### **3.2. Comportamiento ecológico de las poblaciones de *D. citri* en pomelo Marsh (*Citrus paradisi* Macf).**

##### **3.2.1. Distribución de *D. citri* según la superficie de la hoja.**

Para determinar la distribución de este psílido en la superficie de la hoja: haz y envés, se colectaron cuatro brotes en cinco plantas distribuidas en diagonal cruzada. En el laboratorio bajo el microscopio estereoscopio se contabilizaron los individuos de *D. citri* presentes en el haz y envés de las hojas, que conformaron los distintos brotes muestreados.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante un ANOVA de clasificación doble, considerado como factores: meses muestreados y parte de la superficie de la hoja (haz y envés). Previo al análisis se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianza por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y por la prueba de Cochran C, Hartley, Bartlett, respectivamente (Sigarroa, 1995). Los datos fueron transformados con la función  $\sqrt{x+1}$ . Las comparaciones entre las medias se realizó mediante el Test de Newman-Keuls ( $p \leq 0,05$ ), con 5% de probabilidad utilizando el paquete estadístico Statistica Versión 6.0.

### **3.2.2. Distribución de la plaga según la orientación geográfica de los brotes susceptibles.**

Para el estudio de la distribución de *D. citri* según la orientación geográfica de los brotes muestreados en la planta se muestrearon cinco plantas distribuidas al azar en una diagonal cruzada y se colectaron cuatro brotes por planta, correspondientes a los puntos cardinales: norte, sur, este y oeste.

En el laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Cítricos Jagüey Grande, se examinaron los brotes colectados bajo la lente 16X de un microscopio estereoscopio. Se contabilizó la población total de *D. citri* detectada por punto cardinal por planta.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza de clasificación doble. Los datos fueron transformados con la función  $\sqrt{x+1}$ . Fueron comprobadas la normalidad y homogeneidad de varianza por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y por la prueba de Cochran C, Hartley, Bartlett, respectivamente (Sigarroa, 1995). Las comparaciones entre las medias se realizaron mediante el Test de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), con 5% de probabilidad utilizando el paquete estadístico Statistica Versión 6.0.

### **3.2.3. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*.**

Se seleccionaron cinco plantas distribuidas al azar y de cada planta se colectaron cuatro brotes alrededor de la copa del árbol. Las muestras colectadas se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Jagüey Grande donde fueron observadas bajo un microscopio estereoscopio con un aumento de 16X. De cada brote se examinaron todas las hojas y se contabilizaron los diferentes estados de desarrollo de *D. citri* presentes tanto por el haz como por el envés. Posteriormente se realizó la sumatoria total de las poblaciones del insecto detectadas en la planta (por estado de desarrollo). Este procedimiento se repitió cada 15 días durante el período de enero a noviembre del 2017.

Para la determinación del patrón espacial de la plaga en los diferentes estados de desarrollo, se aplicó la ley de potencia de Taylor (1984) que relaciona empíricamente la media y la varianza de una población, mediante la expresión lineal:

$$\text{Log } S^2 = \log a + b \log X$$

Donde:

$S^2$ = varianza

X= media

El procedimiento utilizado para el principio de la ley de potencia de Taylor consistió en el cálculo de la regresión lineal del logaritmo de la varianza como variable dependiente contra el logaritmo de la media como variable independiente, resultando del mismo una expresión lineal recta en la cual "a" representa el intercepto y "b" la pendiente. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el empleo del paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 (StatSoft, Inc. 2001).

#### **3.2.4. Distribución temporal de las poblaciones de *D. citri*.**

Se seleccionaron cinco plantas fijas ubicadas en diagonal cruzada y se colectaron quincenalmente cuatro brotes jóvenes por planta. En total fueron colectados 20 brotes por muestreo.

Las muestras colectadas se colocaron en bolsas de nylon debidamente rotuladas y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Cítricos Jagüey Grande. En el laboratorio se procedió al análisis de las muestras con la ayuda del microscopio estereoscopio 16x. Se contabilizaron los diferentes estados de desarrollo de la psila oriental (huevos, ninfas y adultos) de los brotes colectados. Para el análisis de los datos se promediaron los muestreos mensuales.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza de clasificación simple. Previamente se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianza de los datos por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y por la prueba de Cochran C, Hartley, Bartlett (Sigarroa, 1995). Al no cumplir estas premisas los datos fueron transformados con la función  $\sqrt{x+1}$ . Las medias fueron comparadas mediante el Test de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), con un 5% de probabilidad utilizando el paquete estadístico Statistica Versión 6.0.

### **3.2.5. Enemigos naturales asociados a *D. citri*.**

Para el inventario de los enemigos naturales asociados a *D. citri* se colectaron brotes distribuidos al azar. Las muestras colectadas se colocaron en bolsas de papel y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Estación Experimental de Cítricos Jagüey Grande donde fueron observadas al microscopio estereoscopio con un aumento de 16X, con el propósito de determinar la presencia de los diferentes estados de desarrollo de la plaga con síntomas de parasitismo o depredación, así como la posible presencia de organismos patógenos (hongos, bacterias).

Para la identificación taxonómica de los parasitoides detectados, se utilizaron las claves de Graham (1987); Boucek (1988); Tang y Aubert (1990). Los ejemplares de crisópidos y sírfidos se identificaron mediante los criterios de Alayo (1968) y Alayo (1989) y para los adultos de coccinélidos, se procedió a la comparación de los mismos con los ejemplares existentes en la colección del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT).

En la identificación de los hongos entomopatógenos se emplearon las claves de Speare (1920) así como la de Rambach y Van Winkelhoff (1981).

### **3.2.6. Control de *D. citri* con aceite mineral.**

Para determinar la efectividad del aceite mineral Citrole, se evaluaron dos dosis del producto: 10 L.ha<sup>-1</sup> y 20 L.ha<sup>-1</sup> y se efectuaron tres repeticiones. La aplicación se realizó en las primeras horas de la mañana con una mochila. Para determinar la efectividad del producto, se aplicó la fórmula de Henderson- Tilton (Vázquez, 2003).

$$Et = (a-b) / a \times 100.$$

Et= Efectividad técnica (%).

a= Población de la plaga antes de la aplicación.

b= Población de la plaga posterior a la aplicación.

El análisis estadístico de los resultados se efectuó mediante la utilización del Test de Tukey, con un 5% de probabilidad. Los datos de las efectividades expresados en porcentaje, fueron transformados en  $\arcsen \sqrt{x+1}$ .

### **3.2.7. Propuesta de medidas para el manejo *D. citri*.**

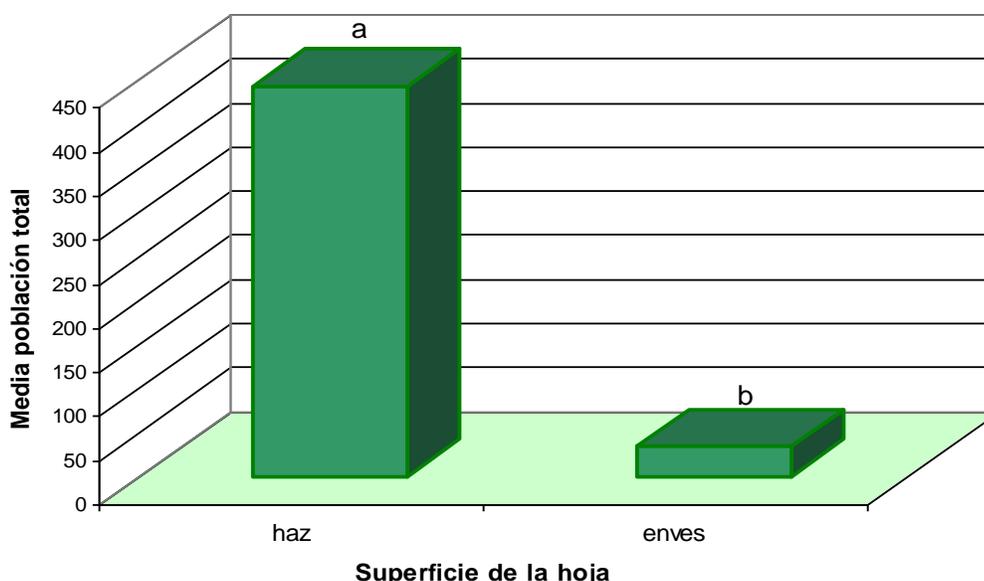
Sobre la base de los resultados obtenidos, se recomiendan las medidas para el manejo del insecto.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Comportamiento ecológico de las poblaciones de *D. citri* en pomelo Marsh (*Citrus paradisi* Macf).

#### 4.1.1. Distribución de *D. citri* según la superficie de la hoja.

El comportamiento de *D. citri* con relación a su distribución por el haz ó el envés de las hojas, mostró una marcada preferencia de este insecto por distribuirse en el haz de las hojas, siendo prácticamente ausentes las poblaciones por el envés. El análisis de los datos demostró la existencia de diferencias significativas con respecto a las poblaciones por el haz y el envés (figura 3).



*Medias con letras diferentes, difieren entre si por el Test de Newman-Keuls ( $p \leq 0.05$ )*

Figura 3. Comportamiento de la población total de *D. citri* con relación a su distribución en el haz y envés de las hojas en pomelo Marsh.

La figura 4 muestra el comportamiento de *D. citri* con relación a su distribución por el haz ó el envés de las hojas durante el período de evaluación. Se puede apreciar que la preferencia del insecto a desarrollar su ciclo biológico sobre el haz de las hojas se mantuvo a pesar de las diferencias detectadas en las densidades poblacionales de este psílido en el transcurso del estudio.

Adisbel *et al.* (2007) y Rodríguez (2008) al analizar el comportamiento de *D. citri* con

relación a su distribución en el brote vegetativo foliar, detectaron de igual forma una mayor preferencia del insecto por distribuirse en el haz de las hojas muy jóvenes con relación al envés y la rama.

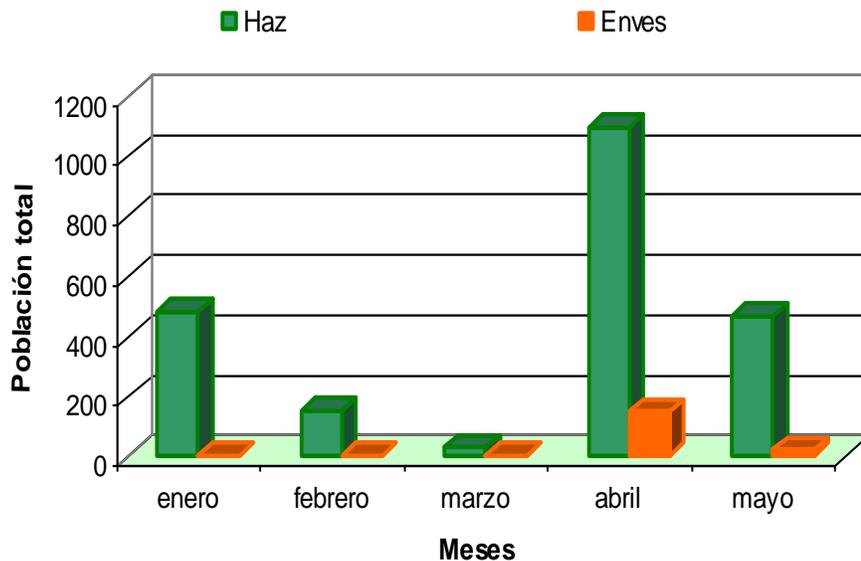


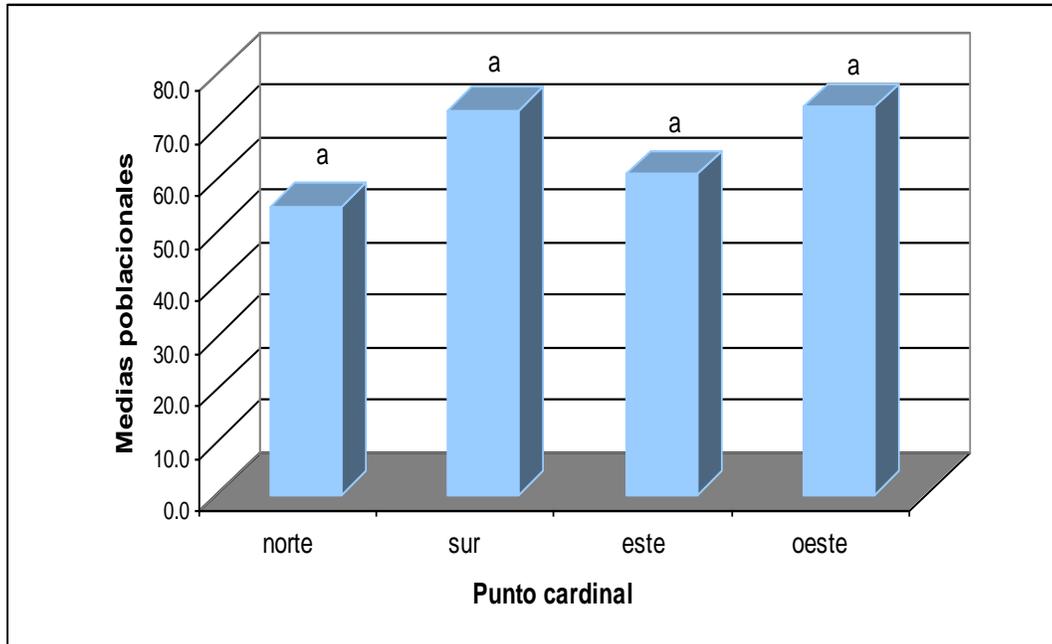
Figura 4. Comportamiento poblacional de *D. citri* con relación a su distribución en el haz y envés de las hojas.

Teniendo en cuenta estos resultados, se puede establecer que para evaluar los niveles poblacionales de *D. citri* los conteos efectuados en el laboratorio deben estar dirigidos hacia el haz de las hojas, pues en esta superficie es donde se distribuyen el mayor número de individuos de esta especie.

#### 4.1.2. Distribución de la plaga según la orientación geográfica de los brotes susceptibles.

Los resultados relacionados con la distribución del insecto según la orientación geográfica de los brotes susceptibles reflejaron que no existieron diferencias significativas en cuanto a la distribución de la plaga en los cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste. La tendencia de las poblaciones analizadas en este estudio es a frecuentar los distintos brotes de la planta, independientemente de su orientación geográfica. No obstante, es válido señalar que se observaron mayores

poblaciones de *D. citri* en los brotes ubicados en las regiones sur y oeste de las plantas (figura 5).



Medias con letras iguales no difieren estadísticamente por el Test de Tukey a un 5 % de significación ( $p \leq 0.05$ ).

Figura 5. Comparación de las poblaciones de *D. citri* distribuidas en los diferentes puntos cardinales de la planta.

Es válido señalar además, que la similar distribución de *D. citri* en los cuatro puntos cardinales se mantuvo a pesar de las diferencias en las densidades poblacionales del insecto detectadas durante el período evaluado (figura 6).

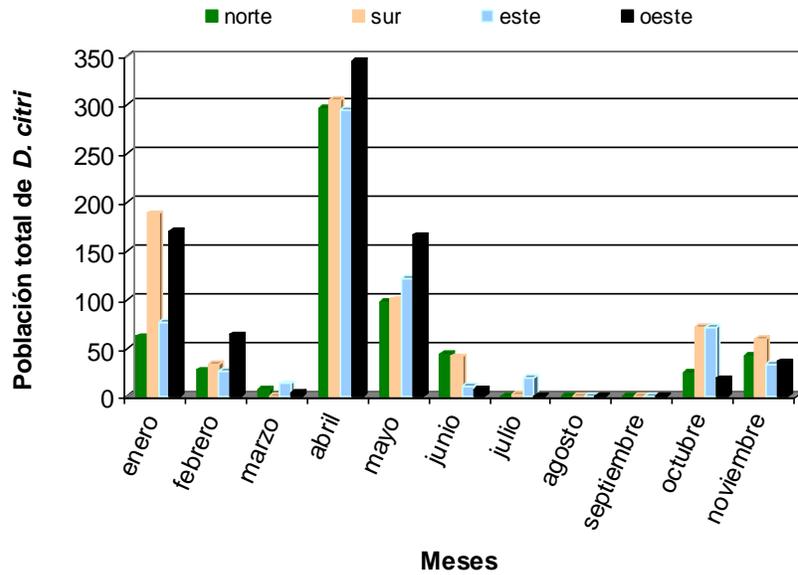


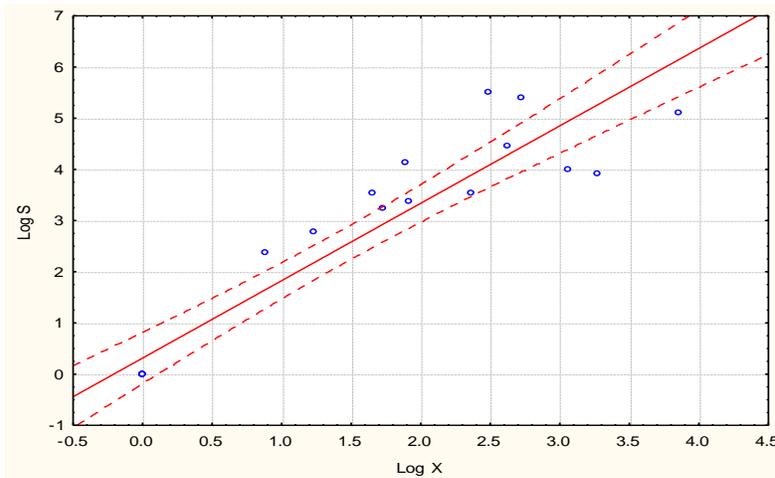
Figura 6. Distribución de las poblaciones de *D. citri* con relación a la orientación geográfica de los brotes susceptibles en la planta.

Resultados similares a los obtenidos en el presente estudio fueron referidos por Adisbel *et al.* (2007) en un estudio desarrollado con este psilido en una plantación de fomento de naranjo valencia, así como Rodríguez (2008) en un estudio realizado en pomelo Marsh. De igual forma Costa *et al.* (2006) refieren una distribución similar de las ninfas de este insecto en los cuatro puntos cardinales, en plantas de naranjo Valencia en el estado de Sao Paulo, destacando que la orientación geográfica del brote no tuvo un efecto significativo en cuanto a la distribución de la plaga en la planta. González *et al.* (2004) en un estudio sobre el comportamiento poblacional de *D. citri* en lima persa observaron que las poblaciones de este insecto no exhibieron una preferencia por distribuirse en un punto cardinal específico de la planta, a pesar de detectar una tendencia a encontrar mayores poblaciones del psilido en la región suroeste de las plantas muestreadas, lo cuál coincide con el presente estudio.

Todos estos resultados sugieren que el punto cardinal no constituye un factor determinante en la distribución de las poblaciones de *D. citri* en la planta y por tanto no es imprescindible tener en cuenta para el desarrollo de una metodología de muestreo.

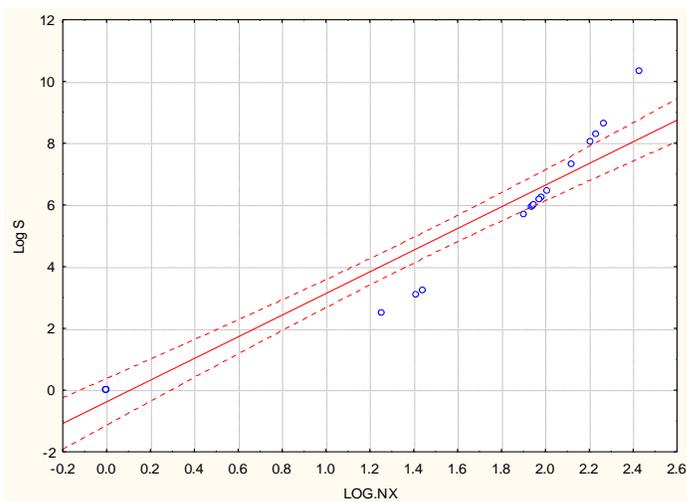
### 4.1.3. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*.

Los resultados relacionados con la distribución en el espacio de las poblaciones de *D. citri* (huevos, ninfas, adultos, población total) son reflejados en las figuras 7, 8, 9 y 10.



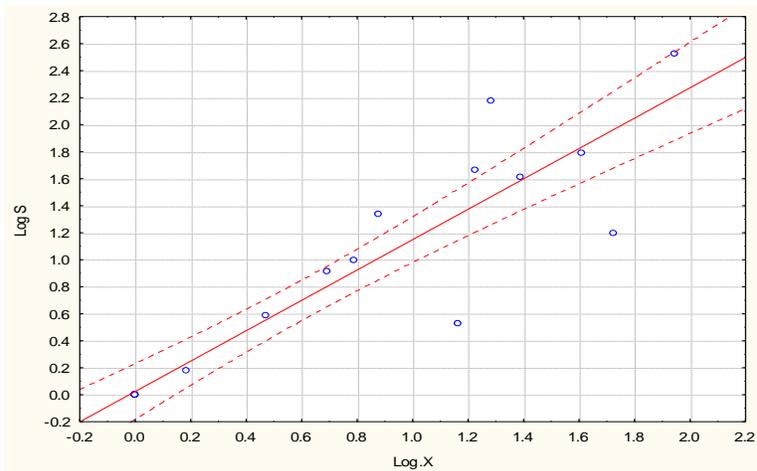
$$R^2 = 0,8837$$
$$y = 0,3134 + 1,5123x$$

Figura 7. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*. Huevos.



$$R^2 = 0,9316$$
$$y = -0,3787 + 3,5097x$$

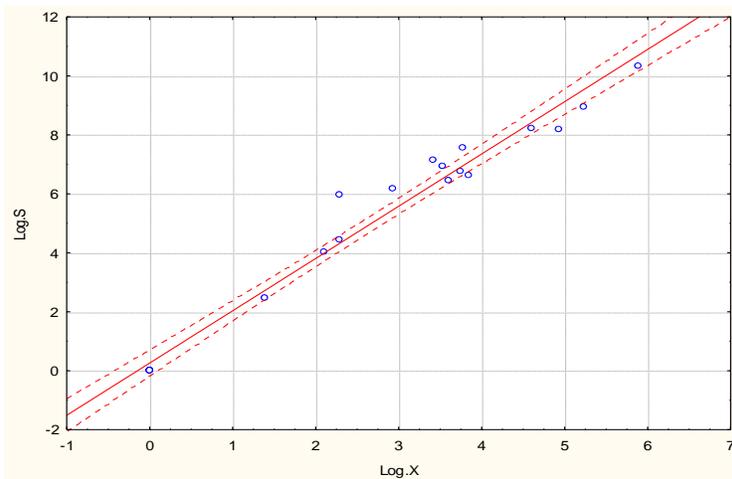
Figura 8. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*. Ninfas.



$$R^2 = 0,8534$$

$$y = 0,0241 + 1,1243x$$

Figura 9. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*. Adultos.



$$R^2 = 0,9739$$

$$y = 0,2600 + 1,7730x$$

Figura 10. Distribución espacial de las poblaciones de *D. citri*. Población total

Se puede apreciar que todos los estados de desarrollo de *D. citri*: huevos, ninfas y adultos tienden a distribuirse de forma agregada, lo que está demostrado por los valores del índice de Taylor (tabla 1). Según Taylor las poblaciones de los insectos muestran patrones de agregación cuando los valores del índice  $b$  son mayores que uno ( $b > 1$ ). Obsérvese que el valor más alto de este coeficiente estuvo representado

por las ninfas, seguidos de los huevos y los adultos de *D. citri*. Estos resultados coinciden con los obtenidos para este insecto por Tsai *et al.* (2000) en el sur de Florida sobre *M. paniculada*, y con Rodríguez (2008) en la localidad de Jagüey Grande sobre pomelo Marsh. Sin embargo difieren de los determinados por Díaz (2006) y Fernández y Miranda (2005) los que señalan agregación para las ninfas y tendencia a la uniformidad para los adultos, en evaluaciones sobre naranjo Valencia en la Isla de la Juventud y lima persa en San José respectivamente. En China Yueping *et al.* (2006) determinaron también agregación para los huevos y las ninfas de este psílido.

Tabla 1. Índices de Taylor (a y b) de los diferentes estados de desarrollo de *D. citri*

Estados de desarrollo de <i>D. citri</i> .	Índices de Taylor	
	a	b
Huevos	0,31	1,51
Ninfas	0,37	3,50
Adultos	0,024	1,12

Los estudios relacionados con la distribución espacial de los insectos revisten gran importancia en el manejo de sus poblaciones. Dichos estudios aportan elementos claves para el diseño de metodologías de muestreos, ya que posibilitan seleccionar con mayor seguridad el modo idóneo de cuantificar las poblaciones del universo y sus interacciones.

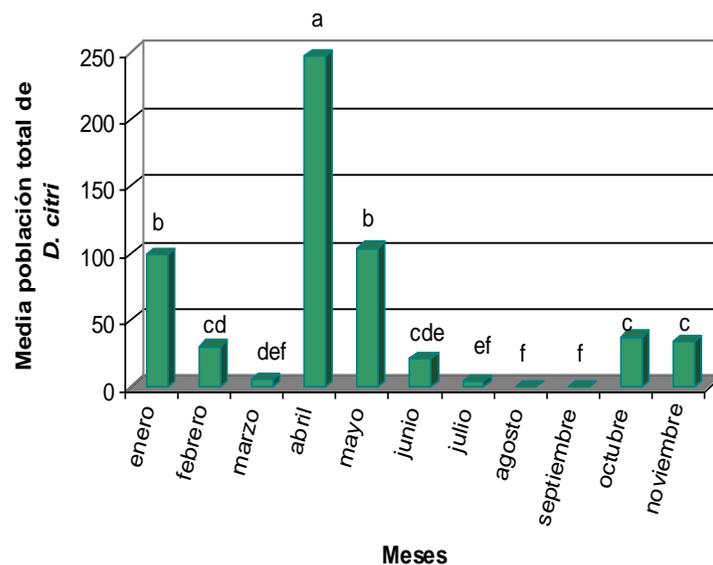
Según Ruesink y Kogan (1982) la distribución espacial de las poblaciones es una de las características ecológicas de mayor importancia que se hace indispensable conocer si se desea muestrearlas eficientemente, además de que determina parámetros específicos que permiten la separación de las especies, pues dicha distribución representa las expresiones poblacionales del comportamiento de los individuos que las conforman (Taylor, 1984).

Este autor señala que el interés práctico del conocimiento de la distribución espacial de las poblaciones estriba en el establecimiento de sistemas de muestreo, los cuales no serán apropiados a menos que esta distribución se determine en el campo.

#### 4.1.4. Distribución temporal de las poblaciones de *D. citri*.

La fluctuación temporal de las poblaciones de los diferentes estados de desarrollo de *D. citri*, así como la estructura por edades de estas poblaciones se muestran en las figuras 11, 12 y 13.

Se puede observar que se detectaron poblaciones de *D. citri* durante todo el período evaluado, con excepción de los meses de agosto y septiembre. La fluctuación poblacional de este psílido se caracterizó por presentar picos poblacionales en los meses de enero, abril y mayo, encontrándose la mayor media poblacional en el mes de abril (247,8) difiriendo estadísticamente con todos los meses evaluados. Las medias poblacionales mas bajas fueron observadas en los meses de marzo (5,7) y junio (4,4) (figura 11). Aunque de manera general las poblaciones de *D. citri* fueron bajas (inferior a 100 insectos/5 plantas).



Medias con letras diferentes difieren por el Test de Tukey a un 5% de significación ( $p \leq 0.05$ ).

Figura 11. Fluctuación temporal de las poblaciones de *D. citri*

Similares resultados refieren Díaz *et al.* (2007) 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.

Con relación a la distribución temporal de los diferentes estados de desarrollo de *D. citri* (huevos, ninfas y adultos), se observa en la figura 12 que la fluctuación poblacional de huevos y ninfas exhibieron comportamientos similares, correspondiendo los mayores niveles poblacionales a los meses de enero, abril y mayo y los más bajos en marzo, junio, julio. No se detectaron poblaciones en los meses de agosto y septiembre. Un comportamiento diferente fue observado para los adultos de este psílido, ya que sus poblaciones fueron extremadamente bajas durante el período de estudio.

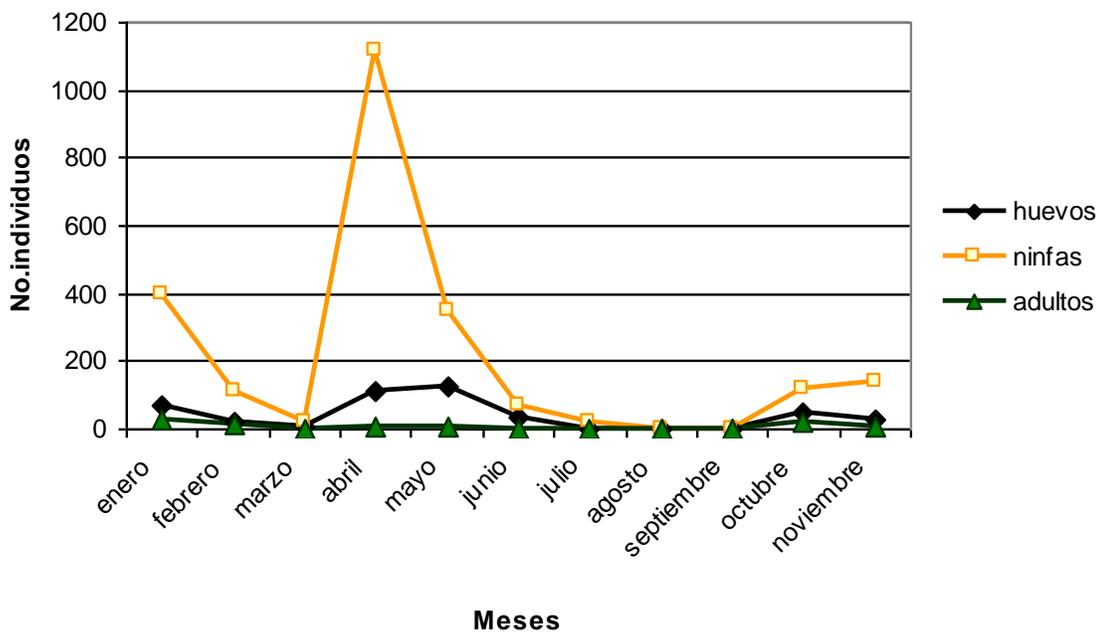


Figura 12. Fluctuación temporal de las poblaciones de huevo, ninfas y adultos de *D. citri*.

La figura 13 muestra la estructura por edades de las poblaciones de *D. citri*, donde se aprecia que en todos los meses en que fueron detectadas poblaciones de este insecto, más del 60% de los individuos encontrados correspondieron al estado de ninfas, entre 10% y 30% al estado de huevo, y menos de un 10% fueron ejemplares adultos. Similares resultados refieren Fernández y Miranda (2005) y Rodríguez (2008) quienes constataron que la densidad poblacional de los huevos fue mayor que la de las ninfas y a su vez esta mayor que la de los adultos.

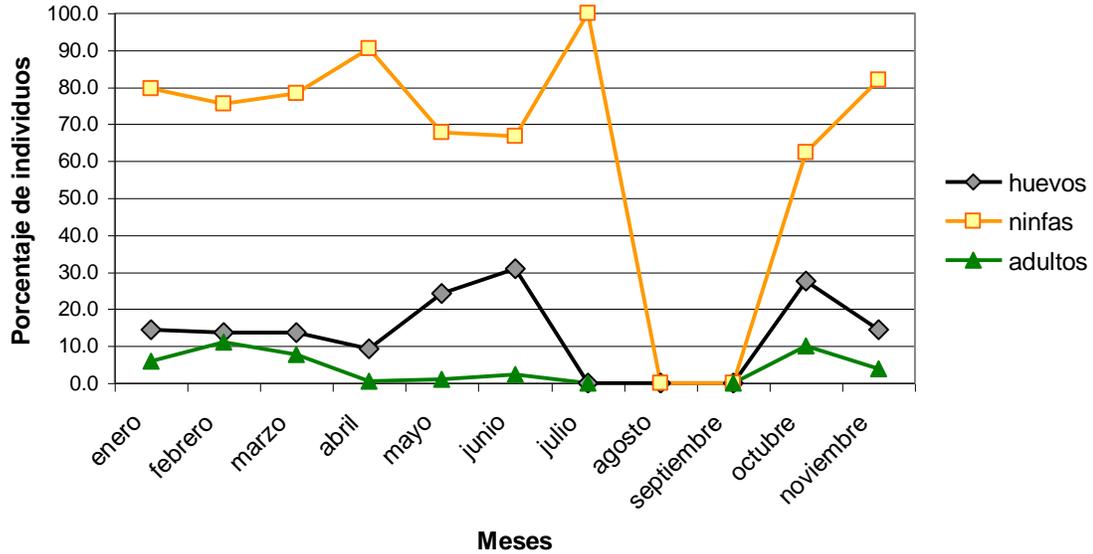


Figura 13. Estructura por edades de las poblaciones de *D. citri*.

#### 4.1.5. Enemigos naturales asociados a *D. citri*.

Los resultados obtenidos en relación al inventario de enemigos naturales asociados a *D. citri* durante el período de evaluación se reflejan en la tabla 2. Se detectó un complejo de seis biorreguladores, conformado por cuatro depredadores: *Chilocorus cacti* (L), *Ocyptamus sp.* (Familia: *Syrphidae*), *Chrysopa sp* (Familia: *Crysopidae*), *Cycloneda sanguinea* (L), el hongo entomopatógeno: *Hirsutella citrifomis* Speare y el parasitoide, *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae).

Tabla 2. Enemigos naturales asociados a *D. citri*.

Predadores	Parasitoide	Hongo Entomopatógeno
<i>Chilocorus cacti</i> (L)	<i>Tamarixia radiata</i> Waterston	<i>Hirsutella citrifomis</i> Speare
<i>Ocyptamus sp</i>		
<i>Chrysopa sp</i>		
<i>Cycloneda sanguinea</i> (L)		

La tabla 3 por su parte refleja la distribución temporal de los enemigos detectados en el período de estudio.

Tabla 3. Distribución temporal de los enemigos naturales de *D. citri*.

Enemigos naturales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov
<i>C. sanguinea</i>		X					X			X	
<i>C. cacti</i>		X	X	X			X	X		X	
<i>Chrysopa sp</i>		X	X	X		X		X		X	X
<i>Ocyptamus sp</i>			X	X	X	X	X				
<i>T. radiata</i>							X	X	X	X	X
<i>H. citrifomis</i>								X		X	

En Cuba, González *et al.* (2000a y 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* Waterston y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citrifomis* Speare.

Como se observa en la tabla 3, *C. cacti* y la *Chrysopa sp* estuvieron presentes en la mayoría de los meses del período estudiado, pero *C. sanguinea* manifiesta una permanencia menor. En cuanto a *T. radiata* sólo se observó a partir de julio. Al respecto González *et al.* (2003) determinaron una mayor permanencia de *C. sanguinea*, al evaluar los biorreguladores de *D. citri* en un área de naranjo Valencia en Ciudad Habana.

Etienne (1978) identificó la presencia de un complejo de depredadores de *D. citri* en Islas Reunión, pertenecientes a las familias *Coccinellidae*, *Syrphidae* y *Miridae*. Este mismo autor en el 2000 señaló la presencia del hongo *H. citrifomis* como único enemigo natural de *D. citri* en Guadalupe. Mead (1998) por su parte refiere que entre los enemigos naturales de *D. citri* se encuentran incluidos sírfidos, crisópidos y por lo menos 12 especies de coccinélidos.

Tang (1990) sobre los enemigos naturales de este insecto en la región de Asia Pacífico, señaló la presencia de 15 especies de parasitoides, asociados con este psílido pero solo dos de ellas se comportan como parásitos primarios: *Tamarixia*

*radiata* Waterston y *Diaphorencyrtus aliagarensis* (Shafel, Alamad, Agaroval). Se reportan experiencias de control biológico exitosas en Isla Reunión, Filipinas y Taiwán utilizando *T. radiata* (Chiu y Chien, 1988; Gavarra *et al.*, 1990).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los referidos por González *et al.* (2000a; 2002) para nuestro país así como con los reportados por diferentes autores a nivel internacional.

#### 4.1.6. Control de *D. citri* con aceite mineral.

Como podemos observar en la figura 14 la efectividad media obtenida con la utilización del aceite Citrole en el control de *D. citri* es elevada, aunque no se determinaron diferencias significativas entre las dos dosis evaluadas.

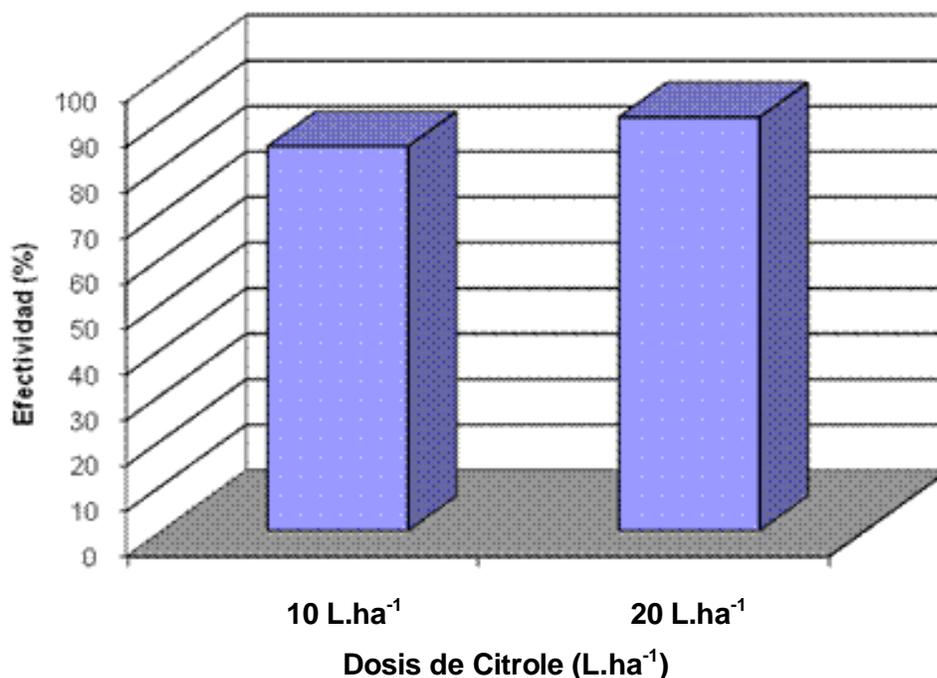


Figura 14. Efectividad media de dos dosis del aceite mineral Citrole en el control de poblaciones de *D. citri* (NS, Test-T,  $p=0,4083$ ).

En la tabla 4 se reflejan las efectividades logradas con los tratamientos de Citrole, sobre los estados de desarrollo de *D. citri*, de forma general se muestra un control de más del 80% de todos los estados, con excepción del tratamiento realizado en febrero de 2017, a dosis de 10 L.ha<sup>-1</sup>, en el que se obtuvo una eficiencia de 68%

contra las ninfas y 63,33% para los adultos, esto pudo deberse a una deficiente manipulación del producto y la mochila.

Tabla 4. Eficiencia de los tratamientos con aceite Citrole para el control de los estados de *D. citri*.

Fecha	Eficiencia (%)				
	Dosis	Huevo	Ninfa	Adulto	Población total
15/2/17	10 L.ha <sup>-1</sup>	85	68	63,33	71,92
27/4/17	10 L.ha <sup>-1</sup>	93,21	93,48	93,02	93,41
25/11/17	10 L.ha <sup>-1</sup>	88,18	89,21	57,14	88,16
9/3/17	20 L.ha <sup>-1</sup>	86,52	95,03	100	94,07
16/5/17	20 L.ha <sup>-1</sup>	82,12	89,97	91,42	88,35
25/11/17	20 L.ha <sup>-1</sup>	89,47	92	85,71	90,22

La utilización de los aceites minerales en la citricultura no sólo se fundamenta en su probada efectividad contra numerosas plagas, sino que también contribuyen a la protección del medio ambiente, al no dejar residuos y ofrecer una mayor protección a la fauna benéfica (Rae *et al.*, 2000; Martínez - Ferrer *et al.*, 2003; Molina *et al.*, 2005; Yueping *et al.*, 2006).

Según Rae *et al.* (1997) en China, los aceites de petróleo proveen un efectivo control de las ninfas de la psila oriental de manera similar a los insecticidas convencionales en tratamientos en plantaciones. Hoy y Nguyen (1998) refieren que en China se ha demostrado una mayor toxicidad de los aceites de petróleo (0,25-1,0%) para los estadios ninfales N1 y N2 de *D. citri*.

#### 4.1.7. Recomendaciones para el manejo de *D. citri*.

1. Orientar el monitoreo sistemático a los nuevos brotes para detectar los estados inmaduros del insecto y hojas más maduras para los adultos.
2. Enfatizar las observaciones por el haz de las hojas.
3. Considerar los períodos de mayores densidades de población obtenidos en este estudio (enero, abril y mayo).

4. Indicar en presencia de adultos de *D. citri*. tratamientos con aceites minerales, para evitar el incremento de las poblaciones y facilitar la actividad de los enemigos naturales.
5. Evitar el uso indebido de plaguicidas, fundamentalmente en aplicaciones foliares.
6. Preservar los enemigos naturales en las áreas (tener en cuenta la presencia de *T. radiata* a partir de julio).

## 5. CONCLUSIONES.

- Todos los estados de desarrollo de *D. citri*: huevos, ninfas y adultos tienden a distribuirse de forma agregada.
- Las mayores densidades poblacionales de *D. citri* fueron observadas en períodos de nuevas brotaciones, fundamentalmente en enero, abril y mayo, con preferencia por el haz de las hojas, sin relación con los puntos cardinales de la planta.
- Se identificaron como enemigos naturales de *D. citri* en la región de Jagüey Grande, los depredadores: *Cycloneda sanguínea* L; *Chilocorus cacti* L; *Chysopa* sp y *Ocyptamus* sp así como el parasitoide *Tamarixia radiata* Waterst y el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare.
- Los aceites minerales resultaron muy efectivos para controlar *D. citri* con menor agresividad para sus enemigos naturales.

## 6. RECOMENDACIONES.

- Continuar el estudio del comportamiento de *D. citri* y sus enemigos naturales.
- Aplicar los resultados de este trabajo en la adecuación de una estrategia para el control de *D. citri* en las áreas de fomento de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

1. Abdullah, T. L.; Shokrollah, H.; Sijam, K. y Akmar, S. N. 2009. Control of Huanglongbing (HLB) disease with reference to its occurrence in Malaysia African Journal of Biotechnology. 8 (17): 4007-4015.
2. Achor, D. S.; Etxeberria, N.; Wang, S. Y.; Folimonova, K. R. Chung and Albrigo, L. G. 2010. Sequence of anatomical symptom observations in citrus affected with huanglongbing disease. Plant Pathol. J. 9: 56-64.
3. Alayo D. P. 1968. Los Neurópteros de Cuba. Poeyana B. 2: 1-27.
4. Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
5. Aubert, B. 1987. *Trioza erytreae* 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.
6. Aubert, B. 1988. Le greening une maladie infectieuse des agrumes, d'origine bacterienne, transmise par des Homopteres psyllides. Strategie de lutte developpe a l'île de la Reunion Island. Circonstances epidemiologiques en Afrique/ Asie et modalites d'intervention. doc. CIRAD/ IRFA. 185 p.
7. Aubert, B. 1990. Integrated activities for the control of Huanlongbing and its vector *Diaphorina citri* Kuwayama in Asia. Proce of 4<sup>th</sup> Intern. Asia Pacific Conf. on Citrus Rehabilittion. p. 133-144
8. Ballaben, R. S.; Rocha, K. C.; Busoli, A. C. 2006. Ocorrencia e densidades populacional do psilídeo *Diaphorina citri* em diversas variedades de citros e porta- enxertos. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberao Preto, SP, Brazil. p. 98.
9. Bassanezi, R. B.; Gimenes-Fernández, N.; Yamamoto, P. T. 2003. Morte súbita de los cítricos. Araraquara: Fundecitrus. p. 62.

10. Bassanezi, R. B.; Bergamin, A.; Amorim, L.; Gottwald, T. R. 2005. Spatial and Temporal Analyses of Citrus Sudden Death in Brazil. Sixteenth IOCV Conference. Citrus Sudden Death.
11. Bassanezi, R. B. 2010. Epidemiology of huanglongbing and its implications on disease management. En: 2do Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos. Mérida. (CD).
12. Batista, L.; Velázquez, K.; Estévez, I.; Peña, I.; López, D., Reyes, M. L.; Rodríguez, D. and Laranjeira, F. F. 2008. Spatial Temporal Dynamics of Citrus Tristeza Virus (CTV) in Cuba. *Plant Pathology* 57: 427-437.
13. Batool, A.; Iftikhar, Y.; Mughal, S. M.; Khan, M. M.; Jaskani, M. J.; Abbas, M. and Khan I. A. 2007. Citrus Greening Disease – A major cause of citrus decline in the world – A Review. *Hort. Sci.* 34(4): 159–166.
14. Beattie, G.; Holford, P.; Mabblerley, D. J.; Haigh, A. M. and Broadbent, P. 2008. On the Origins of Citrus, Huanglongbing, *Diaphorina citri* and *Trioza erytreae*. En Proc. Int. Res. Conf. Huanglongbing, Orlando FL. p. 25-57.
15. Beltrán, V.; Tajariol, D.; Cáceres, S.; Aguirre, A. y Zubrzycki, H. 2005. Uso de trampas adhesivas amarillas para el monitoreo del psílido asiático *Diaphorina citri* en quintas de naranja Valencia. En: VI Congreso Argentino de Entomología. Argentina. (CD).
16. Belasque, J.; Bassanezi, R. B.; Yamamoto, P. T.; Lopes, S. A.; Ayres, A. J.; Barbosa, J. C.; Tachibana, A.; Violante, A. R.; Tank, A.; Giorgetti, C. L.; Digiorgi, F.; Tersi, F.; Menezes, G.; Dragone, J.; Catapani, L. F.; Jank, R. H. and Bové, J. M. 2008. Factors associated with control of huanglongbing in Sao Paulo, Brazil: a study of cases. Int. Research Conf. Huanglongbing. Orlando, FL., USA.
17. Belasque, J.; Barbosa, J. C.; Massari, C. A. and Ayres, A. J. 2010. Incidência e distribuição do huanglongbing no Estado de São Paulo, Brasil. *Citrus Research and Technology* 31: 1-9.

18. Boucek, L. 1988. Australian Chalcidoidea (Hymenoptera) a byosistematic revision of fourteen families with a reclassification of species London CIE. 832 p.
19. Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly- emerging century-old disease of citrus. *Journal of Plant Patology* 88(1): 7-37.
20. Bové, J. M., and Garnier, M. 2002. Phloem-and xylem-restricted plant pathogenic bacteria. *Plant Science*. 163: 1083-1098.
21. Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, Newly-Emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.* 88 (1): 7-37.
22. Bové J. M.; López, M. M. y Duran-Vila, N. 2006. Evitar el Huanglongbing (HLB), un reto para la supervivencia de la citricultura española. *Levante Agrícola*. 4: 385-390.
23. Cabrera, R. I.; González, C.; Hernández, D. y Rodríguez, J. L. 2002. Presencia del hongo *Hirsutella citriformis* Speare sobre *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos de Cuba. *Protección Vegetal*. 17(3): 199.
24. Cermeli, M.; Morales, P. y Godoy, F. 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. *Bol Entomol Venez* 15(2): 235-243.
25. Chariada, L. A.; Milanes, J..M.; Teodoro, G, F. y Bertollo, E. C. 2006. Ocurrencia de *Diaphorina citri* no Estado de Santa Catarina. *Agropec. Catarin*. 19(2): 94-96.
26. Chavan, J. M. and Summanwar, A. S. 1993. Populations dynamics and aspects of the biology of citrus psyla, *Diaphorina citri* Kuw in Maharashtra. En: *Proceed. 12<sup>th</sup> IOCV Conference*. Moreno, De Graça and Timmer (Eds.). p. 286-290.
27. Chiu, Shui Chen; Aubert, B.; Chin, Chin Chien. 1988. Attempts to establish *tetrastichus radiatus* Waters. (Hymenoptera, Chalcidoidea), a primary parasite of *Diaphorina citri* Kuw. In Taiwan. In *Tenth IOCV Conf*. p. 265-268.

28. Coletta Filho, H. D. y Carlos, E. F. 2010. Ferramentas para diagnóstico do *huanglongbing* e detecção de agentes associados: dos sintomas aos ensaios de laboratório. *Citrus Research and Technology*. 31: 129-144.
29. Cueto, J. R. 2010. Huanglongbing (HLB) de los Cítricos en Cuba. Situación actual, manejo e impacto económico. En: 2do Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos. Mérida. (CD).
30. Da Graça, J. V. 1991. Citrus greening disease. *Phytopathol.* 29: 109-136.
31. Díaz, M. E. 2006. Relaciones ecológicas del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en el municipio especial Isla de la Juventud. Villa Clara. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de Las Villas.
32. 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. En: II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical. Cuba. (CD).
33. Etienne, J. 1978. Controle biologique a la Réunion de *Trioza erytreae* (Hompt:Psyllidae) au moyen de *Tetratichus dryi* (Hym. Eulophidae) *Fruits*. 33(12): 877-882.
34. Etienne, J. and Aubert, B. 1980. Biological Control of Psyllid Vectors of Greening Disease on Reunion Island. In 8<sup>th</sup> IOCV Conference. p. 118-121.
35. Etienne, J. D. and Burckhardt, C. 1998. *Diaphorina citri* (Kuwayama) in Guadalupe, premier signalement pour les Caraibe (Hem. Psyllidae). *Bull. Societé Entomol. de France*. 103(1): 32
36. Etienne, J.; Quilici, S.; Marival, D. y Franck, A. 2000. Controle biologique de *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) a la Reunion et en Guadalupe au moyen de *Tamarixia radiata* (Hym., Eulophidae) Atelier regional d'information sur la situation phytosanitaire des agrumes dans la Caraibe. Guadalupe. p. 1-8.
37. FAO. 2003. Examen de los problemas fitosanitarios actuales relacionados con los cítricos y de las políticas aplicadas para afrontarlos. 13<sup>ra</sup> reunión. La Habana, Cuba.

38. Fauvergue, X. y Quillici, S. 1991. Etude de certains paramètres de la biologie de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae, ectoparasitoide primaire de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), vecteur asiatique du greening des agrumes. *Fruits*. 46(2): 179- 185.
39. Fernández, M. y Miranda, I. 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Protección Vegetal*. 20(1): 27-31.
40. Gavarra, M. R.; Mercado, B. G. and González, C. I. 1990 Progress report *D. citri* trapping identification of parasite and possible field establishment of the imported parasite, *Tamarixia radiata* in the Philippines. *Proceed of the 4<sup>th</sup> Internal Asia Pacif Conf. On Citrus Rehabilit Thailand*. p. 246-250.
41. Gravena, S.; Beretta, M. J. G.; Paiva, P. E. B.; Gallão, R. and Yamamoto, P. T. 2006. Seasonal abundance and natural enemies of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards of Sao Paulo State, Brazil. In: *Proceed. 13<sup>th</sup> IOCV Conference*. De Graça Moreno and Yokomi (eds.) Abstract. p. 414.
42. González, C.; Borges, M.; Hernández, D.; Tapia, J. R. y Beltrán, A. 2000a. Inventario de enemigos naturales de *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Psyllidae) en Cuba. *Proceedings of the International Society of Citriculture*.
43. González, C.; Hernández, D. y Rodríguez, J. L. 2000b. Primer informe de *Tamarixia radiata* Waterston como biorregulador de *Diaphorina citri* Kuw. en cítricos de Cuba. *Citrifrut*. 18:(1,2,3): 38- 39.
44. 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.
45. González, Caridad. 2003a. Aspectos biológicos y ecológicos para el manejo de *Insulaspis gloverii* (Pack.) en cítricos. Villa Clara. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central de las Villas.
46. González, C. 2003b. *Diaphorina citri* (Kuw) (Hemiptera:Psyllidae) en la citricultura cubana. *Carta Circular RIAC N° 21 y 22*. 23 p.

47. González, C.; Hernández, D.; Tapia, J. R. y Beltrán, A. 2003c. Permanencia y efectividad de *Tamarixia radiata* Waters. (Hymenoptera, Eulophidae) como enemigo natural de *Diaphorina citri* Kuw. en naranjo Valencia. En: Evento Agrocentro. Villa Clara. (CD).
48. González, C.; Borges, M.; Gómez, M.; Llauger, R.; Fernández, M.; Murguido, C. y Hernández, Y. 2004a. Establecimiento de metodologías eficientes para la detección y control de *Diaphorina citri* Kuw. y la enfermedad HLB de los cítricos. Informe final de Proyecto CITMA. 43 p.
49. González, C.; Beltrán, A.; Borges, M.; Cabrera, R.; Montes, M. y Fernández, O. 2004b. Principales insectos y ácaros asociados al cultivo de los cítricos y su control. Curso Internacional en Citricultura Tropical. IIFT. La Habana, Cuba.
50. 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](http://www.fao.org/docrep). [Consulta: marzo, 18 2018].
51. González, P. C.; Etxeberria, E.; Achor, D.; Dawson, W., Spann, T.; Yates, J. D. and Albrigo, G. 2010. Uso de la reacción almidón – yodo para la selección de hojas sospechosas con HLB: distribución anatómica de niveles anormalmente altos de almidón en árboles de naranja valencia positivos al HLB. En: II Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos. Mérida. (CD).
52. Gottwald, T. R and Irey, M. 2008. The plantation edge effect of HLB: A geostatistical analysis. Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, Orlando. p. 305-308.
53. Gottwald, T. R.; Da Graça, J. V. and Bassanezi, R. B. 2007. Citrus Huanglongbing: The pathogen and its impact. Plant Health Progress doi: 10.1094/PHP- - 0906- 01- RV.
54. Graham, M. W. R. 1987. A reclassification of European Tetrastichinae (Himenoptera: Eulophidae) Revision of the Remain Genera Nat. Hist. Ent. 55(1): 1-391.

55. Halbert, Susan. 1998. Citrus psylla: Here in Florida an action Plan "Pest alert".
56. Halbert, S. and Nuñez, C. 2004. Distribution of the Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. Florida Entomologist. 87(3): 11-17.
57. Halbert, S. E. 2005. The discovery of huanglongbing in Florida. Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Citrus Canker and Huanglongbing Research Workshop, Florida. Citrus Mutual Orlando, H-3.
58. Halbert, S. E. and Manjunath, K. L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: *Psyllidae*) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomol. 87: 330- 353.
59. Hoy, Maryory 1998. A new pest of Florida Citrus. Citrus Vegetable Magazine September 8-9.
60. Hoy, Marjory and Ru Nguyen. 1998. Citrus Psylla. Here in Florida- An Action Plant-Updated. University of Florida Pest alert.
61. IVIA. (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias). 2010. HUANGLONGBING [en línea]. Disponible en: <http://www.ivia.es/iocv/enfermedades/huanglongbing/HUANGLONGBING.htm>. [Consulta: abril, 11 2018].
62. Jacas, J.; Gómez, A.; Peña, J. and Duncan, Rita. 2002. *Diaphorina citri* Kuwayama, Homoptera: Psyllidae. Levante Agrícola. 359: 50.
63. Lama, T. K.; Regmi, C. and Aubert, B. 1988. Distribution of Citrus Greening Disease Vector (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Nepal, and attempts of establishing biological control against it. In: "L. W. Timmer, S. M. Garnsey and L. Navarro (Eds). Proc. 10<sup>th</sup> Conference 10cv, Publ. IOCV, Riverside. p. 255-257.
64. Lima, A. and Da Costa, M. 1942. Insectos do Brazil. 3e Tomo Homopteros Esc. Nac. Agronomía Min. Agric. p. 101.
65. Li, W. and Levy, L. 2009. Citrus huanglongbing diagnosis based on molecular detection of associated liberibacter species. Abstracts Taller Internacional

sobre plagas cuarentenarias de los cítricos / International Workshop on Citrus Quarantine Pests Villahermosa, Tabasco, México. p.10.

66. Lopes, S. A.; Massarin, C. A.; Barbosa, J. C. and Ayres, A. J. 2009. Huanglongbing in the State of São Paulo – Brazil Current situation, regulation, management and economic impact. Abstracts International Workshop on Citrus Quarantine Pests Villahermosa, Tabasco, México.
67. Martínez-Ferrer, M. T.; Fibla, J. M.; Campos, J. M.; Beltran, E. y Ripollés, J. L. 2003. Aplicación de aceites minerales insecticidas en árboles adultos de cítricos para el control de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) y otras plagas de verano (II): Efectos sobre la calidad de los frutos. Bol. San. Veg. Plagas. 29: 291-298.
68. Mead, F. W. 1977. The Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera Psyllidae) Entomology Circular No. 180 Fla. Dpt. Agric. and Consumer Services, Division of Plant Industry. 4 p.
69. Mead, F. W. 1998. *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera:Psyllidae) FDACS/DPI Entomology Circular No.180. University of Florida. 5 p.
70. Mead, F. W. 2004. Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Homoptera: Psyllidae) [en línea]. Disponible en: <[http://deis.ifas.edu/BODY\\_IN160](http://deis.ifas.edu/BODY_IN160)>. [Consulta: febrero, 9 2018].
71. Parra, J. P. R.; Oliveira, H. N. y Pinto, A. S. 2003. Guía ilustrado de pragas e insectos benéficos dos citros. Piracicaba: A. S. Pinto. 140 p.
72. Parra, J. P. R.; Nava, D. E. y Gómez, M. L. 2006. Biología e técnicas de criação para controle biológico de *Diaphorina citri*. Proceedings of the Huanglongbing- greening International Workshop Riberao Preto, Brazil.
73. Pietersen, G.; Viljoen, R. and Phahladira, N. B. 2010. Background, current situation and management of hlb and its vector in South Africa. En: II Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos. Mérida. (CD).
74. Qureshi, J. A.; Rogers, M. E.; Hall, D. G. and Stansly, P. A. 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced parasitoid

- Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*.102: 247–256.
75. Rae, D. J.; Liang, W. G.; Watson, D. M.; Beattie, G. A. and Huang, M. D. 1997. Evaluation of sprays petroleum oils for the control of Asian citrus psilla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in China. *International Journal of Pest Management*. 43(1): 71-75.
76. Rae, D. J.; Watson, D. M.; Huang, M. D.; Cen, Y. J.; Wang, B. Z.; Beattie G. A. C.; Liang, W. G.; Tan, B. L. and Liu, D. G.. 2000. Efficacy and phytotoxicity of multiple petroleum oil sprays on sweet orange (*Citrus sinensis* (L.)) and pummelo (*C. grandis* (L.)) in southern China. *International Journal of pest management*. 46(2): 125-140.
77. Regmi, C. and Lama, T. K. 1988. Greening incidente and greenin vector population dynamics in Pokhara. *Proceedings of the X<sup>th</sup> IOCV meeting*. Ipa.
78. Rivero, D. E. R. 2005. Modelage espacio temporal para datos de incidencia de dolencias en plantas. Sao Paulo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agronomía. Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidad de Sao Paulo.
79. Rogers, M. E. 2006. Integrated Management Programs for control of Asian citrus psyllid in Florida. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberao Preto, SP, Brazil. p. 56.
80. Ruiz, G. J.; Tozze H. J.; Sguarezi, C N.; Usberti, R.; Martello, V. P. y Tomazela, M. S. 2010. Acciones de defensa sanitária vegetal em el estado de Brasil contra huanglongbing. *Research and Technology*. 31(2): 115-162.
81. Sigarroa, A. y Cornide, M. T. 1995. Paquete de programas MAT- GEN.
82. Tang Yu Quing. 1990. On the parasite complex of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Phyllidae) in Asian-Pacific and other areas. *Proc. of 4<sup>th</sup> Intern. Confer. Citrus Rehabilitation*. p. 240-245.
83. Tapia, G. C. 2010. Situación actual, regulación y estrategias para el control del huanglongbing (HLB) en la región del OIRSA. En: *II Taller Internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido Asiático de los cítricos*. Mérida. (CD).

84. Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spacial distribution of insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* (29): 321 – 357.
85. Teixeira, D. C.; Ayres, A. J.; Kitajima, E.; Tanaka, F.; Danet, J. L.; Jagoueix-Eveillard, S.; Saillard, C. y Bové, J. M. 2005a. Primero el informe de un Huanglongbing-como la enfermedad de cítrico en el São Paulo Estado, Brasil, y asociación de un nuevas especies del liberibacter," Candidatus el "americanus de Liberibacter, con la enfermedad. *Plante Dis.* 89:107.
86. Torres, M. G. and Parra, J. R. P. 2008. Bioecology of *Diaphorina citri* and *Tamarixia radiata*: zoning for citrus groves of the State of São Paulo. In *Proceeding of the International Research Conference on Huanglongbing*, Orlando, Florida.
87. Tsai, J. H. 2008. Enverdecimiento de los cítricos y su vector psílido [en línea]. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/tsaigreeningsp.htm>. [Consulta: marzo, 22 2018].
88. Tsai, J. H. and Liu, Y. H. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *J. Econ. Entomol.* 93(6): 1721- 1725.
89. Tsai, J. H.; Wang, J. J. and Liu, Y. H. 2000. Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange jessamine in Southern Florida. *Fla. Entomol.* 83:446-459.
90. Vázquez, L. 2003. Manejo Integrado de Plagas. Preguntas y respuestas para extensionistas y agricultores. La Habana. INISAV. 566 p.
91. Weerawut, P. 1990. Monitoring population of *Diaphorina citri* Kuwayana and Thrips in Thailand. *Proceed of 4<sup>th</sup> Asia Pacif Conference Thailand.* p. 206 – 230.
92. Yamamoto, P.; Paiva, P y Gravena, S. 2001. Flutuação Populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Psyllidae) em Pomares de Citros na Região Norte do Estado de São Paulo. *Neotropical Entomology.* 30(1): 165-170.

93. Yamamoto, P. T. 2006. Controle químico de *Diaphorina citri* no Brasil. Proceedings of the Huanglongbing- greening International Workshop, Riberao Preto, Brazil.
94. Yamamoto, P. T. and Miranda, M. P. 2009. Controle biológico na cultura dos citros. In XI Simpósio de Controle Biológico, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brazil. (CD).
95. Yueping, Y.; Huang, M.; Andrew, G.; Beattie, C.; Xea, Y.; Ouyang, G. and Xiong, J. 2006. Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama a mayor pest of citrus: A status report for China. International Journal of Pest management. 52(4): 343- 352.
96. Zhao, X-Y. 1981. Citrus yellow shoot disease (huanglongbing) in China – a review. Proceedings of the International Society of Citriculture.1: 466-469.