

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS TABASCO
PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO.**

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Diaphorina citri* Kuwayana
EN LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka) EN LA SABANA DE
HUIMANGUILLO, TABASCO.**

DIÓGENES GARCÍA GARDUZA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

**H. CÁRDENAS, TABASCO
2012.**

La presente tesis, titulada: **Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* kuwayama en limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) en la sabana de Huimanguillo, Tabasco**, realizada por el alumno: **Diógenes García Garduza**, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



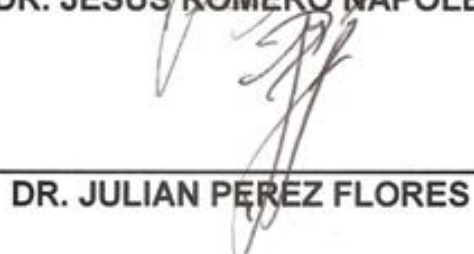
DR. SAUL SANCHEZ SOTO

ASESOR:



DR. JESUS ROMERO NAPOLES

ASESOR:



DR. JULIAN PÉREZ FLORES

H. Cárdenas, Tabasco, 27 de Junio de 2012.

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Diaphorina citri* Kuwayana
EN LIMON PERSA (*Citrus latifolia* Tanaka) EN LA SABANA DE HUIMANGUILLO,
TABASCO.

Diógenes García Garduza, MC.

Colegio de Postgraduados, 2012.

Resumen.

Diaphorina citri Kuwayama es el vector de la enfermedad Huanglongbing, la cual se encuentra actualmente en 14 de los 23 estados productores de cítricos en México. El estado de Tabasco, donde se cultivan 15, 406 ha de estos frutales, aún no es afectado por la enfermedad, por lo cual es importante tomar medidas para controlar las poblaciones del vector, cuya presencia en dicho estado fue detectada en 2005. El objetivo de este trabajo fue determinar la fluctuación poblacional de *D. citri* y la relación que guarda su incidencia con la abundancia de brotes vegetativos, temperatura y precipitación en la zona citrícola de Tabasco. El trabajo se realizó mediante muestreos quincenales de septiembre de 2010 a agosto de 2011 en una plantación de limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) de 1 ha, localizada en Tierra Nueva 3ª Sección, municipio de Huimanguillo (17.701794° N y - 93.484025 O). La fluctuación poblacional de huevos y ninfas se determinó mediante la colecta de brotes vegetativos y la de adultos mediante su captura en trampas adhesivas de color amarillo. Los resultados muestran que la mayor incidencia de las tres fases del insecto se presentó en período de marzo a junio, coincidiendo con la abundancia de brotes y altas temperaturas. La abundancia de huevos y ninfas presentó correlación alta con la de brotes vegetativos, correlación moderada con la temperatura y correlación negativa con la precipitación. La incidencia de adultos presentó correlación moderada con respecto a la temperatura, y correlación baja con relación a la abundancia de brotes y precipitación.

Palabras claves: *Diaphorina citri* kuwayama, Huanglongbing, Fluctuación, Abundancia,

POPULATION FLUCTUATION OF *Diaphorina citri* Kuwayama IN PERSIAN LEMON
(*Citrus latifolia* Tanaka) IN SABANA OF HUIMANGUILLO, TABASCO.

Diógenes García Garduza, MC.

Colegio de Postgraduados, 2012.

ABSTRACT

Diaphorina citri Kuwayama is the vector of Huanglongbing disease, which is currently in 14 of 23 citrus producing states in Mexico. The state of Tabasco, where these crop have an area of 15, 406 ha still not affected by the disease, which is important to take measures to control vector populations, whose presence in that state was detected in 2005. The aim of this study was to determine the population dynamics of *D. citri* and its relation with the abundance of vegetative shoots, temperature and precipitation in the area citrus of this State. The work was done by sampling fortnightly September 2010 to August 2011 in a plantation of Persian lemon (*Citrus latifolia* Tanaka) of 1 h, located in the municipality of Huimanguillo (17.701794 ° N and - 93.484025 W). The population dynamics of eggs and nymphs was determined by collecting vegetative shoots and adults through his capture in yellow sticky traps. The results show that the highest incidence of *D. citri* was presented in March to June period, coinciding with the abundance of vegetative shoots and high temperatures. The abundance of eggs and nymphs showed high correlation with vegetative shoots, moderate correlation with temperature and negative correlation with rainfall. The incidence of adult showed moderately correlated with temperature and low correlation with abundance of vegetative shoots and precipitation.

Keywords: *Diaphorina citri* Kuwayama, Huanglongbing, Fluctuation, Abundance

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por permitir continuar con mi formación académica.

Al Dr. Saúl Sánchez Soto, por su apoyo, confianza, paciencia y por haberme permitido formarme como persona y profesional bajo su cargo.

Al Dr. Jesús Romero Nápoles, por su valiosa asesoría y orientación para el enriquecimiento de este trabajo.

Al Dr. Julián Pérez Flores, por sus conocimientos y sugerencias a fin de llevar a buen término este trabajo.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Tabasco, por apoyarme en mi formación laboral y por las facilidades otorgadas para llevar a buen término este trabajo.

Al productor, C. Juventino Gallegos Sánchez, por las facilidades otorgadas en su huerta, para realizar la presente investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud y la fuerza necesaria para vencer todos los obstáculos que se presentaron y concluir satisfactoriamente este trabajo de tesis.

A mis padres, los cuales han sido ejemplo en mi vida y me motivan a seguir adelante superándome día a día.

A mis hijas, Regina Paola, Ximena Paulina y Zabdy Valeria porque son mi fortaleza y fuente constante de motivación, sin ellas no sería nada.....Gracias bebés porque sé que hubieron momentos que les falté y por la paciencia que me tienen, las AMO.

A mi esposa, por estar siempre a mi lado y ser la persona que siempre me alienta a seguir adelante.

A mis hermanas, Delia, Martha Aurora, Laydi y Cinthya Karen, por todos los momentos que hemos compartidos juntos.

A mis sobrinos, Jhovany Javier, Carlos Jair, Eduardo, Emilio, Paul, Liz, Lesly Angélica, Fernando, Lizander y Handro.

A mis amigos del colegio de postgraduados Víctor Hugo, Juventino, Okendo, Facundo, Ana Guadalupe, Marcos, Omar, Adrian, Erika, María Isabel, Cristian y a todas esas personas que no menciono aquí pero que están presentes en mi mente.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPOTESIS.....	2
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
4.1. Generalidades del Psílido asiático de los cítricos.....	3
4.1.2. Taxonomía.....	3
4.1.3. Biología.....	3
4.2. Características morfológicas.....	4
4.2.1. Huevos.....	4
4.2.2. Ninfas.....	4
4.2.3. Adulto.....	4
4.3. Origen y distribución en el mundo.....	5
4.4. Importancia económica.....	5
4.5. Plantas hospederas.....	6
4.6. Factores que limitan el desarrollo de <i>D. Citri</i>	6
4.7. Métodos de control.....	9
V. MATERIALES Y METODOS.....	11
5.1. Localización y características del área de estudio.....	11
5.2. Muestreo de ninfas y huevos de <i>Diaphorina citri</i>	11
5.3. Monitoreo de adultos de <i>Diaphorina citri</i> con el uso de trampas amarillas.....	11
5.4. Determinación de brotes.....	12
5.5. Variables de temperatura y precipitación.....	12
5.6. Análisis Estadístico.....	12
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
VII. Conclusiones.....	17
VIII. LITERATURA CITADA.....	18

LISTA DE CUADRO.

Cuadro 1. Análisis de correlación de Pearson entre fluctuación poblacional de <i>Diaphorina citri</i> y la fluctuación de brotes vegetativos, temperatura media y precipitación.....	15
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluctuación poblacional de *D. citri* (a), brotes vegetativos (b), temperatura media (c) y precipitación acumulada (d), en Huimanguillo, Tabasco, de septiembre 2010 a agosto de 2011.14

I. INTRODUCCION.

El cultivo de cítricos constituye una actividad socioeconómica de gran importancia para México, ya que cuenta con una superficie de 549,000 hectáreas, de las cuales se obtienen anualmente alrededor de 6.9 millones de toneladas, lo que coloca a este país como el quinto productor a nivel mundial (SIAP, 2010). En el estado de Tabasco, ubicado en el sureste de México, la superficie sembrada con cítricos es de 13, 910 ha, de las cuales el 95% se localiza en municipio de Huimanguillo (SIAP, 2010), donde el limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka) constituye la especie más cultivada con una superficie de 7,138 ha (SIAP, 2010).

Actualmente la citricultura mexicana está siendo afectada por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), de reciente introducción en el país y cuyo agente causal es la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., la cual es transmitida por el insecto *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), conocido comúnmente como psílido asiático de los cítricos. Esta enfermedad, considerada como una de las más destructivas y letales de los cítricos en el mundo (Alemán *et al.*, 2007), está presente en 14 de los 23 estados productores de cítricos en México (SENASICA, 2011). Actualmente la misma no se ha detectado en Tabasco; sin embargo, el riesgo de introducción es muy alto debido a su presencia en estados vecinos, por lo cual se ha implementado una campaña que tiene como finalidad detectarla oportunamente y combatir las poblaciones del insecto vector para minimizar dicho riesgo (SENASICA, 2011).

Considerando la información antes indicada, se plantearon los objetivos que a continuación se indican.

II. OBJETIVOS

1.- Conocer la fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* Kuwayana en una plantación de limón persa en la Sabana de Huimanguillo, Tabasco.

2.- Determinar si existe alguna correlación entre la fluctuación poblacional de la plaga con la temperatura, precipitación y la presencia de brotes vegetativos.

III. HIPOTESIS

Los factores ambientales y las etapas fenológicas del limón persa influyen en las densidades poblacionales de *Diaphorina citri* Kuwayana a través del año.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Generalidades del Psílido asiático de los cítricos.

4.1.2. Taxonomía. Según Triplehorn y Johnson (2005) el psílido asiático de los cítricos presenta la siguiente clasificación.

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Género: *Diaphorina*

Especie: *Diaphorina citri* Kuwayama, 1907

Kuwayama describió a la especie por primera vez en 1907, de especímenes obtenidos en Shinchiku, Taiwán. Las especies de *Diaphorina* usualmente son separadas basándose en el patrón de manchas de las alas anteriores y en la forma de los conos genales. *D. citri* tiene un distintivo patrón en sus alas anteriores que permiten separarlo fácilmente de otras muchas especies reportadas en cítricos.

4.1.3. Biología.

D. citri presenta un período de vida de 3 a 4 meses aproximadamente y una alta fecundidad, las hembras tienen un período de ovoposición de 12 días y pueden llegar a depositar cientos de huevos, los cuales eclosionan a los 3 días en verano y 23 días en invierno. El ciclo completo es de 15-47 días, pudiendo existir hasta 11 generaciones por año, como es el caso del área de Guangdong, China (Yang *et al.*, 2006).

4.2. Características morfológicas

4.2.1. Huevos.

Los huevos son de forma ovoide, alargados, con prolongación en una de las puntas. Son de color amarillo claro (cuando son recién depositados) y posteriormente se tornan brillante anaranjado. Miden aproximadamente 0.30 mm de longitud y 0.14 mm de ancho (Chavan y Summanwar, 1993).

4.2.2. Ninfas.

Las ninfas son aplanadas dorsoventralmente, 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. Presentan cinco estadios ninfales, las ninfas de quinto estadio dan lugar al nacimiento de los adultos (machos y hembras) (Chavan y Summanwar, 1993).

4.2.3. Adulto.

El adulto presenta un cuerpo de color marrón. 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 hembras es de 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 (Carmeli *et al.*, 2000).

4.3. Origen y distribución en el mundo.

El psílido asiático de los cítricos, *D. citri* tiene su origen en el lejano oriente y fue descrito en Taiwán en 1907. Se encuentra distribuido en todo el sureste de Asia. En el continente Americano fue observado por primera vez en Brasil (da Graça, 1991; Halbert y Manjunath, 2004), posteriormente fue localizada en Honduras, Uruguay, Guadalupe, Cuba, Puerto Rico, Venezuela, Argentina y en los Estados Unidos (Etienne *et al.*, 1998; Cermeli *et al.*, 2000; González *et al.*, 2003; Halbert y Manjunath, 2004; Pluke *et al.*, 2005).

En México, el psílido se reportó oficialmente por primera vez en 2002 en el estado de Querétaro (<http://www.pestalert.org/espanol/pestnwes.cfm>); posteriormente se registró en brotes tiernos de limón mexicano (*Citrus limon* Burmeister) en Ciudad Victoria (Tamaulipas) y en brotes de lima (*Citrus aurantifolia* (Christ.)) en Monterrey (Nuevo León) (Coronado y Ruiz, 2004). En la región citrícola de Huimanguillo, Tabasco, este insecto se detectó en 2005 y actualmente se encuentra distribuido en todo el país (López Arroyo *et al.*, 2005; SENASICA, 2009).

4.4. Importancia económica.

Este insecto provoca dos tipos de daño, el directo, causado por ninfas y adultos, los cuales al alimentarse de los brotes jóvenes, transmiten toxinas a través de la saliva causando la deformación y pérdida de los brotes, lo que debilita a las plantas y disminuye drásticamente la producción. El principal daño que se le atribuye al insecto es que transmite el agente causal del Huanglongbing, la bacteria *Candidatus*

Liberibacter que habita en el floema (Li *et al.*, 2006). Las plantas infectadas no llegan a vivir más de 5 a 8 años. El psílido adquiere la capacidad de transmitir la enfermedad después de un corto período de alimentación de 15 a 30 minutos y permanecen infectivos durante toda su vida (3 a 4 meses) (FAO, 2003).

4.5. Plantas hospederas

D. citri es una especie oligófaga, se reportan por lo menos 54 especies de plantas hospederas, principalmente del género *Citrus*, además de ello, existe una gama de géneros en la familia Rutaceae que suelen hospedarlos; estos géneros son: *Aegle*, *Aeglopsis*, *Afraegle*, *Atalantia*, *Balsamocitrus*, *Citropsis*, *Clausena*, *Murraya*, *Fortunella*, *Linonia*, *Merrillia*, *Microcitrus*, *Pamburus*, *Poncirus*, *Severinia* y *Swinglea* (Viraktamath y Bhumannavar, 2002; Koizumi *et al.*, 1996; Chavan y Summanwar, 1993; Lim *et al.*, 1990; Garnier y Bové 1993; Halbert y Manjunath 2004).

Murraya paniculata (L) Jack, es una especie de uso ornamental muy común en México, Estados Unidos y las Islas del Caribe, y se destaca en la región por ser especie no cítrica que sirve como hospedante alternativo de *D. citri* (Gonzalez *et al.*, 2003; Halbert y Manjunath, 2004).

4.6. Factores que limitan el desarrollo de *D. Citri*.

Los adultos de *D. citri* viven entre uno y dos meses, dependiendo de la temperatura y la planta hospedante en la que se alimenten (Liu & Tsai, 2000). El periodo promedio de vida para la hembra es de 39.6 a 47.5 días a una temperatura de 25 °C, pudiendo sobrevivir por varios meses esperando hasta que llegue el periodo de brotación de las

plantas hospedantes. El desarrollo desde huevo hasta adulto requiere de 16 a 17 días a una temperatura de 25 °C. Los adultos se pueden encontrar en condiciones naturales durante todo el año, depositando huevos dondequiera que haya brotes disponibles, desarrollándose sobre diferentes plantas hospederas y con una marcada preferencia por los cítricos (Cáceres, 2005; Alemán *et al*, 2007). El periodo de ovoposición es de 17 a 60 días (Fernández & Miranda, 2005).

D. citri no tiene diapausa y sus poblaciones declinan en los periodos en que las plantas no están en brotación. No obstante ello, tanto las altas como las bajas temperaturas son perjudiciales para el incremento de su densidad poblacional. Sohail *et al.* (2004) determinaron que en China, la población de *D. citri* fluctúa en relación con la temperatura y la humedad relativa ambiente, considerando a su vez que la temperatura es el factor ambiental más importante al limitar su potencial distribución geográfica.

Xu (1985), afirmó que las áreas de distribución potencial del vector, se ajustan a los lugares en los que las bajas temperaturas se encuentran dentro de la tolerancia de los adultos invernantes. Inviernos con bajas temperaturas e intensas fluctuaciones de temperatura ocasionarían una elevada mortalidad de las poblaciones invernantes (Xie *et al.*, 1989; Huang *et al.*, 1992). En tal sentido, Zhu (1993) propone que una temperatura mínima mensual promedio de 6.4 °C, puede ser utilizada como el factor limitante a la distribución geográfica del psílido, en lugar de la temperatura media diaria superior a 10 °C.

Por otro lado Yang (1989) concluyó que las altas temperaturas y elevada humedad relativa ambiente, tiene un enorme impacto negativo sobre las poblaciones de *D. citri*, en contraste con los efectos negativos que las altas temperaturas y la baja humedad relativa tienen sobre *Trioza erytreae* en los países de África. En tal sentido, Sohail *et al* (2004), determinaron la existencia de una correlación negativa entre la abundancia poblacional de *D. citri* y la humedad relativa. Valores de precipitación mensual superior a 150 mm disminuyen drásticamente la densidad de ninfas y huevos, debido a un efecto de volteo por lavado, dado que *D. citri* oviposita en brotes superiores de la planta, quedando las ninfas completamente expuestas al impacto de la lluvia (Aubert, 1987)

Liu & Tsai (2000), estudiaron en laboratorio el desarrollo, supervivencia, longevidad, reproducción, y los parámetros de la tabla de vida del insecto entre los 10 y 33 °C. Las poblaciones colocadas a temperaturas de 10 °C y 33 °C no se desarrollaron. Entre 15 °C y 30 °C, el período promedio de desarrollo desde huevo hasta adulto varió de 49.3 días a 15 °C hasta 14.1 días a 28 °C. Los umbrales de temperatura inferior fueron estimados para los estadios ninfales 1º al 5º en 11.7 °C, 10.7 °C, 10.1 °C, 10.5 °C y 10.9 °C, respectivamente.

Más recientemente, Nava *et al.* (2007), estudiaron en Brasil el efecto de tres hospedantes vegetales: *Citrus limonia* (Lima Rangpur), *Murraya paniculata* (Mirto) y *Citrus sunki* (Mandarina Sunki), y siete temperaturas diferentes sobre la biología de *Diaphorina citri* Kuwayama. En este estudio, los autores determinaron una temperatura

base de desarrollo para los estados de huevo y ninfa de 12 °C y 13.9 °C, respectivamente; mientras que la suma térmica requerida para completar cada uno de los referidos estados fue de 52.6 y 156.9 GD. Como valor promedio de temperatura base y suma térmica para el ciclo biológico completo *D. citri*, desde el estado huevo hasta la emergencia de adultos, consideraron los valores de 13,5 °C y 210,9 GD, respectivamente.

4.7. Métodos de control.

Para el control y manejo de esta plaga se han utilizado un sin número de productos químicos siendo metamidofós, dimetoato, imidacloprid los que han sido eficientes hasta 90% (Sohail *et al.*, 2004); también se han aplicado bioinsecticidas como Nim, obteniendo buenos resultados (Weathersbee y Mc Kenzie, 2005); sin embargo, a largo plazo trae como consecuencia la aparición de plagas secundarias o la disminución de los enemigos naturales, esto al tener que efectuar varias aplicaciones por año.

En el estado de Florida, EUA, se ha aplicado el control biológico clásico para el manejo de *D. citri*, para lo cual se introdujeron dos parasitoides: *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) obteniendo excelentes resultados ya que lograron adaptarse y establecerse a las condiciones de humedad relativa y temperatura (McFarland y Hoy, 2001); en Taiwan se encontró un parasitismo del 80 al 90% de *T. radiata* (Chien *et al.*, 1991).

También se han observado depredadores como *Chilocorus cacti*, *Olla v-nigrum*,

Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae) como buenos controladores del psílido (Pluke *et al.*, 2005; Michaud, 2001); también se han reportado hongos entomopatógenos del género *Hirsutella* sp. atacando a los adultos de *D. citri* (Meyer *et al.*, 2007).

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1. Localización y características del área de estudio.

La investigación se realizó en una huerta de limón persa de 1 ha y 5 años de edad en la que no se hacían tratamientos de plaguicidas ni podas, ubicada en la Ranchería Tierra Nueva 3ra. Sección del municipio de Huimanguillo, Tabasco ($17^{\circ} 42' 06.4''$ N y $-93^{\circ} 29' 02.5''$ O). La plantación se localiza en la zona citrícola del estado, la cual presenta clima cálido húmedo (Am (f)), con promedio anual de temperatura y precipitación de 26.2°C y 2290.3 mm, respectivamente (INAFED, 2009).

5.2. Muestreo de ninfas y huevos de *Diaphorina citri*.

Para estimar la población de ninfas y huevecillos de *D. citri* se seleccionaron al azar 20 árboles, de los cuales se colectaron cuatro brotes al azar de la parte media de la copa, uno de cada punto cardinal, de no más de 8 cm de longitud, los cuales se confinaron en bolsas de polietileno que se depositaron inmediatamente en una hielera donde permanecieron por 24 horas, al término de las cuales se procedió al conteo de los estados inmaduros con ayuda de un microscopio estereoscópico.

5.3. Monitoreo de adultos de *Diaphorina citri* con el uso de trampas amarillas.

La fluctuación poblacional de adultos se determinó mediante nueve trampas instaladas en nueve árboles previamente seleccionados y separados por una distancia aproximada de 30 m. Cada trampa consistió de un rectángulo de plástico amarillo de 7×14 cm, con pegamento especial para insectos en ambas caras, el cual se adaptó mediante grapas a un marco de madera suave con dimensiones similares al plástico y de 1 cm de grosor. Las trampas fueron colocadas entre las ramas de los árboles en la

parte media de la copa, a una altura de 1.7 m, mediante un hilo de 30 cm de longitud sujetado a dos de sus extremos. Los adultos capturados se contabilizaron cada 15 días al mismo tiempo en que las trampas eran renovadas.

5.4. Determinación de brotes.

La abundancia de brotes fue estimada mediante conteos quincenales en 20 árboles elegidos al azar en cada muestreo. Para esto se utilizó un marco de madera de 100 x 100 cm que fue colocado sobre la parte media de la copa, de modo que se contabilizó el total de brotes existentes dentro del cuadrante.

5.5. Variables de temperatura y precipitación.

Los datos de temperatura y precipitación se obtuvieron de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizada aproximadamente a 19 km de la plantación.

5.6. Análisis Estadístico.

Se realizaron análisis de correlación de Pearson para determinar la posible relación entre la fluctuación de *D. citri* con la fluctuación de la brotación, temperatura media y/o precipitación. Para el análisis se utilizó el programa estadístico R-comander versión 2.10.1

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

D. citri estuvo presente durante todo el período de estudio. El comportamiento poblacional de huevos, ninfas y adultos fue similar durante todo el año, con baja densidad de septiembre de 2010 a febrero de 2011; a partir de marzo la densidad poblacional de estas tres fases se incrementó, de modo que la población de huevos y ninfas presentó el máximo nivel en el mes de mayo con una media de 34 huevos y 86 ninfas por brote, mientras que la población de adultos alcanzó su máxima densidad en el mes de junio con una media de 26 individuos por trampa (Figura 1a).

La comparación gráfica de la fluctuación poblacional de las tres fases de este insecto con la fluctuación de brotes vegetativos, temperatura y precipitación mostró que hubo similitud entre la fluctuación de la plaga con la de la brotación y la temperatura en el periodo de febrero a junio, mientras que la fluctuación de la precipitación no presentó ninguna similitud con la del insecto durante todo el período de estudio (Figura 1a-d).

De acuerdo con el análisis de correlación de Pearson y con la clasificación de sus valores establecida por Bisquerra (2004), los factores que tuvieron una correlación alta con la abundancia de huevos y ninfas, fueron la brotación y la temperatura. Este último factor presentó una correlación moderada con respecto a la presencia de adultos, mientras que la brotación tuvo una correlación baja con la población de los mismos. La precipitación tuvo una correlación muy baja con la abundancia de la fase adulta y una correlación negativa con la de huevos y ninfas (Cuadro 1).

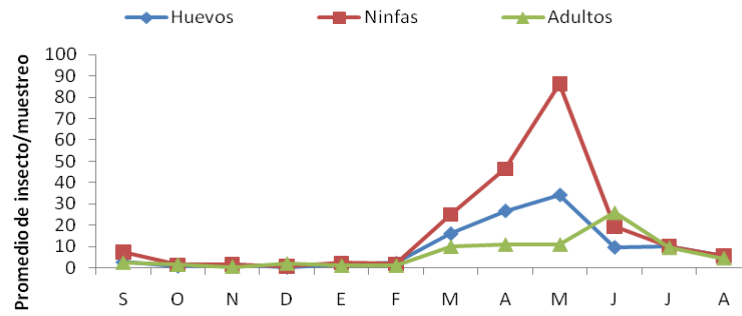


Figura 1a



Figura 1b

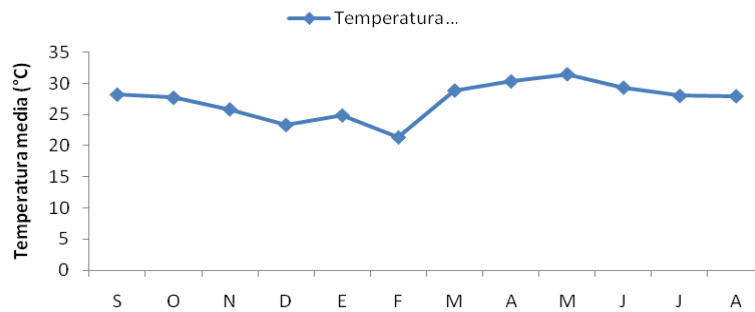


Figura 1c

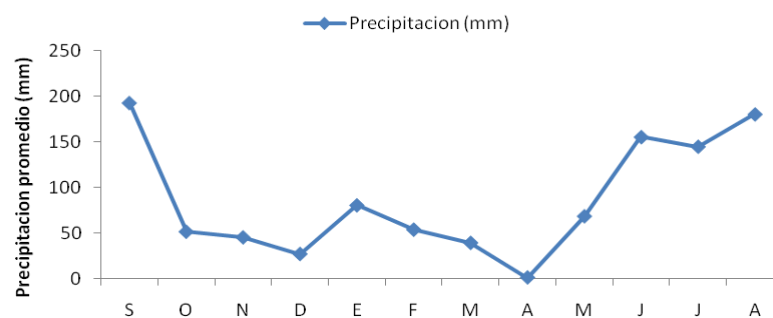


Figura 1d

Figura 1. Fluctuación poblacional de *D. citri* (a), brotes vegetativos (b), temperatura media (c) y precipitación acumulada (d), en Huimanguillo, Tabasco, de septiembre 2010 a agosto de 2011.

Cuadro 1. Análisis de correlación de Pearson entre fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* y la fluctuación de brotes vegetativos, temperatura media y precipitación.

<i>D. citri</i>	Brotes vegetativos		Temperatura		Precipitación	
	r*	p**	R	p	r	p
Huevo	0.604	0.0017	0.600	0.0031	-0.0902	0.675
Ninfa	0.780	6.70E-06	0.624	0.00112	-0.162	0.4475
Adulto	0.279	0.185	0.535	0.0067	0.190	0.3736

La alta correlación entre la abundancia de brotes y la de huevos y ninfas (Cuadro 1) coincide con la información de varios autores (Halbert, 1999; Tsai *et al.*, 2002; Halbert y Manjunath, 2004; y Hall *et al.*, 2008 Qureshi *et al.*, 2009), quienes mencionan que la presencia de brotes vegetativos favorece la abundancia poblacional de la plaga, ya que éstos son esenciales para el desarrollo de los estados inmaduros, razón por la cual las hembras sólo ovipositan en ellos. La desigualdad en las densidades registradas en el período de septiembre de 2010 a febrero de 2011, en el cual la población de *D. citri* fue baja y la brotación fue considerable (Figura 1a,b), se debió posiblemente a que las altas precipitaciones en el mes de septiembre y las lluvias constantes en los meses siguientes (Figura 1d) afectaron significativamente su población, pues se ha visto que, a pesar de la abundancia de brotes, este factor climático puede limitar el desarrollo poblacional de dicho insecto (Hall *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2008; Cabrera-Mireles *et al.*, 2010; Villanueva-Jimenez *et al.*, 2010). Al respecto Aubert (1987) indica que precipitaciones superiores a 150 mm reducen drásticamente la población de ninfas y huevos, debido a que éstos son colocados en brotes superiores de la planta, quedando

las ninfas completamente expuestas al impacto de la lluvia. Esto se confirma con la correlación negativa entre la incidencia de los estados inmaduros y la de dicho factor climático (Cuadro 1), además de que gráficamente se observa que la densidad poblacional de huevos y ninfas fue mayor en los meses de marzo a mayo (Figura 1a), en los cuales las precipitaciones fueron bajas (Figura 1d).

Considerando que el rango óptimo de temperatura para el desarrollo poblacional de *D. citri* es de 25 a 28 °C (Liu y Tsai, 2000), y que temperaturas de 32 °C o mayores ocasionan un descenso poblacional del insecto (Bove, 2009), se puede inferir que en la zona de estudio este factor climático no constituyó una limitante para el desarrollo poblacional del insecto, ya que el promedio mínimo de temperatura fue de 21.2 °C en el mes de febrero y el máximo de 31.5 °C en el mes de mayo (Figura 1c). En efecto, la alta correlación entre este factor y la abundancia de los estados inmaduros, y la correlación moderada con la fase adulta (Cuadro 1), ratifican este hecho.

Con respecto a la hipótesis planteada en el trabajo referente a que los factores ambientales y las etapas fenológicas del limón persa influyen en las densidades poblacionales de *Diaphorina citri* a través del año, se puede indicar que el factor limitante más importantes para este insecto fueron las altas precipitaciones; con respecto a la temperatura, cuando menos las lecturas de éstas no llegaron a los niveles críticos para afectar a la especie en cuestión; con respecto a la etapa fenológica del limón, la brotación o producción de brotes resultó el factor más importante.

VII. Conclusiones

- *D. citri* se presentó durante todo el año en la zona estudiada, manifestando los niveles de población más altos de marzo a junio, coincidiendo con la abundancia de brotes y altas temperaturas.
- Se infiere que las altas densidades de población del insecto son favorecidas básicamente por la abundancia de brotes y afectadas por las altas precipitaciones; asimismo, la temperatura registrada en la zona no representa una limitante para el desarrollo poblacional de esta especie.

VIII. LITERATURA CITADA.

Alemán J., Baños H., y Ravelo J. 2007. Diaphorina citri y la enfermedad Huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. *In: Revista Protección Vegetal*, 22(3): 154-165

Aubert, B. 1987. Le greening une maladie infectieuse des agrumes, d' origine bacterienne, transmise par des Homopteres psyllides. Strategie de lutte developpe a l' ile de la Reunion Island. Circonstances epidemiologiques en Afrique/ Asie et modalites d' intervention. doc. CIRAD/ IRFA. 185 pp.

Bisquerra, R. 2004. Metodología de la Investigación Educativa Madrid: La Muralla, S.A.

Bové, J. M. 2009. Huanglongbing a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *J. Plant Pathol.*, 88: 7-37.

Cabrera-Míreles H., F. D. Murillo-Cuevas, J. A. Villanueva-Jiménez, U. A. Díaz-Zorrilla y S. Cerezo-Aparicio. 2110. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en la región centro de Veracruz. Memoria científica. 1er Simposio nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en Mexico-2010. pp 46-53.

Cáceres, S.; Aguirre, M. y Miño, V. (2005) "*Murraya paniculata* (L.) Jack, un huésped del psílido asiático de los citrus *Diaphorina citri* en Corrientes". Pág. 223. Libro de resúmenes IV. Congreso Argentino de Entomología.

Carmeli, M., P. Morales, y F. Godoy. 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. *Boletín Entomología Venezolana*, 15: 235-243.

Chavan V. M. and A. S. Summanwar. 1993. Population dynamics and aspects of the biology of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw. *In: P. Moreno, J. V. da Graça, and L. W. Timmer [eds.], Proc. 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. University of California, Riverside. Pp. 286-290.*

Chien, C.C. y Chu, Y.I. (1991) Biological control of citrus psyllid, *Diaphorina citri* in Taiwan. *Inter. J. Pest Mgt.*, 34: 93-105.

Coronado, J.M. y Ruíz, E., 2004. Plagas de los cítricos y sus enemigos naturales en el estado de Tamaulipas, México. *Entomología Mexicana* 4: 931-936.(se cita como capítulo de libro)

da Graça, J. V. 1991. Citrus greening disease. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 29: 109-136.

Etienne, J.; Quilici, S.; Marival, D. y Franck, A. (2001): Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits*, 56(5): 307-315.

FAO. 2003. Examen de los problemas fitosanitarios actuales relacionados con los cítricos y de las políticas aplicadas para afrontarlos.[En línea] <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/006/y9061s.htm> (Revisado en marzo de 2011).

Fernández, Miriam y Miranda, Ileana (2005) Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte I: Características morfológicas, incidencia y enemigos naturales asociados. *Rev. Protección Veg.*, 20(1): 27-31.

González, C., M. Borges, D. Hernández, J. Rodríguez, A. Beltrán. 2003a. Inventario de enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Kuw.) en cítricos de Cuba. IX Congreso de la Sociedad Internacional de Citricultura. Orlando, Fla.

Garnier M., and J. M. Bové. 1993. Citrus greening disease. In P. Moreno, J. V. da Graça, and L. W. Timmer [eds.], Proc. 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. University of California, Riverside. pp. 212-219.

Hall, G. D., G. M. Hentz; y C. R. Adair Jr. 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera. Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environmental Entomology*, 37 (4): 914-924.

Halbert, S. E. 1999. Asian citrus psyllid- A serious exotic pest of Florida citrus. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, University of Florida. <http://doacs.state.fl.us/~pi/enpp/ento/dcitri.htm>.

Halbert, E. S y , L. K. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Stenorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 98(4):387-396.

Hung, T. H., S. C. Hung, C. N. Chen, M.H. Hsu & H.J. Su. 1992. 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.

INAFED. 2009. Enciclopedia de los municipios de México. Instituto Nacional para el federalismo y desarrollo municipal del gobierno del estado de Veracruz. Secretaria de Gobierno. México. [En Línea] www.e-local.gob.mx (Revisado noviembre 2011)

Koizumi M., M. Prommintara, and Y. Ohtsu. 1996. Wood apple, *Limonia acidissima*: A new host for the huanglongbing (greening) vector, *Diaphorina citri*. In J. V. da Graça, P. Moreno, and R. K. Yokomi [eds.], Proc. 13th Conference of the International

Organization of Citrus Virologists (IOCV). University of California, Riverside. pp. 271-275.

Li W., J. S. Hartung & L. Levy. 2006. Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing. *Journal of Microbiology Methods*, 66(1): 104-115

Lim W. H., O. M. Shamsudin, and W. W. Ko. 1990. Citrus greening disease in Malaysia. *In* B. Aubert, S. Tontyaporn, and D. Buangsuwon [eds.], *Rehabilitation of Citrus Industry in the Asia Pacific Region*. Proc. Asia Pacific International Conference on Citriculture. Chiang Mai, Thailand. pp.100-105.

Liu, Y.H. & H. Tsai. 2000. Effect of the temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Ann. Appl. Biol.*, 137: 201-216.

López-Arrollo, J. I., Loera-Gallardo, J., Miranda-Salcedo, M.A. y Rocha-Peña, M.A. 2002. Manejo Integrado de Plagas de Cítricos. Memoria de Manejo Integrado Fitosanitario de los Cítricos en México. Veracruz, Veracruz. Julio 27, 2002.

López-Arroyo, J. I., M. A. Peña, M. A. Rocha Peña, y J. Loera. 2005. Ocurrencia en México del psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), pp. C68. *In*: Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., Méx.

Meyer M. J., A. M. Hoy y G. D. Boucias. 2007. Morphological and molecular characterization of *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. *Journal of Invertebrate Pathology*, 95: 101-109.

McFarland, D. C y A. M. Hoy. 2001. Survival of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), and its two parasitoids, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), under different relative humidities and temperatura regimes. *Florida Entomologist*, 84 (2): 227-234.

Michaud, J.P. 2001. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological Control*, 29 (2): 260-269.

Moreno P., M., E. Pozo V., R. Valdés H., y M. Cárdenas M. 2008. Distribución espacial de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) sobre lima persa (*Citrus lattifolia* Tanaka). *Fitosanidad*, 12(1): 33-37.

Nava D. E.; Torres, M. L G.; Rodrigues, M. D. L.; Bento, J. M. S.; Parra, J. R. P. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 131(9-10): 709-715.

Pluke, W.H.R., A. Escribano, J.P. Michaud and P.A. Stanscy. 2005. Potential Impact of Lady Beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. Florida Entomologist, 22: 123-128.

Qureshi, J. A., M. E. Rogers, G. D. Hall & A. P. Stansly. 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida citrus. Journal of Economic Entomology, 102(1): 247-256.

Ramos C. 2008. Huanglongbing (“Citrus greening”) y el Psílido Asiático de los cítricos, una perspectiva de su situación actual Pág. 165. Libro de resúmenes IV. Congreso Argentino de Entomología.

Sánchez-S., S y H. J. Martínez A. 2006. Presencia de *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en el Estado de Tabasco, pp. 391-392. In: 19 Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Villahermosa, Tabasco, México.

SENASICA. (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2011. Notificación de la detección de huanglongbing en el Municipio de Tizimín, Yucatán, Méx. [En línea]. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=9361> (Revisado el 15 de junio de 2011).

SENASICA. (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2009. Notificación de la detección de huanglongbing en el Municipio de Tizimín, Yucatán, Méx. [En Línea] <http://www.senasica.gob.mx/default.asp?doc=9361> (Revisado el mayo de 2011).

SIAP. 2010. Producción agrícola por cultivo y por estado. México (En línea). Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (Fecha de consulta octubre de 2011).

Sohail, A., A. Nisar & K. Rashad Rasool. 2004. Studies on Population Dynamics and Chemical Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*. International Journal of Agricultura & Biology, 6: 970-973.

Tsai, J. H., J. J. Wang y H. Y. Liu. 2002. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida. Florida Entomologist, 85(3): 446-451.

Triplehorn C. A., N. F. Jonson. 2005. Borror and Delong’s Introduction to the Study of Insects. 7 th Edition. Ed. Thonson Brookz/Cole. USA. 268 – 332 pp.

Villanueva-Jiménez J. A., H. Cabrera-Míreles, R. José Pablo, J. J. Canela-Cantellano, W. A. Pérez-Aguilar, F. D. Murillo- Cuevas. Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemíptera: Psyllidae), y enemigos naturales en toronja en la zona central costera de

Veracruz. 1er Simposio nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en Mexico-2010. Pp. 251-258.

Viraktamath C. A., and B. X. Bhumannavar. 2002. Biology, ecology and management of *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Pest management in Horticultural Ecosystems. 7: 1-27.

Weathersbee III, A. A. & C. L. Mc Kenzie. 2005. Effect of a Neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition and development of *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae. Florida Entomologist, 88(4): 401-407.

Xie, P.; Su, Z. & Lin, Z. 1989. Studies on the biology of the citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Acta Agric. Universitatis Zhejiangensis, 15(2):198-202.

Xu, C. 1985. Investigation on citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama, and citrus huanglongbing in northern Fujian. Fujian Agric. Technol. 4:42.

Yang, Y. B. 1989. Influence of light, temperature and humidity on the development, reproduction and survival of citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuwayama). Acta Ecologica Sinica. 9(4): 348-354.

Yang, Y., M. Huang, G. Andrew, C. Beattie, Y. Xia, G. Ouyang & J. Xiong. 2006. Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama a major pest of citrus: A status report for China. International Journal of Pest Management, 52(4): 343-352.