

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO



## DIVISIÓN DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

### FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Hirsutella citriformis* EN POBLACIONES DEL PSÍLIDO ASIÁTICO *Diaphorina citri* EN UN HUERTO DE NARANJA VALENCIA EN RÍO BRAVO, TAMAULIPAS.

Por:

Raymundo Cabrera Larios

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Abril, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO  
*Hirsutella citriformis* EN POBLACIONES DEL PSÍLIDO ASIÁTICO  
*Diaphorina citri* EN UN HUERTO DE NARANJA VALENCIA EN RÍO BRAVO,  
TAMAULIPAS.

Por:

RAYMUNDO CABRERA LARIOS

TESIS

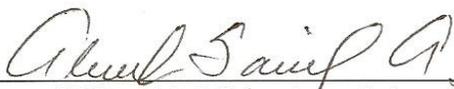
Que someto a consideración del H. jurado examinador  
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

  
MC. Víctor Samuel Peña Olvera  
Presidente del jurado

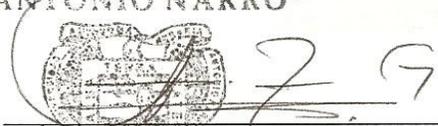
  
Dr. Marco Antonio Reyes Rosas  
Sinodal Externo

  
MC. Abiel Sánchez Arizpe.

Sinodal

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

  
Dr. Jesús Loera Gallardo  
Sinodal Externo

  
MC. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coordinador de la División de Ingeniería.

Coordinación de  
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril, 2012

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme dado sus bendiciones cada día.

A mi "*Alma Terra Mater*", la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme dado la oportunidad de superarme profesionalmente al permitirme concluir mis estudios a nivel licenciatura.

Al **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)** y en especial al **Campo Experimental Río Bravo (CERIB)** por las facilidades otorgadas y el apoyo brindado para la realización de esta tesis, ya que sin ellos no se hubiera podido llevar a cabo.

Al MC. **Víctor Samuel Peña Olvera** por el apoyo, disposición y asesoría brindada para la realización de este trabajo.

Al **Dr. Marco Antonio Reyes Rosas** por su apoyo, disposición, conducción, profesionalismo y enseñanza, así como haberme dado la oportunidad de trabajar con él, brindándome su amistad y facilidad para la realización de la presente tesis.

Al Dr. **Jesús Loera Gallardo**, por haberme brindado la oportunidad de conocerlo, así como la disponibilidad de las instalaciones del laboratorio "CATOLACUS" para la realización de esta tesis.

Al MC. **Abiel Sánchez A.** por su participación en la revisión y conclusión de este trabajo.

A los profesores del **Departamento de Ciencias del Suelos**, por haberme compartido sus conocimientos y amistad.

A mis **compañeros de generación** por haberme hecho sentir como en casa durante mi estancia en la **Narro**.

A mis amigos y paisanos del estado de Tlaxcala: **Andrés, Anita, Ángel, Laura, Rigo, German, Flor, Gerardo, Basabe, Marilu**. Por su apoyo, regaños, consejos, pero sobre todo por su amistad y momentos inolvidables que disfrute en su compañía.

Al MC. **Eloy Vargas Valero**, por su aportación para el desarrollo del presente trabajo, así como su amistad brindada.

A **Eleazar, Vicente y Tania**, por su amistad, comentarios y alegrías, haciendo más amena mi estancia en el Campo experimental, Río Bravo.

Al despacho: **Asesores Técnicos del Noreste S.C.** por su apoyo brindado.

A mis jefes y compañeros de **Financiera Rural Agencia Reynosa**, por haberme aceptado en su equipo de trabajo, así como su amistad brindada.

A todas aquellas personas que contribuyeron de manera directa o indirecta y que involuntariamente no mencione, pero que con su granito de arena se hicieron partícipes en la conclusión del presente trabajo.

## DEDICATORIA

*Dedicado especialmente a esas personas que me dieron la dicha de vivir y a quienes les debo todo lo que soy.*

*Edmundo Cabrera Galindo:*

*Gracias papá por enseñarme que la base para todo es el trabajo y la constancia.*

*Juana Larios Briseño:*

*Gracias mamá por el apoyo incondicional, porque siempre estás conmigo cuando más te necesito.*

*Especial dedicación a, **Ashly Naomi Cabrera García**, por ser la fuente de toda mi inspiración, por sus sonrisas, cariños, caprichos, pero sobre todo por ser quien me ha enseñado a madurar y crecer como persona, gracias...*

*A **María Rosalía García Ramírez** por todo el apoyo brindado en esta culminación de mi carrera.*

*A mis hermanas **Mary, Erika, Rosalía, Ana, Lupita**, por su compañía, confianza, consejos y por esos momentos mágicos que me regalan cada día que pasamos juntos. A **Liliana** por ser como una segunda madre.*

*A mi hermano **Cristian** por enseñarme a valorar y disfrutar la vida.*

*A todos mis sobrinos que me recuerdan lo bonito de la vida sin olvidar al niño que llevo dentro. **Mary, Brenda, Yomara, Fany, Citlali, Jonathan, Kevin, Edwin, Juanito, Jesús, y América** que siempre vive en mi pensamiento.*

*Para toda mi familia...*

*Gracias por el amor y el cariño que me han dado siempre.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	3
.....	3
DEDICATORIA .....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE CUADROS.....	10
.....	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVOS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
<a href="#"><u>Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae).....</u></a>	<a href="#"><u>4</u></a>
<a href="#"><u>Origen .....</u></a>	<a href="#"><u>4</u></a>
<a href="#"><u>Distribución geográfica .....</u></a>	<a href="#"><u>4</u></a>
<a href="#"><u>Taxonomía .....</u></a>	<a href="#"><u>5</u></a>
<a href="#"><u>Biología .....</u></a>	<a href="#"><u>5</u></a>
<a href="#"><u>Huevos de D. citri.....</u></a>	<a href="#"><u>7</u></a>
<a href="#"><u>Ninfas.....</u></a>	<a href="#"><u>7</u></a>
<a href="#"><u>Adulto.....</u></a>	<a href="#"><u>8</u></a>
<a href="#"><u>Daños .....</u></a>	<a href="#"><u>9</u></a>
<a href="#"><u>Daño directo.....</u></a>	<a href="#"><u>9</u></a>
<a href="#"><u>Daños indirectos .....</u></a>	<a href="#"><u>10</u></a>

<u>Control químico del psílido.....</u>	<u>12</u>
<u>Productos sistémicos.....</u>	<u>12</u>
<u>Productos de contacto.....</u>	<u>13</u>
<u>Control Biológico del psílido.....</u>	<u>13</u>
<u>Enemigos naturales de D. citri.....</u>	<u>14</u>
<u>Parasitoides.....</u>	<u>14</u>
<u>Depredadores .....</u>	<u>14</u>
<u>Entomopatógenos.....</u>	<u>16</u>
<u>Hongos entomopatógenos.....</u>	<u>17</u>
<u>Clase Hyphomycetes .....</u>	<u>17</u>
<u>Género Hirsutella .....</u>	<u>18</u>
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
<u>Ubicación de las áreas de estudio.....</u>	<u>19</u>
<u>Fluctuación poblacional del PAC y Colecta de insectos infectados .....</u>	<u>19</u>
<u>Traslado de muestras .....</u>	<u>19</u>
<u>Identificación del agente causal.....</u>	<u>20</u>
<u>Aislamiento .....</u>	<u>20</u>
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	21
.....	21
<u>Determinación taxonómica y Fluctuación del hongo entomopatógeno causante de epizootias sobre poblaciones de D. citri en Río Bravo, Tamaulipas.....</u>	<u>21</u>
<u>Fluctuación poblacional de D. citri en Río Bravo, Tamaulipas. ....</u>	<u>26</u>
CONCLUSIONES.....	29
LITERATURA CITADA .....	30
.....	30
APÉNDICE.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de <i>Diaphorina citri</i> : Huevos, cinco instares ninfales y fase adulto.....	6
Figura 2. Infestación de ninfas de <i>D. citri</i> en un huerto de naranjo, Río Bravo, Tamaulipas. Julio-2011.....	8
Figura 3. <i>D. citri</i> en su estado adulto. Fuente: Marco Antonio Reyes Rosas, INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas.....	9
Figura 4. Muerte de brote de naranjo <i>Citrus sinensis</i> , causados por infestación de ninfas de <i>D. citri</i> , Río Bravo, Tamaulipas. Julio-2011.....	10
Figura 5. Deformación de frutos de naranjo causada por la presencia de HLB. ....	12
Figura 6. Presencia de adultos de <i>D. citri</i> en posición de alimentación, enfermos y adheridos a las hojas de naranjo <i>Citrus sinensis</i> . Huerto de naranja, Río Bravo, Tamaulipas. Enero-2011.....	21
Figura 7. Fialide con conidias en la parte superior. Observación en estereoscopio de aislamientos de insectos micosados. Laboratorio "Catolacus", Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas. Abril-2011.....	22
Figura 8. Número de individuos del PAC vivos y parasitados por <i>Hirsutella citrifomis</i> , en un huerto de Naranja Valencia, Río Bravo, Tamaulipas.....	23

Figura 9. Humedad relativa (HR) promedio presentada en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo Experimental Río Bravo.....24

Figura 10. Precipitación acumulada en Río Bravo, Tamaulipas. Registrada durante los muestreos realizados. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo Experimental Río Bravo.....24

Figura 11. Parasitismo de H. citrifomis sobre el PAC. En Río Bravo, Tamaulipas.....25

Figura 12. Temperatura media quincenal presentada en Río Bravo, Tamaulipas. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo experimental Río Bravo. ....27

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales insectos depredadores del PAC de los cítricos en México. .....	15
Cuadro 2. Principales hongos entomopatógenos utilizados comercial y experimentalmente para el control biológico de insectos.....	16

## RESUMEN

Se monitoreó la fluctuación poblacional del psílido asiático de los cítricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), así como la mortalidad que el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* causó sobre su población, en un huerto de naranja Valencia ubicado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas. *D. citri* es considerada la plaga más devastadora en cítricos que haya sido reportada en México, debido a que es un vector muy eficiente de la enfermedad conocida como “Huanglongbing”, causada por la bacteria *Candidatus liberibacter*, patógeno que paulatinamente provoca la muerte de los cítricos.

Para realizar esta investigación se monitoreó quincenalmente a los insectos enfermos y los sanos, para calcular con estos el porcentaje de mortalidad. *H. citriformis* aparece en forma natural atacando las poblaciones del psílido asiático, por lo que se considera un medio de control biológico natural para esta plaga.

Se observó que el PAC está también asociado con la muerte de brotes tiernos, a consecuencia de las altas poblaciones de ninfas y adultos que succionan la savia de tallos, pecíolos y hojas en formación. El periodo donde se observó la mayor población de adultos y ninfas de *D. citri*, fue de junio a octubre de 2010. El mayor parasitismo de *H. citriformis* sobre la población de *D. citri* fue de 51% en el mes de octubre de 2010, este porcentaje de parasitismo está relacionado con las condiciones de temperatura promedio de 24°C y HR media de 67%, condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.

**Palabras clave:** Entomopatógenos, *D. citri*, huanglonbing, control biológico.

## INTRODUCCIÓN

A escala internacional existen establecidas alrededor de siete millones de hectáreas de cítricos, de las cuales el 51% de la superficie sembrada corresponde a naranja (Muñoz et al., 2004). Para México, la superficie citrícola establecida supera las 530 mil hectáreas, que producen un promedio anual de 7.3 millones de toneladas de fruta (SIAP, 2008). Tamaulipas es uno de los estados más importantes en la producción de cítricos; cuenta con una superficie de 37,391.3 hectáreas y una producción promedio de 15 ton/ha, es decir 560,869.5 toneladas anuales, de las cuales el 90% de esta fruta tiene como destino el mercado nacional de Nuevo León, Aguascalientes, Guadalajara y México, solo un 10% se exporta principalmente a los EUA con un valor total de 754 millones de pesos. Adicional a la superficie cultivada, se cuenta con aproximadamente 12 mil hectáreas en desarrollo y 10 mil hectáreas de traspatio. Los costos de producción son del orden de los 13,500 pesos por hectárea (Anónimo, 2010).

La mencionada riqueza citrícola se encuentra amenazada por patógenos de importancia cuarentenaria, entre los que destacan por sus efectos devastadores el virus de la tristeza (VTC), la leprosis (*Rhabdoviridae*), el cancro (*Xanthomonas axonopodis pv. citri*), la clorosis variegada (*Xylella fastidiosa*), la muerte súbita, cuyo agente causal aún no se conoce. Recientemente se ha detectado una nueva amenaza para la citricultura nacional: el “Huanglongbing” (HLB) o dragón amarillo de los cítricos, causada por la bacteria *Candidatus liberibacter*), enfermedad considerada aún de mayor impacto que la tristeza de los cítricos (Halbert, 1999; da Graca y Korsten, 2004). El HLB es transmitido por el vector conocido como el psílido asiático de los cítricos (PAC) *Diaphorina citri* Kuwayama (SENASICA, 2011). El PAC inició la invasión de cítricos en Campeche, lugar donde fue encontrado por el Dr. Donald B. Thomas (USDA-ARS) en 2002. Actualmente se encuentra distribuido en todas las zonas citrícolas del país.

Para el estado de Tamaulipas, el HLB representa una amenaza para la industria citrícola ya que podría afectar la producción anual de 560,869.5

toneladas, las cuales tienen un valor promedio de 754 millones de pesos en beneficio de 5,200 productores y sus familias. La actividad citrícola genera 180 mil empleos directos y más de 200 mil indirectos lo que representa una derrama económica de 104.4 millones de pesos, por concepto de empleos directos y 40 millones de pesos por empleos indirectos, así como el empleo de 2 jornales por hectárea durante todo el año con un costo de 150 pesos cada uno, lo que genera una aplicación de recursos anuales a labores fitosanitarias aproximado de 11.21 millones de pesos (Anónimo, 2010).

## **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la citricultura nacional está en riesgo del ataque por el HLB transmitido por el Psílido Asiático de los Cítricos (PAC) *Diaphorina citri*, lo que podría afectar de manera directa e indirecta la derrama económica derivada de esta actividad, afectando todos los eslabones de la cadena, desde la producción hasta la comercialización. El conocimiento de la fluctuación poblacional del PAC, así como sus enemigos naturales eficientes proveen herramientas para el uso de estrategias sustentables como el control biológico.

La fluctuación poblacional del PAC, puede proveer información para detectar cual es la etapa más idónea de controlar a la plaga, ya que actualmente existe evidencia de que el uso irracional de productos químicos para controlar plagas puede generar serios problemas relacionados con el medio ambiente y la salud humana, así como problemas en la exportación de productos por razones de inocuidad alimentaria. Por esta razón, el uso de sus enemigos naturales como los hongos Entomopatógenos para el control del vector, constituye un método alternativo para el control de poblaciones del PAC y una herramienta para el Manejo Integrado de esta plaga.

## HIPÓTESIS

La mayor población de *Diaphorina citri* en Río Bravo, Tamaulipas en naranja valencia, será en los periodos febrero-marzo y julio-octubre, cuando se presentan con mayor intensidad las brotaciones.

Se espera que el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* reduzca de manera natural, más de un 50% la población de adultos del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, en el Municipio de Río Bravo, Tamps.

## OBJETIVOS

Determinar la fluctuación poblacional del hongo entomopatógeno *H. citriformis* en poblaciones del psílido asiático *Diaphorina citri* en un huerto de naranja valencia en Río Bravo, Tams.

Determinar el porcentaje de parasitismo de *H. citriformis* sobre poblaciones del psílido asiático en Río Bravo, Tamps.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)

#### Origen

El PAC, es una de las plagas más serias de los cítricos a nivel mundial, fue descrito por primera vez en Taiwán en 1907 (Halbert y Manjunath, 2004); actualmente es un insecto plaga con categoría cuarentenaria (OEPP/EPPO, 1988) y es de particular importancia porque está establecido ampliamente en las zonas citrícolas del mundo (Wooler *et al.*, 1974; CABI/EPPO, 2001; EPPO, 2005).

#### Distribución geográfica

En el Continente Americano el PAC está establecido en Sur y Centro América (Cermeli *et al.*, 2000; The Information Institute, CAB INTERNATIONAL, 2002; Halbert y Núñez, 2004; Villalobos *et al.*, 2004); en 1994 su dispersión llegaba hasta Honduras (Burckhardt, 1994), y posiblemente invadió México antes de 1996 (Halbert y Núñez, 2004). El insecto fue encontrado en la citricultura de Florida en 1998, y en la citricultura del Río Grande Valley, Texas en 2001 (Halbert y Manjunath, 2004; Halbert y Núñez, 2004). García (2009), menciona que ha sido reportado en Brasil (2004), EEUU (2005), Cuba (2007), Republica Dominicana (2008) y detectada en Belice en el 2009. En México durante el 2002 se estableció en los cítricos de Campeche (Thomas, 2002; López Arroyo *et al.*, 2005). En el año 2003, *D. citri* fue registrada simultáneamente en los estados de Nuevo León y Tamaulipas (López Arroyo *et al.*, 2004b, 2005; Ruiz *et al.*, 2005); para el año 2004, la plaga se había extendido hasta los estados de Colima, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Yucatán (López Arroyo *et al.*, 2005). Durante 2005

el PAC también fue encontrado en el estado de Sinaloa, en 2006 en los estados de Michoacán, Oaxaca, Baja California Sur y Sonora, posteriormente en 2007 en Jalisco y Morelos. Actualmente se encuentra altamente distribuido en todas las zonas citrícolas del país (Investigadores del INIFAP, com. personal).

## **Taxonomía**

Nombre científico: *Diaphorina citri*

Nombre común: Psílido asiático de los Cítricos (PAC).

Sinónimo: *Euphalerus citri*

### **Clasificación taxonómica:**

Clase: Insecta

Subclase: *Pterygota*

División: *Exopterygota*

Orden: Hemiptera

Familia: *Psyllidae*

Género: *Diaphorina*

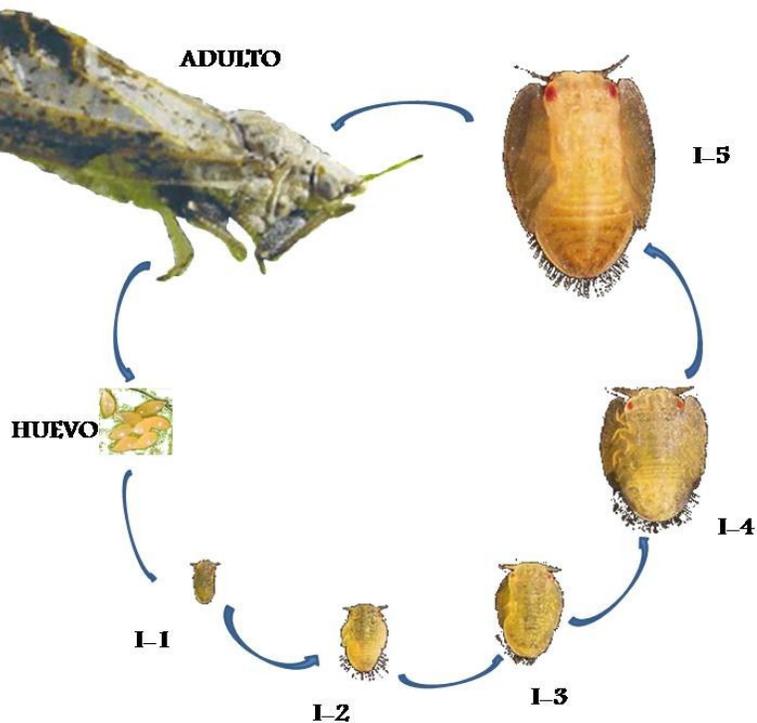
Especie: *D. citri*

Modificada de García Darderes

## **Biología**

La duración del período embrionario varía de 7 a 9 días a 15° C y de 3 a 5 días a 28° C. La ovoposición está condicionada a la presencia de brotes tiernos. La hembra alcanza a poner 800 huevos en toda su vida, posteriormente nacen las ninfas, que son sedentarias. Estas se establecen sobre las ramas tiernas y sobre los pecíolos, formando colonias con un número variable de individuos. Las ninfas excretan una sustancia blanca cerosa a manera de hilos que se deposita sobre las hojas. Los adultos tienen poca capacidad para sostener vuelos muy largos, pero pueden ser transportados a grandes

distancias por las corrientes de aire. (Tsai y Liu, 2000). El PAC de los cítricos presenta un ciclo de vida corto y una alta capacidad de reproducción, especialmente en áreas costeras calurosas (Catling, 1970). La duración del ciclo biológico (Figura 1), varía de 20 a 40 días, a temperaturas de 15°C a 28°C, respectivamente, siendo las temperaturas de 25 a 28°C las más adecuadas para su desarrollo. El psílido no se desarrolla a temperaturas de 33°C y 10°C y presenta un pico poblacional al final de la primavera e inicios del verano que coincide con el período de brotación de los cítricos (Alemán et al., 2007). Las fases en que el PAC adquiere la bacteria causante del HLB, son el 4° y 5° estadio ninfal y en estado adulto. No transmite la enfermedad por descendencia (solamente adultos la transmiten hasta el final de su vida). El insecto adquiere la bacteria en 30 minutos y la puede transmitir después de alimentarse entre 5 a 7 horas.



**Figura 1.** Ciclo biológico de *Diaphorina citri*: Huevos, cinco instares ninfales y fase adulto.

## **Huevos de *D. citri***

Son de forma ovoide, alargados, con prolongación en una de las puntas, de color amarillo claro (cuando son recién depositados) y se tornan a brillante anaranjado (Figura 1). Miden aproximadamente 0.30 mm de longitud y 0.14 mm de ancho (García, 2009).

## **Ninfas**

Aplanadas dorso-ventralmente, de color anaranjado-amarillo, sin manchas abdominales, con esbozos alares (alas pequeñas en formación) abultados, un par de ojos rojos compuestos y dos antenas de color negro; presentan filamentos a lo largo del abdomen (Figura 2). Los primordios de las alas son conspicuos; hilos cerosos cortos, que pueden estar presentes sólo en el ápice del abdomen.

Las ninfas presentan cinco estadios ninfales: En el 1er estadio miden 0.30 mm de longitud y 0.17 mm de ancho; para el 2do estadio miden 0.45 mm de longitud y 0.25 mm de ancho; el 3er estadio miden 0.74 mm de longitud y 0.43 mm de ancho; el 4to estadio miden 1.01 mm de longitud y 0.70 mm de ancho; para el ultimo estadio 5to miden 1.60 mm de longitud y 1.02 mm de ancho, dando lugar al nacimiento de los adultos, machos y hembras (García, 2009).



**Figura 2.** Infestación de ninfas de *D. citri* en un huerto de naranjo, Río Bravo, Tamaulipas. Julio-2011.

## **Adulto**

Presenta un cuerpo de color marrón moteado (pardo amarillento), recubierto de polvo ceroso, con ojos rojos; el primer par de alas es más ancho en el extremo, con áreas de color oscuro (principalmente en los bordes). Las antenas presentan el ápice negro con dos manchas marrón claro en la parte media (Figura 3). Los machos son levemente más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen redonda, mientras que el abdomen de la hembra termina en una punta bien marcada. El tamaño promedio de las hembras es 3.3 mm de largo y 1 mm de ancho, en tanto que el de los machos es 2.7 mm de largo y 0.8 mm de ancho. Generalmente, se encuentran en posición inclinada con la parte posterior del cuerpo hacia arriba (Alemán et al., 2007).



**Figura 3.** *D. citri* en su estado adulto. Fuente: Marco Antonio Reyes Rosas, INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas.

## **Daños**

Los daños que causa el PAC son identificados como directos e indirectos. El PAC, se considera el vector más eficiente que transmite el huanglonbing (Capoor *et al.*, 1974; Xu *et al.*, 1988; da Graca, 1991; Garnier y Bové, 1993; 2000; Tsai *et al.* 2002; da Graca y Korsten, 2004; Halbert y Manjunath, 2004), siendo esta enfermedad el daño indirecto de mayor relevancia.

### **Daño directo**

Michaud (2004), menciona que el PAC, en infestaciones fuertes puede causar daños severos de manera directa; al alimentarse de la planta, *D. citri*, es capaz de provocar defoliación y muerte de ramas (Figura 4), causando daños en los puntos de crecimiento de los árboles de Naranja (brotes). García (2009),

menciona que las etapas afectadas de las plantas son: floración, fructificación, fase vegetativa y crecimiento; las partes afectadas son: brotes y hojas.



**Figura 4.** Muerte de brote de naranjo *Citrus sinensis*, causados por infestación de ninfas de *D. citri*, Río Bravo, Tamaulipas. Julio-2011.

### **Daños indirectos**

El daño indirecto causado por *D. citri* de mayor importancia es la transmisión de una bacteria Gram negativa, denominada *Candidatus liberibacter spp.* (No cultivada en medios artificiales), que produce la enfermedad conocida como “Huanglongbing” (HLB) o Greening. El HLB (huanglongbing en Mandarín significa dragón amarillo, y hace referencia a la apariencia que presentan las plantas enfermas) es una de las enfermedades más graves que afectan a la citricultura mundial, incluso mayor a la Tristeza de los Cítricos (Halbert, 1999).

Esta enfermedad produce que las plantas se sequen, provocando paulatinamente la muerte del árbol (da Graca, 1991; Garnier y Bové, 1993; 2000; da Graca y Korsten, 2004; Halbert y Manjunath, 2004), el síntoma inicial de la enfermedad generalmente aparece en una rama o gajo, que se destaca

por el color amarillo que contrasta con el color verde de las hojas de las ramas no afectadas, es común la ocurrencia de síntomas semejantes a la deficiencia de zinc o calcio y nitrógeno en las hojas de las ramas infectadas.

Cuando la enfermedad evoluciona, ocurre una intensa defoliación, el fruto queda deformado, asimétrico y presenta diferencia de maduración interna. Mediante un corte en sentido longitudinal, es posible verificar filetes anaranjados que parten de la inserción con la región del pedúnculo (Figura 5). La parte blanca de la cáscara (albedo) se presenta con mayor espesura y por fuera pueden aparecer pequeñas manchas circulares verde-claras que contrastan con el verde normal del fruto, siendo común la ocurrencia de semillas abortadas (da Graca, 1991; da Graca y Korsten, 2004; Halbert y Manjunath, 2004).

En agosto del 2005, la enfermedad es detectada en los Estados Unidos de América en el condado de Miami–Dade, FL. (Knighten *et al.*, 2005; Chung y Brlansky, 2006; Zhou *et al.*, 2007), siete años después de la invasión de la citricultura de Florida por el vector *D. citri* (Halbert, 1999; Halbert y Manjunath, 2004). En México, se ha detectado en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Nayarit y Jalisco (2009); Campeche, Colima, Sinaloa y Michoacán (2010); y recientemente en el estado de Chiapas y Veracruz (SENASICA, 2011).

Otro daño indirecto es causado por las ninfas del PAC que excretan continuamente copiosas cantidades de mielecilla, favoreciendo el desarrollo de hongos conocidos como fumagina, provocando la presencia de hormigas que se benefician con la mielecilla excretada por el insecto plaga, estas a su vez defienden al psílido de sus enemigos naturales (CABI/EPPO, 2001).



**Figura 5.** Deformación de frutos de naranjo causada por la presencia de HLB.

### **Control químico del psílido**

*Diaphorina citri* puede ser controlado eficientemente con productos químicos; sin embargo, este método a largo plazo trae como consecuencia la aparición de plagas secundarias, al tener que efectuar varias aplicaciones por año (Mead, 1977). La selección de un insecticida, debe considerar su eficiencia, período residual, selectividad y programas de rotación de los grupos químicos. Hay que resaltar que el período residual puede variar con la presencia de las lluvias, brotaciones y dosis del producto utilizado.

### **Productos sistémicos**

Los productos sistémicos se pueden aplicar a principio del año cuando las condiciones son favorables para el rápido crecimiento de *D. citri* (Rogers y Stansly, 2006). En huertas en desarrollo, aun sin producción de frutos, se sugiere aplicar productos sistémicos durante los períodos lluviosos, principalmente: Temik (Aldicarb), Imidacloprid y (ISO-I): Thiamethoxam, entre

otros; con Imidacloprid ha sido posible el control del 100% de los adultos y 98% de las ninfas (Cáceres, 2002., Reyes y Loera, 2011, Comunicación personal).

### **Productos de contacto**

Los insecticidas de contacto son utilizados para controlar adultos procedentes del exterior de las huertas, para reducir la posibilidad de transmisión del HLB. Estos insecticidas por lo general tienen un buen efecto para disminuir la densidad de población del insecto, con un el control de más del 80% y una residualidad media de 30 días (Yamamoto y Miranda, 2009). Los productos de contacto monopolizados para reducir las poblaciones del PAC son: Dimetoato, Ethion, Malathion, Piretroides, Carbamatos y Abamectina, utilizados en periodos de sequia. Sin embargo, el tiempo de residualidad del producto puede ser menor dependiendo de las precipitaciones y la aparición de brotes después de la aplicación.

### **Control Biológico del psílido**

El control biológico de *D. citri* ha sido posible con la utilización de depredadores y parasitoides; en Florida, E.U.A., se desarrolló un programa de control biológico clásico de *D. citri* basado en la introducción y liberación de los parasitoides *Tamarixia radiata* y *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Shafee, Alam y Agarwal) (*Hymenoptera: Encyrtidae*) (McFarland y Hoy, 2001); además, en las plantaciones se han observado densidades altas del depredador *Olla v-nigrum* (Mulsant) (*Coleóptera: Coccinellidae*) en los árboles atacados por la plaga, por lo que se ha considerado a éste como un factor clave en el control de *D. citri* (Michaud, 2001, 2004). El PAC es además atacado por diversas especies de depredadores generalistas comúnmente asociados a los cítricos (López-Arroyo, 2001; López-Arroyo et al., 2003) y en México es además atacado por parasitoides nativos (Coronado et al., 2003; López-Arroyo et al., 2010).

## **Enemigos naturales de *D. citri***

Aunque *D. citri* es una plaga que apareció en México en el 2002, se han detectado un número importante de especies nativas e introducidas, que regulan de manera natural sus poblaciones. Estos enemigos naturales comprenden tres grupos: Entomopatógenos, parasitoides y depredadores (López-Arroyo et al., 2010).

### **Parasitoides**

El grupo de parasitoides que controlan al PAC en México está representado por dos especies de Hymenoptera: *Tamarixia radiata* y *Diaphorencytus* sp. *T. radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), es el principal parasitoide del PAC en México y hasta el momento solo se ha reportado parasitando ninfas de esta especie. Su distribución abarca prácticamente todas las áreas citrícolas de México (López-Arroyo et al., 2010). También se ha registrado el ataque de ninfas por *Diaphorencytus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), en el estado de Sinaloa (Cortez-Mondaca et al., 2009; López-Arroyo et al., 2009a),

### **Depredadores**

Existe un número importante de depredadores que se alimentan de todas las etapas de desarrollo de *D. citri*. El grupo más importantes de depredadores es la Clase Insecta, siendo Coleoptera, Neuróptera Hymenoptera y Hemiptera los Orden más sobresalientes, tanto por número de especies, así como por las acciones de supresión de la plaga. En el Cuadro 1, se localizan los principales insectos depredadores del PAC. Los ácaros y arácnidos depredadores, solo han sido determinadas a nivel de familia, de las cuales las encontradas son Trombiculidae, en ácaros; Araneidae, Oxyopidae, Plectreuridae, Salticidae,

Tetragnathidae, Thomisidae y Theridiidae en Araneae (López-Arroyo et al., 2010).

**Cuadro 1.** Principales insectos depredadores del PAC de los cítricos en México.

<b>Orden: Familia</b>	<b>Especie</b>
<b>Hemiptera: Anthocoridae</b>	<i>Orius</i> sp.
<b>Hemiptera: Miridae</b>	Especie sin identificar
<b>Hemiptera: Reduviidae</b>	<i>Zelus renardi Kolenati</i> y dos especie sin identificar
<b>Neuroptera: Chrysopidae</b>	<i>Ceraeochrysa claveri</i> (Navás), <i>Ceraeochrysa cubana</i> (Hagen), <i>Ceraeochrysa elegans Penny</i> , <i>Ceraeochrysa smithi</i> (Navás), <i>Ceraeochrysa</i> sp. nr. <i>cincta</i> (Schneider), <i>Ceraeochrysa valida</i> (Banks), <i>Chrysopa nigricornis</i> Burmeister, <i>Chrysopa quadripunctata</i> Burmeister, <i>Chrysoperla comanche</i> (Banks), <i>Chrysoperla exotera</i> Navás, <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen), <i>Chrysoperla rufilabris</i> (Burmeister), <i>Chrysopodes collaris</i> (Schneider), <i>Eremochrysa punctinervis</i> Banks, <i>Leucochrysa amazonica</i> Navás, <i>Leucochrysa floridana</i> Banks, <i>Leucochrysa texana</i> (Banks).
<b>Coleóptera: Coccinellidae</b>	<i>Azya orbiger</i> a Mulsant, <i>Brachiacantha decora</i> Casey, <i>Brachiacantha testudo</i> (Casey), <i>Coccinella septempunctata</i> L, <i>Coleomegilla maculata</i> , De Geer, <i>Curinus coeruleus</i> (Mulsant), <i>Cycloneda sanguinea</i> (L.), <i>Chilocorus cacti</i> (L.), <i>Exochomus childreni</i> Mulsant, <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas), <i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville, <i>Olla v-nigrum</i> (Mulsant), <i>Psyllobora renifer</i> Casey, <i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant), <i>Scymnus bicolor</i> , <i>Scymnus loewii</i> Mulsant, (Germain).
<b>Diptera: Syrphidae</b>	<i>Allograpta obliqua</i> (Say), <i>Pseudodoros clavatus</i> (F.), <i>Toxomerus marginatus</i> (Say), <i>Toxomerus politus</i> (Say).
<b>Hymenóptera: Vespidae</b>	<i>Brachygastra mellifica</i> (Say).

Modificada de López et. al., 2010

## Entomopatógenos

En la actualidad se conoce el riesgo que provoca el uso ineficiente de insecticidas sintéticos para el control de plagas, por este motivo el interés particular en el desarrollo de hongos entomopatógenos se ha incrementado (Roberts y Hajek, 1992; Butt et al., 2001, Shah y Pell, 2003). Los monocultivos agrícolas han favorecido el desarrollo de significativos problemas de plagas; sin embargo, los hongos Entomopatógenos pueden ejercer una regulación de las poblaciones de insectos plaga y ocasionar epizootias. Los hongos tienen un gran potencial para ser empleados como biocontroladores. Entre los principales hongos que presentan estas características están: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. (Cañedo et al., 2004). Coincidiendo, Lacey et al. (2001) mencionan que son 10 hongos (Cuadro 2) los que han sido o vienen siendo usados corrientemente en formulaciones comerciales o experimentales para el control de insectos.

**Cuadro 2.** Principales hongos entomopatógenos utilizados comercial y experimentalmente para el control biológico de insectos.

Género/Especie	Insectos blanco
<b>Comerciales</b>	
<i>Beauveria bassiana</i>	Langostas, escarabajos, afidios.
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Escarabajos, chinches, picudo del algodón, gorgojos.
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Mosquita blanca.
<i>Verticillium lecanii</i>	Afidos.
<b>Experimentales</b>	
<i>Aschersonia aleyrodis</i>	Mosquita blanca.
<i>Beauveria brogniartii</i>	Moscas, escarabajos.
<i>Langenedium giganteum</i>	Mosquitos.
<i>Metarhizium flavoviride</i>	Langostas.
<i>Nomuraea rileyi</i>	Gusanos.
<i>Paecilomyces farinosus</i>	Langostas, moscas tse tsé.

Modificada de Lacey et. al., 2001

## Hongos entomopatógenos

Los hongos son el Phylum más grande que incluye patógenos de insectos, con un número estimado de 750 especies. De acuerdo a la clasificación realizada por Ainsworth (1973), los hongos son separados en dos divisiones: Myxomycota, aquellos que forman plasmodios, y Eumycota, aquellos que no forman plasmodios y son frecuentemente micelianos. Los hongos entomopatógenos se encuentran en la división Eumycota dentro de cinco subdivisiones: Mastigomycotina (forman zoosporas, oosporas y presentan estado perfecto), Zygomycotina (no presentan zoosporas, presentan estado perfecto y forman zygosporas), Ascomycotina (presentan estado perfecto y forman ascosporas), Basidiomycotina (presentan estado perfecto forman basidiosporas) y Deuteromycotina (no presentan estado perfecto ni zoosporas y forman conidias). Las clases de mayor importancia desde el punto de vista del control de plagas agrícolas son Zygomycetes e Hyphomycetes (Tanada y Kaya, 1993). Muchos hongos entomopatógenos se encuentran en la subdivisión Zygomycotina, clase Zygomycetes, orden Entomophthorales; en Ascomycotina, clase Pyrenomycetes, orden Sphaeriales; clase Laboulbeniomycetes, orden Laboulbeniales y en Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, orden Moniliales (Cañedo et al., 2004).

### Clase *Hyphomycetes*

Un gran número de hongos en la clase *Hyphomycetes* muscardina causan enfermedades en los insectos. El término "muscardina" aparentemente se originó en la lengua italiana con la palabra "moscardino", que significa un almizcle confitado, uva, pera, y similares (Tanada y Kaya, 1993). El término fue aplicado por primera vez al muscardina blanco del gusano de seda causada por *B. bassiana*. También hay otros muscardines: el muscardina verde causado por *Metarhizium anisopliae*, el muscardina amarillo por *Aspergillus flavus* y *Paecilomyces farinosus*, y el rojo por muscardina *Sorospora uvela*.

Dentro de la clase *Hyphomycetes* Tanada y Kaya (1993), describen a los géneros más importantes, tales como *Beauveria*, *Metarhizium*, *Sorospora*, *verticillium*, *Nomuraea*, *Paecilomyces*, *Aspergillus*, *Culicinomyces*, *Tolypocladium*, *Hirsutella*.

### **Género *Hirsutella***

El género *Hirsutella* incluye más de 30 especies que infectan a casi todos los grupos sistemáticos de insectos y ácaros determinados (Tanada y Kaya, 1993). La infección de algunas especies *Hirsutella*, se presenta por medio de esporas con capas mucilaginosas o mucosas que se adhieren al hospedero, la cantidad de micelio que cubre el cadáver está muy esparcido, por lo tanto hace que se genere confusión al momento de identificarla (Pell, 2001). Algunos de estos hongos son muy virulentos (por ejemplo, *H. thompsonii* en el ácaro del tostado o negrilla *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acarina: Eriophyidae) en cítricos. Cabrera et al. (2005) encontró en Cuba a *H. nodulosa* presente sobre el ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo de arroz.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación de las áreas de estudio**

El presente trabajo se realizó de agosto de 2010 a agosto de 2011, en un huerto de naranja Valencia con un arreglo de 4X4m. ubicada en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas, ( $25^{\circ}53'40''$  al Norte,  $98^{\circ}07'08''$  al Oeste), a una altura de 23 msnm.

Los insectos infectados fueron manejados en las instalaciones del Laboratorio de Control Biológico "Catolaccus grandis" del Campo Experimental Río Bravo, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Río Bravo, Tamaulipas. Localizado entre las coordenadas geográficas  $25^{\circ}57'53''$  L. N y  $98^{\circ}1'6''$  L. O.

### **Fluctuación poblacional del PAC y Colecta de insectos infectados**

Con periodicidad de 15 días, se realizaron muestreos al azar en cinco árboles de tres años de edad de naranja valencia *Citrus sinensis* (L.) Osb. En cada árbol, se cuantificó la cantidad de insectos en cinco brotes tiernos. Los adultos encontrados en los árboles fueron clasificados como sanos y enfermos. Los adultos sanos fueron identificados bajo una técnica que se desarrolló en el campo experimental del INIFAP, que consistió en molestar al insecto mediante un palillo, para lo cual, los insectos vivos se alejaron al ser molestados, mientras que los insectos enfermos no tuvieron reacción alguna.

La colecta se realizó depositando los insectos enfermos en bolsas de plástico previamente rotuladas, para su traslado al laboratorio.

### **Traslado de muestras**

Muestras de insectos infectados se trasladaron al laboratorio de control biológico del Campo Experimental Río Bravo perteneciente al INIFAP, para

determinar el o los posibles agentes causales de la enfermedad. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico para su almacenamiento y se depositaron en un hielera limpia, para aislarlo de un posible cambio adverso de temperatura.

### **Identificación del agente causal**

Los psíldos micosados fueron fijados en portaobjetos, seccionándolos en pequeñas partes para hacer montajes semipermanentes con azul de metileno (1%). Las laminillas fueron selladas con esmalte de uñas para observar la estructura del patógeno en las preparaciones, se empleó la ayuda de un microscopio compuesto con un objetivo de 40X y 100X. Las estructuras del patógeno observadas, sirvieron para su identificación, apoyados con las claves de Humber (1997) y la descripción morfológica de Meyer et al. (2007).

### **Aislamiento**

Para obtener el hongo libre de contaminantes, los psíldos micosados se introdujeron por diez minutos en una solución de tween 0.01%, posteriormente se enjuagaron dos veces por tres minutos en agua destilada estéril. Para eliminar agentes contaminantes persistentes las muestras fueron introducidas por diez segundos en etanol al 70% y finalmente se realizaron dos lavados de tres minutos cada uno en agua destilada estéril. En los insectos desinfectados, el exceso de humedad, fue removido mediante papel absorbente estéril. Después de este paso, el material biológico fue colocado en el medio específico para el desarrollo de hongos entomopatógenos, BD Bioxon® (Agar Dextrosa Sabouraud), previamente esterilizado.

La siembra del hongo se realizó en una campana de flujo laminar (AlabTech) en cajas de petri de 90 mm con 20 ml de medio de cultivo. Las muestras se incubaron en cámara bioclimática a  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Determinación taxonómica y Fluctuación del hongo entomopatógeno causante de epizootias sobre poblaciones de *D. citri* en Río Bravo, Tamaulipas.

En el presente estudio los adultos enfermos se observaron en posición de alimentación, con ausencia total de movimiento, deshidratados y fuertemente adheridos a las hojas, presentaron cualquiera de las siguientes características: sinema y/o sinemata (plural de sinemas) incipientes o poco desarrollados, así como adultos sin sinemas, pero con micelio en la región cefálica. La mayoría de los adultos muertos por el hongo se encontraron adheridos al envés de la hoja (Figura 6). Reyes (2009), menciona que es común observar hojas de cítricos con una mancha clorótica en el haz de la hoja en el mismo sitio donde permaneció el cuerpo micosado del psílido.



**Figura 6.** Presencia de adultos de *D. citri* en posición de alimentación, enfermos y adheridos a las hojas de naranjo *Citrus sinencis*. Huerto de naranja, Río Bravo, Tamaulipas. Enero-2011.

En el medio de cultivo, el hongo aislado se desarrolló lentamente en un periodo aproximado de 25 días, presentó sinemata erecto, largo, numeroso, con coloración blanca al inicio que se tornó a un color marrón o grisáceo, en su etapa final, con una gran cantidad de ramificaciones y células conidiógenas anchas en la parte basal y angostas en la distal, que se prolongan para culminar en las conidias, las cuales están embebidas en una sustancia mucilaginosa (Figura 7).



**Figura 7.** Fialide con conidias en la parte superior. Observación en estereoscopio de aislamientos de insectos micosados. Laboratorio "Catolacus", Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas. Abril-2011.

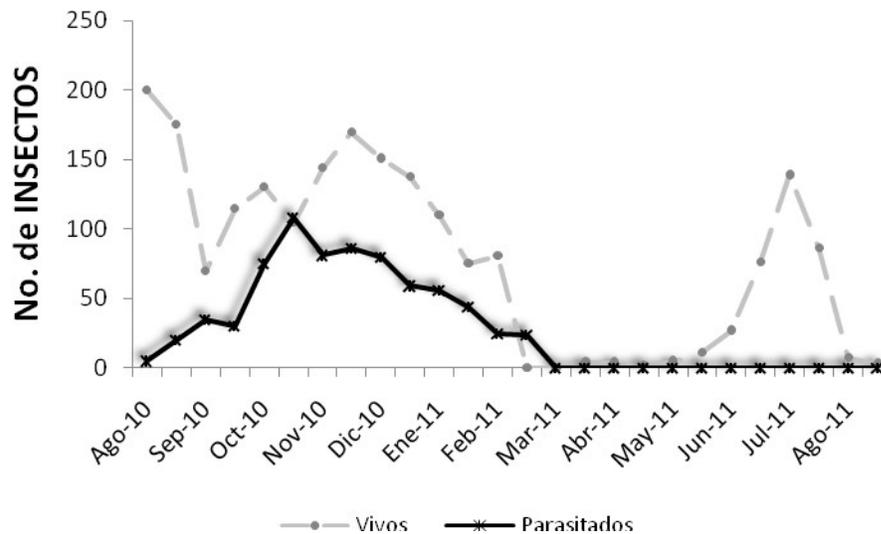
Con base en las observaciones de las estructuras de los insectos micosados, el desarrollo de estructuras en medios de cultivo y según las claves de Humber (1997) y la descripción morfológica de Meyer et al. (2007), el agente causal de la epizootia sobre poblaciones de adultos de *D. citri* fue determinado como *Hirsutella citriformis* Speare (Hypocreales: Clavicipitaceae).

*H. citriformis*, ha sido reportado en diversas partes del mundo, como Asia, mostrado un eficiente control sobre el hemíptero *Nilaparvata lugens* (Hemíptera: Delphacidae), plaga del arroz (De Bach y Rosen, 1991). *H. citriformis* se encuentra asociado también a adultos de *D. citri* presentes en

áreas cítricas de Nueva Zelanda, Hawaii, Islas Salomón y Cuba, entre otras (Étienne et al., 2001; Cabrera et al., 2001; Meyer et al., 2007).

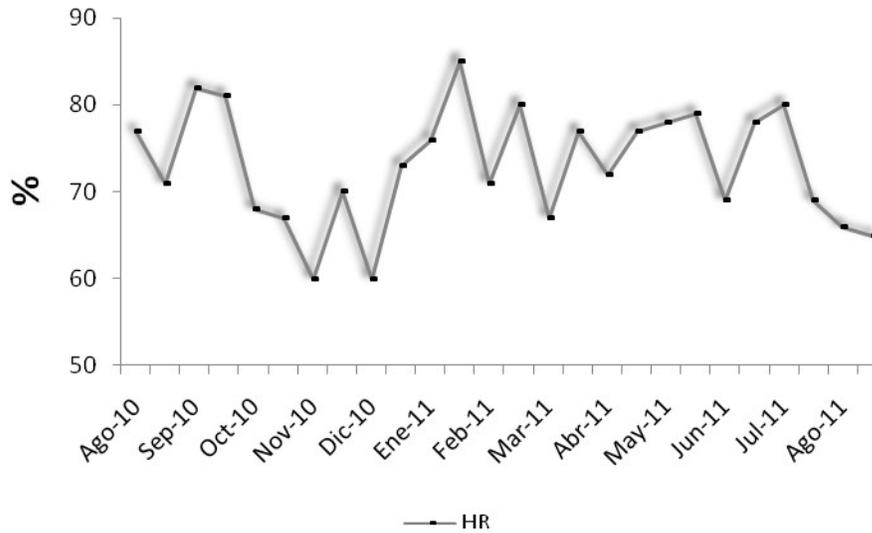
López-Arroyo et al. (2009b), mencionan que en México el hongo entomopatógeno ha sido encontrado, afectando adultos de *D. citri* y que existe en forma natural en los estados de Chiapas, Hidalgo, San Luís Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, y Yucatán y se considera una alternativa para la regulación de poblaciones de adultos de *D. citri*, cuando las condiciones sean favorables para su desarrollo.

El parasitismo de *H. citriformis* sobre *D.citri*, se presentó a principios de agosto (2%) y aumento paulatinamente a finales de octubre (51%), siendo el porcentaje más alto registrado en los muestreos de 2010 (Figura 8), comparando con los resultados de González et al. (2010), que detectaron adultos del PAC infectados por *Hirsutella* spp., con una tasa de infección de 21.21% en *Citrus sinencis* en el estado de Veracruz.

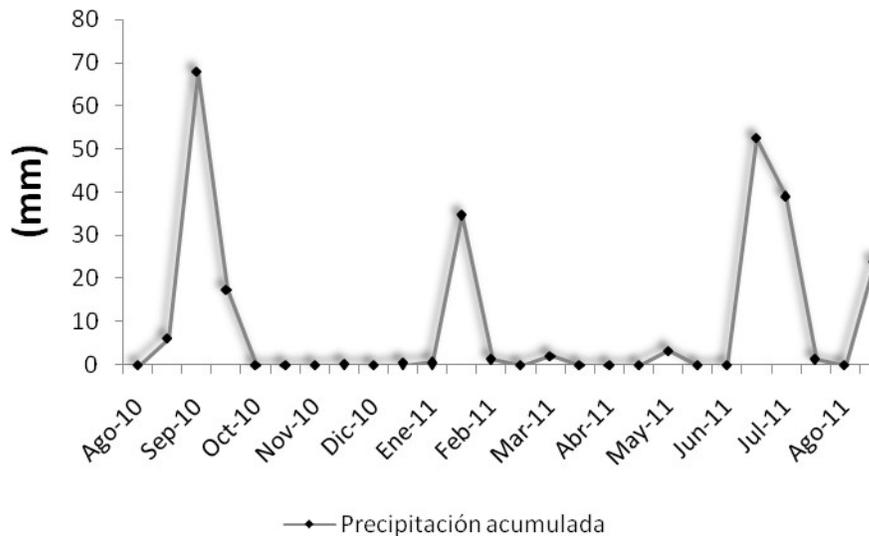


**Figura 8.** Número de individuos del PAC vivos y parasitados por *Hirsutella citriformis*, en un huerto de Naranja Valencia, Río Bravo, Tamaulipas.

El incremento del parasitismo en el mes de octubre, aparentemente, se vio favorecido por las condiciones de temperatura, precipitación y humedad relativa (Figuras 8, 9, 10 y 12).



**Figura 9.** Humedad relativa (HR) promedio presentada en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo Experimental Río Bravo.

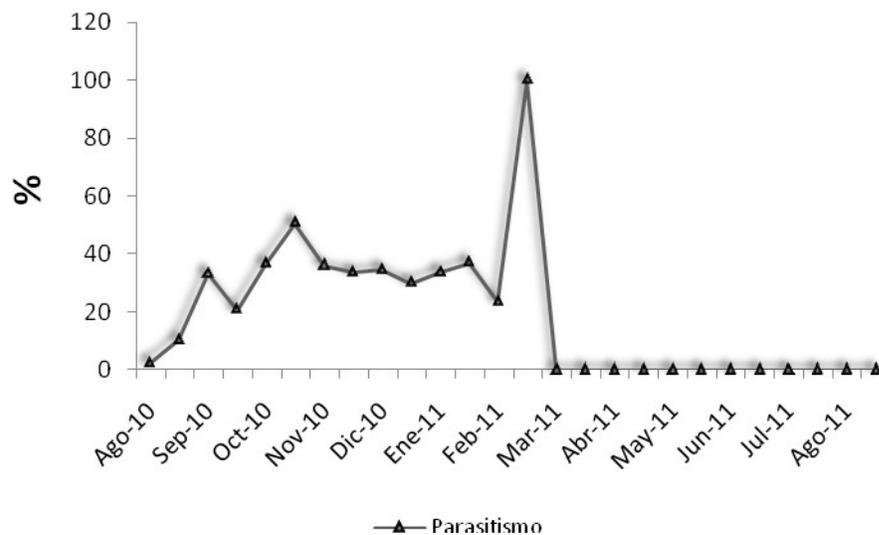


**Figura 10.** Precipitación acumulada en Río Bravo, Tamaulipas. Registrada durante los muestreos realizados. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo Experimental Río Bravo.

La información acerca de la influencia de la precipitación sobre la transmisión y prevalencia del patógeno es escasa; sin embargo, se ha documentado que en hongos entomopatógenos la lluvia es un factor importante

para la generación de humedad relativa alta que favorece su desarrollo (Pell et al., 1998). Al respecto Aubert (1987), reportó una tasa alta de mortandad de adultos de *D. citri* en las Islas Reunión, cuando la humedad relativa excedió al 88%; así mismo, Subandiyah et al. (2000), así como Étienne et al. (2001), mencionaron que *H. citriformis* tiene un buen desarrollo por encima del 80% de H.R.

De noviembre de 2010 a febrero de 2011, el número de adultos del PAC infectados por *H. citriformis*, decreció paulatinamente, sin embargo, en el segundo muestreo de febrero, se obtuvieron 24 insectos parasitados y ninguno vivo, asumiendo que la mortandad generada por el hongo fue de un 100 %. Sin embargo, este dato de mortalidad estuvo influenciado porque en febrero del día 4 al 6, se presentó un periodo de 30 horas por debajo de 0°C y con diez de ellas por debajo de -2°C, lo que causó la mortalidad y caída de los insectos vivos (efecto insecticida), dejando únicamente a los insectos micosados adheridos a las ramas (Figuras 11 y 12).



**Figura 11.** Parasitismo de *H. citriformis* sobre el PAC. En Río Bravo, Tamaulipas.

En muestreos posteriores no se detectaron insectos micosados por *H. citriformis*, posiblemente a la baja densidad de la plaga; al respecto, Fuxa y

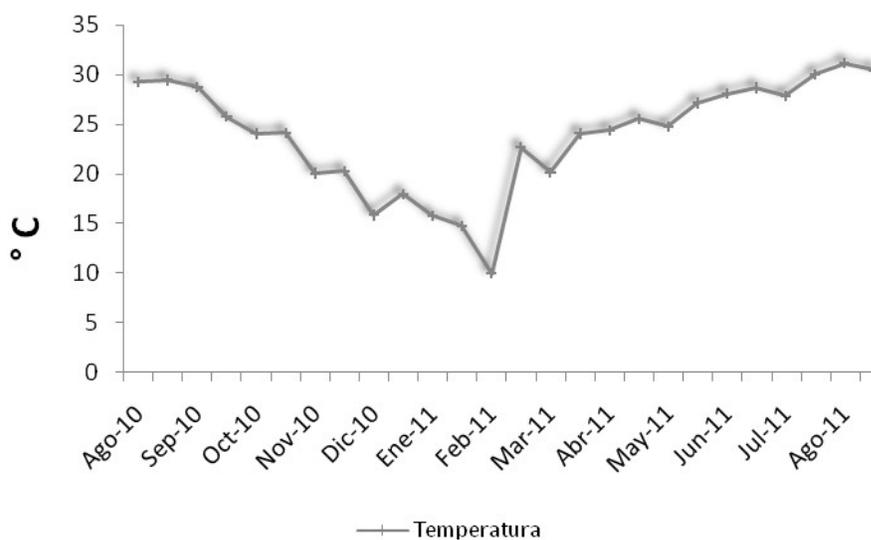
Tanada (1987), mencionan que el primer paso para el proceso de infección es una alta densidad del hospedero, evento que no se presentó en este caso.

En general el período donde se presentaron los porcentajes más altos de infección de *H. citrifomis* sobre *D. citri*, ocurrió entre los meses de octubre a febrero, periodo donde la temperatura media se encontró cerca de los 20 °C y la HR promedio cercana al 70 % (Figuras 9 y 12). En dicho período se conjugan tres factores para la supresión de las poblaciones de adultos del PAC. 1) *H. citrifomis* generó una alta mortalidad, 2) los árboles dejaron de producir brotes hasta finales de octubre, y 3) Las bajas temperaturas durante este tiempo, retrasaron el ciclo de la plaga, por lo que las densidades se redujeron substancialmente. Por sus características, *H. citrifomis* podría ser incluido dentro del programa de manejo integrado de plagas en Tamaulipas, ya que se presenta de manera natural, contribuyendo al control del vector que transmite la bacteria causal de la enfermedad HLB, disminuyendo con ello las posibilidades de contagio, reduciendo la aplicación de productos químicos y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente.

### **Fluctuación poblacional de *D. citri* en Río Bravo, Tamaulipas.**

La población de adultos del PAC en Río Bravo, Tamaulipas, aunque en diferentes densidades, se presentó durante todo el año, mientras que las ninfas se confinaron a los periodos de brotación (Figura 8).

Durante los primeros muestreos en agosto de 2010, se presentó la población más elevada de adultos de *D. citri*, coincidiendo con uno de los periodos de brotación más importante en los árboles de naranja de la región, al respecto, Cabrera y Murillo (2010), mencionaron que la fluctuación de las poblaciones de *D. citri* está fuertemente influenciada por la presencia y fluctuación de brotes tiernos en el cultivo de limón *Citrus latifolia* Tanaka. Adicionalmente se observó, que este pico poblacional coincidió con las temperaturas cálidas de agosto, septiembre y octubre (Figura 12).



**Figura 12.** Temperatura media quincenal presentada en Río Bravo, Tamaulipas. Datos proporcionados por la estación meteorológica del INIFAP. Campo experimental Río Bravo.

Para los muestreos realizados en el mes de septiembre la población del PAC disminuyó en más del 50%, respecto al mes de agosto (Figura 8).

En octubre, se observó un ascenso de la población del psílido, producto de la población de ninfas producidas en el mes de septiembre. Esta misma tendencia de aumento de la población, se observó en el mes de noviembre, aunque sin el pico alcanzado en el mes de agosto. Al respecto, Hoy y Nguyen (1998), mencionan que las características necesarias para el desarrollo del PAC son temperaturas altas, cercanas a 30° C, y su pico poblacional tiene relación directa con la disponibilidad de brotes tiernos. Aseverando, Alemán et al. (2007), mencionan en la descripción morfológica del insecto, que las temperaturas óptimas para el desarrollo del PAC, oscilan entre los 25 a 28°C, no desarrollándose a más de 33°C y por debajo de 10°C.

En noviembre de 2010, se presentó la segunda densidad más alta del año (Figura 8). A partir del mes de diciembre en adelante, la población del PAC fue disminuyendo paulatinamente a consecuencia de la desaparición de brotes y al descenso de la temperatura, la cual incide directamente en el desarrollo

biológico de la plaga. Alemán y colaboradores en 2007, mencionan que este insecto no se desarrolla por debajo de 10°C, lo que coincide con las temperaturas observadas en enero, febrero y marzo de 2011 (Figura 8 y 12).

En el mes de febrero de 2011, el número de insectos vivos continuó disminuyendo, sin embargo, debido a las bajas temperaturas, la población de *D. citri* declinó casi al 100 % respecto al mes anterior. Esta población casi nula se mantuvo así hasta el mes de mayo, donde el número de insectos vivos por árbol fue de 5 o menos (Figura 8). Aubert (1987), demostró que los factores determinantes del incremento o disminución de los niveles de poblacionales del psílido asiático son: la temperatura, humedad relativa y el contenido nutricional de las hojas. Por lo que menciona que no se ha encontrado en 1300 – 1500 m. arriba del mar, debido a heladas ocasionales.

A partir del segundo muestreo de mayo de 2011, se presentaron condiciones favorables de precipitación, temperatura y HR para el desarrollo de brotes nuevos, con los cuales la población de adultos comenzó a incrementarse progresivamente (Figuras 8, 9, 10 y 12). En el primer muestreo del mes de julio, se contabilizó el mayor número del PAC con respecto a los muestreos realizados en el periodo de enero-agosto de 2011, posiblemente se debió a la ocurrencia de precipitaciones presentadas en los meses de mayo, junio y julio del presente año y a la temperatura promedio de 27°C, condiciones que favorecieron el desarrollo de brotes nuevos y del insecto plaga (Figuras 10 y 12).

Para la culminación de los muestreos en el presente estudio (muestreos de julio y agosto), la densidad del PAC disminuyó hasta llegar a un promedio de cinco insectos o menos por muestreo, debido a las altas temperaturas que se registraron durante este periodo, las que alcanzaron más de 35 a 40° C durante el día, estando por encima del umbral de temperatura máxima de desarrollo para el PAC que es de 33° C (Alemán et al., 2007).

## CONCLUSIONES

El agente causal de la epizootia sobre poblaciones de adultos de *D. citri* es el hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* Speare (Hypocreales: Clavicipitaceae).

La fluctuación del hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* está fuertemente influenciada por la presencia del hospedero en el cultivo de naranja.

La influencia de *H. citriformis* sobre poblaciones de *D. citri* esta fuertemente influenciada por los factores ambientales presentados en Río Bravo, Tamaulipas, siendo capaz de reducir naturalmente al psílido

## LITERATURA CITADA

- Ainsworth, G. 1973.** Introduction and keys to higher taxa. In: The fungi: An advanced treatise. Ainsworth, G., F. Sparrow and A. Sussman. Academic Press, New York (IVA): 1-7.
- Alemán, J., H. Baños, Y J. Ravelo. 2007.** *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing una combinación destructiva para la producción citrícola. Rev. Protección Vegetal. Vol. 22 No. 3. 154-165.
- Anónimo. 2010.** Programa de trabajo de la campaña contra Huanglongbing de los cítricos, a operar con recursos del subcomponente de Sanidad Vegetal del programa de soporte 2010, en el estado de Tamaulipas. p 16.
- Aubert, B. 1987.** *Trioza erytrae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. Fruits 42: 149-162.
- Burckhardt, D. 1994.** Generic key to Chilean jumping plant-lice (Homoptera: Psylloidea) with inclusion of potential exotic pests. Rev. Chilena Ent. 21:57-67.
- Butt, .T. M, C. Jackson and N. Magan. 2001.** Introduction. Pp. 1-8. In: Fungi as Biocontrol Agents. Butt, T.M., C. Jackson and N. Magan (eds.). Fungal Biological Control Agents, Progress, Problems and Potencial CAB International.
- CABI/EPPO. 2001.** *Diaphorina citri*. Distribution Maps of Plant Pests, Map No. 334. Wallingford, UK: CAB International.
- Cabrera R. I., Á. García, G. Otero, L. Almaguel, A. Ginarte. 2005.** *Hirsutella nodulosa* y otros Hongos asociados al ácaro tarsonémido del arroz *Steneotarsonemus spinki* (Acari:Tarsonemidae) en Cuba. Folia Entomologica Mexicana, año/vol. 44, número 002. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Xalapa, México. pp. 115-121.
- Cabrera R. I., C. González, D. Hernández, J. R. Tapia. 2001.** Presencia del hongo *Hirsutella citriformis* Speare sobre *Diaphorina citri* Kuw.

(Homoptera: Psyllidae) en cítricos de Cuba. IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Varadero Cuba. p. 273.

**Cabrera-Mireles, H., F.D. Murillo. 2010.** Dinámica poblacional de *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) en la región centro de Veracruz. Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Veracruz, México.

**Cáceres, S. (2002).** El Psílido asiático *Diaphorina citri*, plaga potencial de los cítricos: situación en Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/citricos/ps%EDlido.htm>

**Cañedo V., y Ames T. 2004.** Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Octubre 2004, Lima, Perú. p 62.

**Capoor, S. P., D. G. Rao, and S. M. Viswanath. 1974.** Greening disease of citrus in the Deccan Trap Country and its relationships with the vector, *Diaphorina citri* Kuwayama, pp. 43-49. In: L.G. Weathers and M. Cohen (eds.) Proc. 6th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Riverside, CA.

**Catling, H. D. 1970.** Distribution of the psyllid vectors of citrus greening disease with notes on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. FAO Plant Protection Bulletin, 18:8-15.

**Cermeli, M., P. Morales, y F. Godoy. 2000.** Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. Bol. Entomol. Venez. 15(2):235-243.

**Chung, K. R., and R. H. Brlansky. 2006.** Citrus diseases exotic to Florida: Huanglongbing (citrus greening). <http://www.edis.ifas.ufl.edu/PP133>.

**Coronado, J. M., E. Ruíz, S. N. Myartseva, y G. Gaona. 2003.** *Tamarixia* sp., (Hymenóptera: Eulophidae), parasitoide del psílido Asiático de los cítricos en Tamaulipas, México, pp. 71-73. In: Memorias del XXVI Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico, Guadalajara, Jal., Méx.

- Cortez-Mondaca E., N.E. Lugo-Angulo y J. Pérez-Márquez. 2009.** Natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama in northwest Mexico, pp. 332. In: T.R. Gottwald and J.H. Graham Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing. Dec. 1-5, 2008. Orlando, Florida.
- da Graca, J. V. 1991.** Citrus greening disease. Annu. Rev. Phytopathol. 29: 109-136.
- da Graca, J. V., and L. Korsten. 2004.** Citrus huanglongbing: Review, present status and future strategies, pp. 229-245. In: S.A.M.H. Naqvi (ed.) Diseases of fruits and vegetables, Vol. 1. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- De Bach P., D. Rosen. 1991.** The natural enemies. 2: 35-87. En: Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. Godfray, H.C.
- EPPO. 2005.** PQR database (version 4.4). Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- Étienne, J., S. Quilici, D. Marital, and A. Franck. 2001.** Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) in Guadalupe by imported *Tamaraxia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). Fruits 56: 307-315.
- Fuxa, J. R. and Y. Tanada. 1987.** Epidemiological Concepts applied to insect Epizootiology. Pp. 3-21. In: Tanada, Y. and H. K. Kaya (eds.). Epizootiology of insect diseases. Wiley-Interscience Publications. N. Y.
- García-Darderes, C. S. 2009.** Ministerio de la Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Julio de 2009, Buenos Aires, Argentina. <http://www.sinavimo.gov.ar/files/Ficha%20tecnica%20de%20Diaphorina%20citri%20Julio09.pdf>
- Garnier, M., and J. M. Bové. 1993.** Citrus greening disease and the greening bacterium, pp. 212-219. In: P. Moreno, J.V. da Graca, and L.W. Timmer (eds.) Proc. Conf. Int. Org. Citrus Virol., 12th. IOCV, Riverside, CA.

- Garnier, M., and J. M. Bové. 2000.** Hunglongbing (Greening), pp. 46-48. In: L.W. Timmer, S.M. Garnsey, and J.H. Graham (eds.) Compendium of citrus diseases. Second Edition. APS. Press. St. Paul, Minnesota.
- González-Cárdenas, J.C., I. E. Castellanos, L. Fucikovsky-Zac, M. López-Herrera, G. Sánchez-Rojas, P. Elorza-Martínez. 2010.** Dinámica de población y tasa de infección de *D. citri* al hongo *Hirsutella citriformis* en *Citrus sinensis* en Tuxpan, Veracruz, México. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana.
- 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, S. E., and K. L. Manjunath. 2004.** Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist 87(3):401-402.
- Halbert, S. E., and KC. A. Núñez. 2004.** Distribution of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. Florida Entomologist 87(3):330-353.
- Hoy, M. A. and R. Nguyen. (1998).** Citrus Psylla: Here in Florida – An Action Plan –Updated. The UF/IFAS Pest Alert. <http://pestalert.ifas.ufl.edu/hoy0615.htm>
- Humber, R. 1997.** Fungi: Identification. in: Manual of techniques in insect pathology. Biological techniques series. Lacey, L (ed.)California (USA). Academic Press. Pp 153 - 185.
- Knighten, C., J. Redding, D. Feiber, and L. Compton. 2005.** U.S. Department of Agriculture and Florida Department of Agriculture confirm detection of citrus greening. [http://www.doacs.state.fl.us/press/2005/09022005\\_2.html](http://www.doacs.state.fl.us/press/2005/09022005_2.html).

- Lacey, L. A., R. Frutos, H. K. Kaya and P. Vail. 2001.** Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? *Biol. Control* 21: 230-248.
- López-Arroyo, J. I. 2001.** Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México. In: Memorias del Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Julio de 2001. Querétaro, Qro.
- López-Arroyo, J. I., J. Loera Gallardo, M. A. Reyes Rosas, y M. A. Rocha Peña. 2003.** Estado actual de las plagas potenciales de los cítricos en México ¿Es la oportunidad para el uso de depredadores?, pp. 249-263. In: R. Alatorre y V. Sandoval (Ed.) Memorias del XIV Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Noviembre 3-5 2003. Guadalajara, Jalisco, Méx.
- 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. En: Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., Méx.
- López-Arroyo, J. I., M. A. Peña, M. A. Rocha-Peña, and J. Loera. 2004b.** Occurrence of the Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Mexico, pp. 179. In: XI Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Abstracts. November 2004. Monterrey, Nuevo León, México.
- López-Arroyo, J.I., J. Jasso, M.A. Reyes, J. Loera-Gallardo, E. Cortez-Mondaca, M.A. Miranda. 2009a.** Perspectives for biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Mexico, pp. 329-330. In: T.R. Gottwald and J.H. Graham Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing. Dec. 1-5, 2008. Orlando, Florida.
- López-Arroyo, J.I., M.A. Reyes, J. Loera-Gallardo, A. González-Hernández. 2009b.** Producción de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide del psílido asiático de los cítricos, pp. 137-141.

En: Memorias del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México.

- López-Arroyo, J.I., M.A. Reyes, J. Loera-Gallardo. 2010.** Enemigos naturales del psílido asiático de los cítricos en México, pp. 6-11. En: Guía para identificar los enemigos naturales del psílido asiático de los cítricos en México, primera edición, INIFAP, campo experimental General Terán, N.L., Octubre de 2010.
- McFarland, C. D., and M. A. 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 temperature regimes. Florida Entomologist 84(2): 227-233.
- Mead, F. 1977.** The Asiatic Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Fla. Dept. Agric & Consumer Servi. Division of Plant Industry. Entomol Circular No. 180. 4pp.
- Meyer J. M., M. A. Hoy, D. G. Boucias. 2007.** Morphological and molecular characterization of an *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), in Florida. *J. Invertebr. Pathol.* 95: 101-109.
- Michaud, J. P. 2001.** Numerical response of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) to infestations of Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. Fla. Entomol. 84: 608-612.
- Michaud, J. P. 2004.** Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. Biological Control 29 (2): 260-269.
- Muñoz, R.M; Rendón, M.R.; Aguilar, A.J; García, M.J. y Altamirano, C.J. 2004.** Redes de Innovación: Un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el Desarrollo Rural. 2004. Universidad Autónoma Chapingo. 23.
- OEPP/EPPO. 1988.** Data sheets on quarantine organisms No. 151, Citrus greening bacterium and its vectors *Diaphorina citri* and *Trioza erytrae*. EPP/EPPO Bulletin 18:497-507.

- Pell, J. K., C. Tydeman and A. McCartney. 1998.** Impact of rainfall on the persistence and transmission of *Erynia neoaphidis*. In; Insects Pathogens and insect parasitic nematodes. IOBC Bulletin (21) 4:49-50.
- Pell, J.K., J. Eilenberg, A. E. Hajek and D. C. Steinkraus. 2001.** Biology, Ecology and Pest Management potential of Entomophthorales. pp.71-153. In: T.M. Butt, C.W. Jackson and N. Magan (eds). Fungi as Biocontrol Agents, Progress, Problems and Potential. CABI Publishing.
- Reyes-Rosas, M.A., J.I. López-Arroyo, J. Loera-Gallardo. 2009.** Presencia del hongo entomopatógeno del psilido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, en Rio Bravo, Tamaulipas, México, pp. 420-425. In: Memorias del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico, Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México.
- Roberts, D. W., and A. E. Hajek. 1992.** Entomopathogenic fungi as bioinsecticides. pp. 144-159. In: G. F. Leatham (ed.), Frontiers in insustrial mycology. Chapman and Hall, New York, N.Y.
- Rogers, M. E. and P. A. Stansly. 2006.** Biology and Management of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida Citrus. University of Florida. IFAS Extensión. <http://edis.ifas.ufl.edu/IN668>.
- Ruíz, E., J. M. Coronado, y S. N. Myartseva. 2005.** Plagas de los cítricos y sus enemigos naturales en el estado de Tamaulipas, México. Entomol. Mex. 4: 931-936.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), 2011.** <http://www.senasica.gob.mx/?id=2505>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2008.** <http://www.siap.gob.mx/>.
- Shah, P.A. and J.K. Pell. 2003.** Entomopathogenic fungi as biological control agents. Applied Microbiology and Biotechnology 61: 413-423.
- Subandiyah S. Nikoh N., Sato, H., Wagiman, F. Tuyumu, S. and Fukatsu, T. 2000.** Isolation and characterization of two entomopathogenic fungi attacking *Diaphorina citri* (Homoptera, Psylloidea) in Indonesia. Mycoscience 41: 509-513. p 509-513.

- Tanada, Y. And H. K. Kaya. 1993.** Insect pathology. Academic Press, San Diego, California, USA: 666p.
- The Information Institute, CAB INTERNATIONAL. 2002.** Distribution maps of plant pests. CAB INTERNATIONAL, UK.
- Thomas, D. B. 2002.** Trip report: Status of the brown citrus aphid in the Mexican state of Campeche: April 2002. USDA-ARS. Kika de la Garza Subtropical Agriculture Research Center. Weslaco, Texas. 9 pp.
- Tsai, J.H., J-J. Wang, and Y.H. Liu. 2002.** Seasonal abundance of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida. Florida Entomologist 85(3):446-451.
- Villalobos, W., C. Godoy, and C. Rivera. 2004.** Occurrence of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), the vector of Huanglongbing, in Costa Rica. In: Proceedings of the XVI Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Monterrey, N.L., Mex., 7-13 November 2004.
- Wooler A., D. Padgham, and A. Arafat 1974.** Outbreaks and new records. Saudi Arabia. *Diaphorina citri* on citrus. FAO Plant Protection Bulletin 22: 93-94.
- Xu, C.-F., Y.-H. Xia, K.-B. Li, and C. Ke. 1988.** Further study of the transmission of citrus huanglongbin by a psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, pp. 243-248. In: L. W. Timmer, S. M., and L. Navarro (eds.) Proc. 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. Riverside, CA.
- Yamamoto, P. T., e Miranda, M. P. 2009.** Controle do psilídeo *Diaphorina citri*. Ciencia e Prática. Gupo Técnico de Assistencia e consultoria em citrus. Bebedouro, Sao Paulo, Brasil. 1:10-12.
- Zhou, L.J., D.W. Gabriel, Y.P. Duan, S.E. Halbert, and W.N. Dixon. 2007.** First report of dodder transmission of Huanglongbing from naturally infected *Murraya paniculata* to citrus. Plant Dis. 91:227.

# APÉNDICE

Cuadro 1. Datos promedio de las condiciones climáticas presentadas durante los muestreos en Río Bravo, Tamaulipas. Agosto-2010, agosto-2011.

Mes	Año	T. [°C]	T. [°C]	T. [°C]	HR	Prec.	Vel. del
		Máx	Mín	Media	[%]	[mm]	Viento [km/h]
Agosto	2010	35.77	24.21	29.42	74.19	6.2*	3.34
Septiembre	2010	33.92	22.68	27.37	81.24	85.6	4.73
Octubre	2010	31.92	17.21	24.20	67.32	0.00*	5.79
Noviembre	2010	28.17	14.31	20.29	65.20	0.40*	7.98
Diciembre	2010	24.95	11.12	17.03	66.61	0.60*	7.36
Enero	2011	21.72	10.80	15.36	80.87	35.60*	6.16
Febrero	2011	22.98	11.15	15.95	75.29	1.40*	9.80
Marzo	2011	28.89	17.20	22.23	72.81	2.20*	8.57
Abril	2011	31.31	20.25	25.03	74.77	0.00*	7.26
Mayo	2011	31.72	22.02	26.08	78.45	3.40*	5.96
Junio	2011	35.26	23.04	28.42	73.67	52.60*	5.02
Julio	2011	35.13	24.19	29.09	74.32	40.60*	5.99
Agosto	2011	37.36	25.44	30.87	66.14	24.00	7.23
<b>Promedio</b>	<b>2010</b>	<b>30.95</b>	<b>17.91</b>	<b>23.66</b>	<b>70.91</b>	<b>90.80</b>	<b>5.84</b>
<b>Promedio</b>	<b>2011</b>	<b>30.55</b>	<b>19.26</b>	<b>24.13</b>	<b>74.54</b>	<b>159.80</b>	<b>7.00</b>

\* Precipitación acumulada

Cuadro 2. Muestreos de insectos vivos, en cinco brotes de cinco árboles en un huerto de naranja valencia *Citrus sinensis*, en Río Bravo, Tamaulipas.

Fecha	Día	Vivos
Ago-10	1	200
Ago-10	15	175
Sep-10	1	70
Sep-10	15	115
Oct-10	1	130
Oct-10	15	105
Nov-10	1	144
Nov-10	15	170
Dic-10	1	151
Dic-10	15	138
Ene-11	1	110
Ene-11	15	75
Feb-11	1	81
Feb-11	15	0
Mar-11	1	0
Mar-11	15	4
Abr-11	1	4
Abr-11	15	2
May-11	1	5
May-11	15	11
Jun-11	1	27
Jun-11	15	76
Jul-11	1	139
Jul-11	15	86
Ago-11	1	7
Ago-11	15	3

Cuadro 3. Muestreos de insectos parasitados, encontrados durante el muestreo, en cinco brotes de cada árbol en el huerto de naranja valencia *Citrus sinensis*, en Río Bravo, Tamaulipas.

Fecha	Día	Parasitados
Ago-10	1	5
Ago-10	15	20
Sep-10	1	35
Sep-10	15	30
Oct-10	1	75
Oct-10	15	108
Nov-10	1	81
Nov-10	15	86
Dic-10	1	80
Dic-10	15	59
Ene-11	1	56
Ene-11	15	44
Feb-11	1	25
Feb-11	15	24
Mar-11	1	0
Mar-11	15	0
Abr-11	1	0
Abr-11	15	0
May-11	1	0
May-11	15	0
Jun-11	1	0
Jun-11	15	0
Jul-11	1	0
Jul-11	15	0
Ago-11	1	0
Ago-11	15	0

Figura 1. Secuencia de infección del hongo *H. citriformis* sobre *D. citri*.  
Fuente: Marco Antonio Reyes Rosas, INIFAP, Campo experimental Río Bravo, Tamaulipas.



Figura 2. Colonia del hongo entomopatígeno *H. citriformis*, observado desde el estereoscopio. Laboratorio “Catolacus”, Campo experimental Río Bravo, Tamaulipas. Agosto-2011

