

ón de esta publicación y la información contenida
ué posible debido al apoyo de INIFAP, durante el
o de investigación por las diversas fuentes de
inanciamiento, destacando entre ellas:



www.gobiernofederal.gov.mx

www.sagarpa.gov.mx

www.inifap.gov.mx



inifap

TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL PSÍLIDO
Diaphorina citri Kuwayama (HEMIPETRA: PSYLLIDAE) EN CÍTRICOS EN SONORA

JULIO DE 2012

TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL PSÍLIDO *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPETRA: PSYLLIDAE) EN CÍTRICOS EN SONORA

Juan José Pacheco Covarrubias
Jesús Arturo Samaniego Russo
Ana Aurora Fontes Puebla



Centro de Investigación Regional del Noroeste
Campo Experimental Norman E. Borlaug
Cd. Obregón, Sonora, México - Julio del 2012
Folleto Técnico No. 88 - ISBN 978-607-425-817-2

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

MSc. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MSc. Jesús Antonio Berumen Preciado
Oficial Mayor

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MSc. Arturo Cruz Vázquez

Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo

Coordinador de Administración y Sistemas

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE

Dr. Erasmo Valenzuela Cornejo
Director Regional

M.C. Jesús Arturo Samaniego Russo
Director de Investigación

Dr. Jesús Arnulfo Márquez Cervantes
Director de Planeación y Desarrollo

Lic. José Silva Constantino
Director de Administración

CAMPO EXPERIMENTAL NORMAN E. BORLAUG

M.C. Lope Montoya Coronado
Jefe de Campo

M.C. Jesús Rafael Valenzuela Borbón
Responsable del Sitio Experimental Valle del Mayo

La serie de Folletos Técnicos está integrada por publicaciones cuyo objetivo es presentar información sobre los cultivos, los cuales el INIFAP-CIRNO a través del Campo Experimental Norman E. Borlaug realiza investigación, con el fin de proporcionar con una asistencia técnica adecuada a los productores de la región agrícola del estado de Sonora.

COMITÉ EDITORIAL DEL CENEB

Presidente:

M.C. Lope Montoya Coronado

Secretario:

Dr. Juan Manuel Cortés Jiménez

Vocales:

Dr. Luis Miguel Tamayo Esquer

M.C. Manuel de Jesús Guerrero Herrera

M.C. José Eliseo Ortíz Enríquez

M.C. Juan José Pacheco Covarrubias

M.C. Isidoro Padilla Valenzuela

Dr. Juan Manuel Ramírez Díaz

Diseño de portada e interiores

Raúl Arturo Gámez Chú

Edición y Revisión

Comité Editorial del CENEB

Fotografía

M.C. Juan José Pacheco Covarrubias

CAMPO EXPERIMENTAL NORMAN E. BORLAUG, (INIFAP)

Dr. Norman E. Borlaug km 12

Apartado Postal 115

85000 Cd. Obregón, Sonora, México

TELÉFONOS: (644) 414 5700 y 414 5806

*INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS*

*CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NOROESTE
CAMPO EXPERIMENTAL NORMAN E. BORLAUG*

TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO
INTEGRADO DEL PSÍLIDO
Diaphorina citri Kuwayama
(HEMÍPTERA: PSYLLIDAE)
EN CÍTRICOS EN SONORA

M.C. Juan José Pacheco Covarrubias

Investigador de la Red de Entomología. CENEB-CIRNO-INIFAP

M.C. Jesús Arturo Samaniego Russo

Director de Investigación. CIRNO-INIFAP

M.C. Ana Aurora Fontes Puebla

Investigadora de la Red de Entomología. CECH-CIRNO-INIFAP

Ciudad Obregón, Sonora, México

Julio de 2012

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

C.P. 04010 México D.F.

Teléfono: (55) 3871-8700

Primera Edición 2012

ISBN 978-607-425-817-2

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de julio de 2012, en los talleres gráficos FVS, Chihuahua No. 140 norte, Zona Norte, Cd. Obregón, Sonora. Tel / Fax (644) 414 35-90 y 414 99-44.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros medios conocidos o por conocer, sin el permiso previo y por escrito del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

CONTENIDO

	<i>Página</i>
Introducción.....	7
Fenología en cítricos.....	10
Importancia del Huanglongbing (HLB).....	14
Agente causal del HLB	16
<i>Candidatus</i> Liberibacter americanus.....	16
<i>Candidatus</i> Liberibacter africanus.....	16
<i>Candidatus</i> Liberibacter asiaticus.....	16
Síntomas del HLB.	17
Diagnóstico Diferencial.....	19
Nitrógeno.....	19
Potasio.....	19
Magnesio.....	21
Zinc.....	21
Manganeso.....	22
Boro.....	22
Fierro.....	22
Relación Hospedante-Vector-Inóculo.....	24
Epidemiología del HLB.....	25
Proceso infeccioso y detección.....	27
Distribución espacial del HLB.....	29
Plantas hospedantes del HLB.....	29
Vectores del HLB: Origen y Distribución.....	31
<i>Trioza erytreae</i> (Del Guercio).....	31
<i>Diaphorina citri</i> Kuwayama.....	31

El Psílido Asiático de los Cítricos, <i>Diaphorina citri</i>	32
Características morfológicas.....	32
Ciclo de vida.....	35
<i>Diaphorina citri</i> como vector.....	38
Plantas hospedantes de <i>Diaphorina citri</i>	40
Respuesta varietal de hospedantes a <i>Diaphorina citri</i>	42
Distribución espacial.....	43
Enemigos naturales.....	44
Parasitoide: <i>Tamarixia radiata</i> Waterson.....	45
Depredadores: Neuroptera: Chrysopidae.....	46
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens), <i>Chrysoperla</i> <i>comanche</i> Banks y <i>Ceraeochrysa valida</i> (Banks).....	46
Daños.....	49
Plan de Acción.....	50
Manejo de áreas de transición.....	54
Manejo Integrado de <i>Diaphorina citri</i>	56
Muestreo.....	60
Control Químico.....	65
Control químico en huertos orgánicos.....	66
Control químico en huertos convencionales.....	67
Respuesta biológica de <i>Diaphorina citri</i> a insecticidas	67
Respuesta biológica de depredadores de <i>Diaphorina citri</i> a insecticidas.....	69
Propuesta de Manejo de Insecticidas.....	73
Huertos cítricos orgánicos.....	74
Huertos cítricos convencionales.....	74
Técnicas de Aplicación.....	75
Literatura Citada.....	76

ÍNDICE DE CUADROS

	<i>Página</i>
Cuadro 1 Fenología floral de especies y variedades de cítricos durante el año, en el sur de Sonora....	13
Cuadro 2 Fenología de brotación vegetativa de especies y variedades de cítricos durante el año, en el sur de Sonora.....	14
Cuadro 3 Periodos de desarrollo en días de huevecillo a adulto de <i>Diaphorina citri</i> , calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 ° C. Manzana 609 del Valle del Yaqui, Sonora. Sonora.....	36
Cuadro 4 Periodos de desarrollo en días de huevecillo a adulto de <i>Diaphorina citri</i> , calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 °C., en la Costa de Hermosillo, Sonora.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

	<i>Página</i>
Figura 1 Árboles con brotes amarillos característicos del HLB	17
Figura 2 Moteado clásico asimétrico característico de plantas enfermas con HLB	18
Figura 3 Hojas con el síntoma de Islas Verdes (HLB).....	18
Figura 4 Síntoma de deficiencia de Nitrógeno.....	20
Figura 5 Deficiencia de Potasio en tamaño de fruto.....	20
Figura 6 Síntoma de deficiencia de Magnesio.....	21
Figura 7 Síntoma de deficiencia de Zinc.....	23
Figura 8 Síntoma de deficiencia de Manganeso.....	23
Figura 9 Síntoma de deficiencia de Fierro.....	24
Figura 10 Adulto de <i>Diaphorina citri</i>	34
Figura 11 Ninfas de <i>Diaphorina citri</i>	34
Figura 12 Adulto de <i>Chrysoperla comanche</i>	48
Figura 13 Larva de <i>Ceraeochrysa valida</i>	48
Figura 14 Daños directos de <i>Diaphorina citri</i>	49
Figura 15 Muestreo directo de <i>Diaphorina citri</i>	61
Figura 16 Captura de <i>Diaphorina citri</i> en trampa amarilla.....	61

INTRODUCCIÓN

El Psílido Asiático de los Cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae), actualmente es la plaga más importante de los cítricos en México y en el mundo. Este psílido, además de causar malformaciones en las hojas por las grandes cantidades de savia que sus poblaciones pueden llegar a succionar, es vector de la bacteria causante de la enfermedad del Huanglongbing (HLB) (Mead, 2007).

Esta enfermedad data de los años 1700, en la India, cuando se comentó por primera vez una serie de síntomas de una enfermedad en los cítricos. A este padecimiento le llamaron “muerte regresiva” (Bové, 2006). Posteriormente, en el distrito de Chaosan en la provincia de Guangdong-China, hubo diversos reportes de síntomas relacionados a la enfermedad. Después se concluyó que el agente causante de dichos síntomas era transmisible y fue entonces cuando le dieron el nombre de “Huanglongbing” que en chino significa enfermedad de los brotes amarillos.

Para el año 1929, en Sudáfrica se reportaron síntomas similares, siendo allí donde se le comenzó a llamar con el nombre de “greening” (enverdecimiento) (Gottwald *et al.*, 2007). En América, específicamente en Sao Paulo, Brasil fue documentada la enfermedad en 2004 y en 2005 en el sur de Florida, Estados Unidos (Gottwald, 2010).

El HLB por sus repercusiones ha puesto en una situación muy difícil a la citricultura nacional y mundial. Esta enfermedad es causada por el agente *Candidatus Liberibacter* spp., una bacteria fastidiosa que habita el floema de las plantas y que está restringido al género *Citrus*; sin embargo, también se puede presentar en otros hospedantes cercanos como: limonaria, *Murraya paniculata* (L.) Jack. A la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., se le considera un patógeno con un rango estrecho de hospedantes (Halbert y Keremane, 2004).

En México se detectó la presencia de HLB especie asiática (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en el estado de Yucatán en 2009. Desde entonces a la fecha, de los 23 estados citrícolas de México, diez han sido reportados con la enfermedad: Quintana Roo, Nayarit, Jalisco, Campeche, Colima, Michoacán, Sinaloa, Chiapas, Baja California Sur e Hidalgo (SENASICA, 2012a).

Es importante mencionar que a nivel mundial las áreas productoras de cítricos afectadas por el patógeno del HLB han resentido en forma importante este problema en el transcurso de la historia de la enfermedad. En México, ya los primeros daños se empiezan a documentar rápidamente en el cultivo de limón, a partir de que en abril de 2010 se encontraron los primeros árboles con síntomas de la enfermedad en una huerta comercial en la zona productora de limón mexicano en el estado de Colima. Actualmente (2012), se han registrado varias centenas de árboles enfermos en ese predio; además, de otras plantas mostrando los síntomas característicos de la enfermedad en más de 100 predios en cuatro municipios de Colima (Flores *et al.*, 2010).

La enfermedad del HLB se caracteriza principalmente por

causar áreas moteadas en las hojas y frutas mal formadas, mal coloreadas y con sabor anormal. En áreas donde la enfermedad es endémica, los árboles de cítricos afectados por lo general sólo logran vivir por un periodo de 5 a 8 años, estos árboles por lo general nunca logran dar fruta apta para el mercado (Rogers *et al.*, 2009).

La transmisión del HLB ocurre principalmente por medio de psílidos infectados con la bacteria; sin embargo, también se puede transmitir por injertos y por el desplazamiento de plantas infectivas entre diferentes zonas. También se ha demostrado que la bacteria responsable de esta enfermedad puede ser transmisible a través de una mala hierba parásita del género *Cuscuta*. También, posiblemente pudiera ser transmitida por la semilla de plantas infectadas, aunque no ha sido demostrado, y transovaricamente (de una generación a otra) en los vectores psílidos.

Sin embargo, se puede concluir que la introducción de la enfermedad a áreas libres de la misma es debida al transporte de material vegetal contaminado con la bacteria e infestado con psílidos infectivos que el hombre realiza o al movimiento del patógeno por psílidos a través de fenómenos meteorológicos como el viento (Galindo-Mendoza *et al.*, 2011).

La diseminación de la bacteria a través del vector es una realidad en México, y más por las condiciones meteorológicas que han prevalecido desde que se detectó el primer caso en la península de Yucatán. Los huracanes Beatriz, Calvin y Dora que se formaron en el Océano Pacífico durante el 2011 pudieron ser factor para la movilización de los psílidos hacia la parte norte del país (SINAVEF, 2011).

Diaphorina citri en México fue reportado desde el año 2002 y actualmente ya se encuentra presente en todas las zonas

urbanas y cítricas en Sonora, con mayor énfasis en el sur de Sonora.

El manejo de la enfermedad del HLB es complicado y requiere una estrategia regional de manejo tanto de la enfermedad como del vector. Dicha estrategia incluye, entre otros conceptos, el uso de plantas libre de la bacteria y la eliminación de plantas enfermas, en su caso, por medios voluntarios y normativos. En relación al vector, para tratar de sobrellevar este problema, el consenso mundial indica que es necesario controlar y disminuir al máximo sus poblaciones que en la práctica viene a ser la principal fuente de dispersión de la enfermedad.

Ante este problema, la estrategia nacional y regional se ha planteado a través del el manejo de *Diaphorina citri*, con el objetivo de que sus poblaciones se encuentren en niveles sumamente bajos y aprovechando la baja eficacia de esta plaga como vector de la enfermedad, sea factible controlar el proceso de dispersión de la enfermedad o disminuir su grado de dispersión cuando se haga presente en Sonora.

FENOLOGÍA EN CÍTRICOS

El conocimiento de la fenología en los cítricos y los factores que la pueden afectar es una parte medular para el manejo de las poblaciones de *Diaphorina citri*.

La fitofenología es la parte de la fenología que estudia cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas: floración, aparición “cuajado” de frutos y su maduración, caída de hojas y dormancia.

El proceso de floración en cítricos consta de varias fases bien diferenciadas: la inducción de yemas florales, la diferenciación

de yemas y la floración. La inducción es un proceso que está asociado con factores ambientales que disparan el desarrollo y división de las células meristemáticas para formar estructuras reproductivas.

La floración en condiciones subtropicales, se produce principalmente durante la primavera, después de la temporada de invierno inductivo (García-Luis *et al.*, 1995 y Monselise y Halevy, 1964).

Durante el invierno, condiciones de bajas temperaturas causan la inactividad de brotes, mientras que, al mismo tiempo, se estimula la inducción floral (Reuther *et al.*, 1973). Posteriormente, las altas temperaturas provocan el crecimiento reproductivo (Cassin *et al.*, 1969), siempre que otras condiciones no sean limitantes. La diferenciación floral implica el desarrollo anatómico y morfológico de transición de los meristemas vegetativos a meristemas florales (Davenport, 1990). En los cítricos, la diferenciación de los órganos florales se inicia en las primeras etapas de hinchado de las yemas y la brotación.

El momento de diferenciación varía por variedad de cítricos y por condiciones ambientales (Abbott, 1935). Después de la diferenciación, la tasa de yemas florales desarrolladas depende de la temperatura y el número de flores diferenciadas (Guardiola, 1997 y Moss, 1973). La temperatura ambiente no sólo tiene un efecto directo sobre la inducción y la diferenciación, además influye en la fecha de floración y la intensidad (Cassin *et al.*, 1969 y García-Luis *et al.*, 1992).

En regiones tropicales como Veracruz se observan de tres a cuatro eventos de brotación/floración. En escala de tiempo se distinguen y se pueden separar dichos eventos al observar de uno a dos meses sin desarrollo de brotes nuevos.

En un estudio realizado en árboles desde los cinco hasta los siete años de edad, en 19 variedades de naranja en Colima (9 de Valencia, 4 de Navel y 6 comunes), reportaron una floración principal (40%) de mediados de febrero, una secundaria en junio-julio (30%) y una tercera escasa en noviembre-diciembre. Así mismo, la brotación vegetativa presentó una distribución más extendida que la floración (Medina, 2007).

En regiones subtropicales se reconoce que la acumulación de frío en invierno y el proceso de quiescencia invernal, prepara las yemas para brotar cuando las condiciones de mayor calor y disponibilidad de humedad de la primavera. La floración principal ocurre durante la floración o flujo vegetativo de primavera (Iglesias *et al.*, 2007). El déficit hídrico o sequía se reconoce como otro factor inductor de la floración en los cítricos (Cassin *et al.*, 1969). Incluso se ha demostrado que el déficit hídrico aumenta la relación de brotes con flores y número total de flores (Southwick y Davenport, 1986 citado por Iglesias *et al.*, 2007).

Existe variación en los dos factores mencionados anteriormente en relación con la especie y variedad de cítrico; por ejemplo, los limones tienden a florecer sin fuerza todo el año en clima subtropical, si bien no tienen mayor respuesta a la inducción floral por frío, si responden con mayor sensibilidad a la sequía (Nir *et al.*, 1972 y Chaikiatyyos *et al.*, 1994).

La floración en cítricos es un proceso fenológico complejo influenciado por diversos factores. Las temperaturas bajas invernales son reconocidas como un factor importante. Se realizó un estudio para monitorear la respuesta a inducción de la floración de las variedades de naranja 'Valencia' y 'Hamlin' durante dos años. La respuesta de la floración se cuantificó y se relacionó la edad de la yema, la posición de yemas a lo largo del tallo y el estado de carga de fruta. Los resultados indicaron que los brotes que se desarrollaron en el verano anterior formaron

3.59 veces más flores en la variedad Valencia comparado con la brotación de primavera; mientras que la relación en la variedad Hamlin fue de 2.52 a 1 flores en los periodos señalados, anteriormente.

Por otra parte, las yemas ubicadas en posición apical producen más flores que las yemas situadas lejos de la punta. Estas posiciones de yemas basales requieren mayores niveles de inducción. Bajo las condiciones de Florida, una mayor acumulación de horas con temperaturas de 11 a 15 °C promovió una mayor intensidad floral. Altas temperaturas durante el invierno reducen respuesta reproductiva en las dos variedades, así como también una mayor carga de frutas en el árbol influye negativamente en la intensidad floral (Valiente y Albrigo, 2004).

En el sur de Sonora se tienen condiciones subtropicales, donde se puede clasificar, en forma general, las respuestas diferenciadas de los cítricos por especie, agrupando las que presentan mayor similitud en las épocas de brotación / floración durante el año (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Fenología floral de especies y variedades de cítricos durante el año, en el sur de Sonora.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Naranja*		■	■	■								
Naranja**		■	■	■								
Naranja***		■	■	■								
Toronja		■	■	■								
Mandarina		■	■	■								
Limón Mexicano	■								■	■		

*temprana; **intermedia; ***tardía

Cuadro 2. Fenología de brotación vegetativa de especies y variedades de cítricos durante el año, en el sur de Sonora.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Naranja*	■	■	■	■		■	■		■	■		
Naranja**	■	■	■	■		■	■		■	■		
Naranja***		■	■	■		■	■		■	■		
Toronja		■	■	■		■	■		■	■		
Mandarina		■	■	■		■	■		■	■		
Limón mexicano	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

*temprana; **intermedia; ***tardía

IMPORTANCIA DEL HUANGLONGBING (HLB)

La industria cítrica es de suma importancia económica y social para México al contar hasta el 2008 con una superficie plantada de cítricos de 553,000 hectáreas (SIAP, 2008). Actualmente, México es el cuarto productor mundial de naranja y segundo productor mundial de limas y limones (FAO, 2010), al contar con una superficie plantada de cítricos de 553 mil hectáreas, para una producción cercana a los 7 millones de toneladas anuales (SIAP, 2008). La producción, procesamiento e industrialización de cítricos generan 70 mil empleos directos y 250 mil indirectos, dependiendo de esta actividad cerca de 67 mil familias (SAGARPA, 2009).

El cultivo de naranja cuenta con cerca de 345 mil hectáreas, siendo el cítrico con mayor superficie sembrada con un total del 62% del área; seguido del cultivo del limón con 153 mil hectáreas que representan el 28% de la superficie sembrada de cítricos a nivel nacional (SIAP, 2008).

En Sonora las principales zonas productoras de cítricos se localizan en los municipios de Hermosillo, Cajeme y Bácum. En

2009 la actividad citrícola alcanzó una producción total de 185,858 toneladas en 8,620 hectáreas cosechadas con un valor de producción de \$237`817,000 pesos (SIAP, 2009). De acuerdo a la “Evaluación del impacto económico del Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana”, elaborada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (Salcedo *et al.*, 2010), así como el análisis de riesgo realizado por el INIFAP, esta enfermedad representa una grave amenaza para nuestro país en las 549 mil hectáreas sembradas de cítricos, que corresponde al 40% de la superficie nacional sembrada de frutales, y se distribuyen en 23 entidades federativas: Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Campeche, Colima, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

EL HLB representa un riesgo a la producción nacional que es de 6.7 millones de toneladas anuales, con un valor superior a 8 mil millones de pesos y de ella dependen 69 mil productores y 154 mil empleos directos (Mayorga, 2010).

Según Salcedo *et al.*, 2010, los efectos negativos del HLB comprenden:

- Reducción de la producción citrícola nacional.
- Reducción de fuentes de empleo en campo, agroindustria y actividades afines (hasta 90 mil empleos).
- Disminución de los productos derivados de los cítricos.
- Sub-utilización de la capacidad agro-industrial establecida (hasta 71%).
- Disminución de ingresos por exportación de cítricos y derivados (hasta 1,880 millones de pesos).
- Disminución de ingresos a nivel nacional (hasta 6,985 millones de pesos).

AGENTE CAUSAL DEL HLB

La bacteria *Candidatus Liberibacter* spp., agente causal del Huanglongbing (HLB) es una bacteria del tipo Gram-negativa limitada al floema. Hasta la fecha no ha sido posible cultivarla en laboratorio a pesar de los esfuerzos de muchos investigadores, lo que ha limitado la búsqueda de alternativas de control.

Existen tres variantes de esta bacteria reportadas en el mundo:

- ***Candidatus Liberibacter americanus*.**
Solamente se reporta en Brasil (Bassanezi *et al.*, 2010).
- ***Candidatus Liberibacter africanus*.**
Presente en África y sensible al calor (20-25 °C) (Bové, 2006).
- ***Candidatus Liberibacter asiaticus*.**
Presente en Asia, Oceanía y América; tolerante al calor (= 35°C). (Texeira *et al.*, 2005 y Bové, 2006).

Las bacterias antes mencionadas han sido incluidas dentro del género *Candidatus* por el Comité Internacional de Bacteriología Sistemática, debido a que no pueden ser mantenidas en medios de cultivo artificiales (Gottwald, 2010).

Esta bacteria obstruye el floema de las plantas afectadas impidiendo la distribución de la savia, ocasionando la reducción de la calidad de la fruta y de su jugo. Las plantas jóvenes infectadas no llegan a producir y las plantas adultas se vuelven improductivas en un periodo de 2 a 5 años.

Debido a los daños que causa sobre la producción de cítricos y a la rapidez con la que se dispersa la enfermedad una vez que infecta las huertas, además de que afecta a todas las especies de cítricos, el HLB es considerado como la enfermedad más destructiva en el mundo para los cítricos.

SÍNTOMAS DEL HLB

La sintomatología del HLB se ha dado a conocer por diferentes fuentes (Gottwald, 2010 y SENASICA, 2012b). Es importante mencionar que los síntomas se observan mejor en árboles jóvenes que en árboles más desarrollados, y dicha sintomatología varía dependiendo de la especie de hospedante donde se manifieste.

Los síntomas en plantas (figura 1) se distinguen por presentarse en sectores, es decir, no en la planta completa, se presentan brotes amarillos, de ahí uno de los nombres de la enfermedad (dragón amarillo); caída de hojas y frutos; además, de la muerte regresiva de las ramas.

Las hojas pueden presentar el clásico moteado asimétrico (figura 2) en ambos lados de la nervadura central de la hoja; con las venas claras o amarillas y algo engrosadas o incluso “acorchadas”; las hojas afectadas son pequeñas, erectas y con un aparente crecimiento vertical, presentan un ángulo cerrado con respecto al tallo (“orejas de conejo”); también pueden tener apariencia coriácea y presentar “islas verdes” (figura 3). Las hojas nuevas se pueden presentar sin su color normal.



Figura 1. Árboles con brotes amarillos característicos del HLB. (Cortesía Daniel Ponce).



Figura 2. Moteado clásico asimétrico característico de plantas enfermas con HLB. (Cortesía Daniel Ponce).



Figura 3. Hojas con el síntoma de Islas Verdes (HLB). (Cortesía Daniel Ponce).

Los frutos afectados por HLB son deformes, presentan semilla abortada; el jugo es de sabor amargo, salado o sin sabor; los frutos son pequeños y presentan inversión de color, es decir, el color más oscuro en la parte terminal del fruto.

Dicha sintomatología se puede llegar a confundir principalmente con deficiencias nutrimentales.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Son varios los nutrimentos minerales cuyas deficiencias en las plantas pueden, de alguna manera, llegarse a confundir con los síntomas del HLB; lo anterior, se complica cuando la deficiencia es debido a más de uno de ellos.

Los nutrimentos cuyas deficiencias en planta de cítricos pueden llegarse a confundir con la enfermedad del HLB son: nitrógeno, potasio, magnesio, zinc, manganeso, boro y fierro.

Nitrógeno

Los síntomas de deficiencias de nitrógeno en cítricos solamente se presentan cuando hay brotes vegetativos nuevos, durante la floración y/o cuando cuajan o amarran muchos frutos. Los brotes nuevos pueden presentar un ángulo cerrado con respecto al tallo y presentar hojas jóvenes delgadas, frágiles y cloróticas (figura 4).

Potasio

Las deficiencias de potasio se manifiestan en hojas viejas con un amarillamiento de sus ápices. Cuando la deficiencia de este nutrimento es severa se presenta también un amarillamiento en los bordes de la hoja. En general el tamaño de la fruta es pequeño (figura 5).



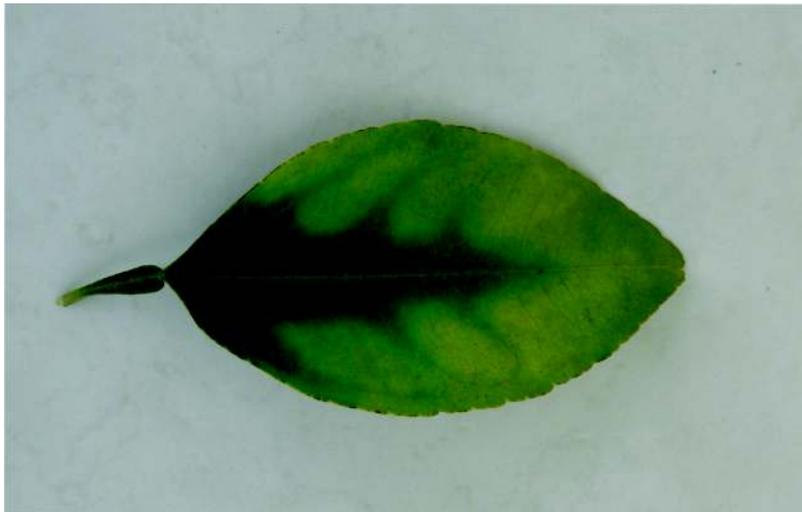
**Figura 4. Síntoma de deficiencia de Nitrógeno
(Cortesía Mario Alberto Miranda S.).**



**Figura 5. Deficiencia de Potasio en
tamaño de fruta (der.).**

Magnesio

Los síntomas de deficiencia de este nutrimento se manifiestan en hojas viejas con un amarillamiento en los bordes y hacia el ápice de la hoja. Cuando esta deficiencia es severa, se forma la "V" invertida en las hojas (figura 6).



**Figura 6. Síntoma de deficiencia de Magnesio.
(Cortesía Joaquín Velásquez M.)**

Zinc

La deficiencia de este nutrimento hace que las hojas jóvenes sean pequeñas, angostas y puntiagudas y algunas veces retorcidas. Las hojas presentan un amarillo acentuado entre las nervaduras.

En la deficiencia de zinc el aspecto de la hoja aparece con el recorrido de las nervaduras muy marcadas y con un aspecto

Manganeso

La deficiencia de manganeso se manifiesta en hojas con nervaduras verde oscuras que contrastan con el amarillamiento de la hoja, principalmente en las partes sombreadas de la planta. El amarillamiento (verde pálido) es de menor intensidad que el presentado por deficiencia de zinc (figura 8).

Boro

Los síntomas comunes por deficiencia de boro son un alargamiento, ruptura y acorchado de venas foliares. Además, presentan aborto de brotes jóvenes y muerte regresiva.

Las plantas con deficiencia de boro producen frutos endurecidos, de consistencia dura y cáscara dura y gruesa y presentan aborto anormal de éstos. Las plantas presentan ruptura de corteza y gomosis (figura 9).

Fierro

Generalmente los síntomas se presentan en hojas nuevas, las cuales pueden ser de menor tamaño. Las nervaduras de las hojas se observan como una red fina de venas verdes, mientras que el resto de la hoja se torna desde un color verde claro hasta totalmente amarillo.

La deficiencia de fierro puede ocasionar una defoliación prematura y disminución en la producción hasta llegar a una muerte regresiva (figura 10).



**Figura 7. Síntoma de deficiencia de Zinc.
(Cortesía Juan Manuel Ramírez D.).**



**Figura 8. Síntoma de deficiencia de Manganeso.
(Cortesía Juan Manuel Ramírez D.).**



Figura 9. Síntoma de deficiencia de Fierro.

RELACIÓN HOSPEDANTE-VECTOR-INÓCULO

Para que se presente el HLB y la enfermedad sea dispersada es necesario que exista la relación hospedante-vector-inóculo. En este caso, los hospedantes pueden ser todas las plantas pertenecientes a la familia Rutaceae. Dentro de las especies vectores se incluyen a los psílidos: *Diaphorina citri* y *Tryoza erytrae*.

El inóculo puede ser cualquiera de las tres bacterias que se han encontrado hasta el momento: *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *Candidatus Liberibacter africanus* y *Candidatus Liberibacter americanus*.

Actualmente, se ha logrado obtener algunos medios de cultivo que mantienen por poco tiempo a la bacteria aislada (Davis *et al.*, 2008 y Duan *et al.*, 2009). Por otro lado, ninguno de los

postulados de Koch se ha completado aún para ninguna de las tres especies asociadas con la enfermedad del HLB.

Diaphorina citri es responsable de la transmisión de *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *Candidatus Liberibacter americanus*. Mientras que *Tryoza erytreae* es vector de *Candidatus Liberibacter africanus*. Sin embargo, ambas especies pueden ser portadores de cualquiera de las bacterias (Gottwald, 2010). En México sólo se ha reportado la presencia de *Diaphorina citri*.

EPIDEMIOLOGÍA DEL HLB

La bacteria responsable del HLB se encuentra distribuida de manera irregular a lo largo del sistema vascular de árboles infectados (Brlansky y Rogers, 2007). Por lo que cuando se ha realizado la propagación de material vegetal infectado a través de injertos o madera de injertos, no todos los árboles resultan infectados. Queda claro que la diseminación de la infección varía enormemente y depende, entre otras cosas, de la concentración de inóculo en el árbol madre.

Se puede encontrar un árbol con HLB que contenga secciones “libres” de la bacteria. Esto podría indicar bajas concentraciones de la bacteria en esas secciones “libres” de HLB en árboles infectados que estén por debajo del umbral de detección por el método de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) por sus siglas en inglés (Gottwald, 2010).

De esta manera podría inferirse la existencia de la probabilidad de obtener falsos negativos mediante el análisis por PCR. Sin embargo, la baja concentración de bacterias que no logra ser detectada por PCR, no necesariamente es una baja concentración para ser transportada por el floema de la planta, succionada por el psílido y posteriormente ser

transmitida a otros árboles por el insecto vector (Gottwald, 2010).

Un estudio epidemiológico del HLB es muy difícil establecer por ser una enfermedad que por sus características ha hecho que los citricultores de las huertas que son afectadas intervengan inmediatamente tratando de controlar lo más posible la expansión de la enfermedad, como ha ocurrido en Brasil y Estados Unidos. Por otra parte, no es fácil encontrar sitios en donde la planta enferma pueda ser estudiada en condiciones de campo ininterrumpidamente por años para conocer y entender de lleno el potencial epidémico de la enfermedad (Gottwald *et al.*, 2007).

El tiempo entre la inoculación del patógeno por el vector y la aparición de los síntomas de la enfermedad depende, entre otros factores de:

- La cantidad de inóculo presente.
- La época de infección.
- Las condiciones climáticas para la multiplicación de la bacteria.
- La densidad poblacional del vector.
- La especie, variedad y edad de la planta.

Es decir, puede darse el caso de plantas que muestren síntomas de la enfermedad en la misma época y sin embargo, pueden haber sido infectadas en el pasado en diferente tiempo. En procesos naturales de infección es muy difícil conocer con exactitud cuando sucedió ésta.

Sin embargo, algunos datos que ya se conocen son:

- Esta enfermedad una vez adquirida permanece presente por años.

- La incidencia de la infección basada en detección por medio de la técnica del PCR en tiempo real debe ser el doble de la incidencia de infección basada en una estimación visual de plantas enfermas.
- Se estiman de dos a 56 plantas asintomáticas positivas a HLB, por cada planta que presenta síntomas -sintomática- (Gottwald, 2010).

En lugares en donde la enfermedad es endémica o carece de un control efectivo de la bacteria y/o el vector, y donde los árboles son jóvenes (hasta 3 años), el HLB puede alcanzar más del 50% de incidencia en un periodo de 3 a 5 años (Roistacher, 1996).

En huertas mayores, la enfermedad no tendrá tal efecto por 5 ó más años. Debido al rápido progreso de la enfermedad en la huerta, combinado con la baja producción de fruta, ésta se volverá económicamente inviable en 7 a 10 años (Roistacher, 1996).

Por lo anterior, queda claro que debido a que existen múltiples infecciones asintomáticas por cada árbol sintomático y una distribución no uniforme de la bacteria dentro del árbol infectado; sumado al prolongado periodo de incubación de la bacteria, la detección del patógeno en campo es muy difícil y por lo tanto, sumamente complicado el control de la enfermedad.

PROCESO INFECTIVO Y DETECCIÓN

Existen tres periodos importantes en el conjunto de mecanismos biológicos, físicos o químicos responsables de la enfermedad: Inoculación-incubación, latencia e infección.

Para el caso del HLB, el periodo de incubación puede ser bastante variable, ya que puede ir desde algunos meses hasta uno o más años (Gottwald, 2010). Este comprende desde que

la bacteria entra en contacto con el hospedante (inoculación) hasta que los síntomas de la enfermedad aparecen por primera vez. Si se trata de plantas jóvenes expresarán síntomas entre 6 y 12 meses después de ser infectadas. Es decir, los árboles jóvenes que se desarrollan rápido y cuya copa superior de las hojas es pequeña, presentan un menor periodo de incubación.

En árboles mayores de 10 años se han observado periodos de incubación mayores y puede variar entre algunos meses hasta incluso años (Gottwald, 2010).

La latencia, que es el tiempo desde la infección hasta antes de que la enfermedad se desarrolle, se manifiesta generalmente después de terminado el periodo de incubación, es entonces cuando la planta se vuelve sintomática (se ven físicamente los síntomas de la enfermedad en la planta). Es muy probable que un árbol asintomático pueda actuar como fuente de inóculo para el resto de los árboles sanos.

La técnica de PCR es compleja y costosa, por lo que la habilidad de procesar las muestras requeridas para detectar o para rastrear una epidemia depende de la capacidad técnica humana y el recurso disponible para el procesamiento de muestras. Sin embargo, en un estudio reciente con PCR, se observó que el número de muestras asintomáticas analizadas con RT-PCR (PCR por transcripción reversa) y que dieron positivo, coincidía con el número de muestras sintomáticas observadas de manera visual.

Dicho estudio indica que por cada determinado porcentaje de árboles sintomáticos se puede asumir que hay aproximadamente el doble de árboles infectados presentes en porcentaje, más una población adicional de árboles infectados sin diagnosticar por RT-PCR. Se cree que la incidencia

aumenta si los muestreos y ensayos se realizan en primavera-verano (Gottwald, 2010), ya que en estas épocas hay mayor flujo de savia en las plantas.

Gottwald, 2010, también menciona que en otro estudio reciente se llegó a la conclusión de que por cada árbol infectado con síntomas, existía un promedio de 13 (en un rango de 2 a 56) árboles positivos a HLB asintomáticos que expresaban síntomas al cabo de un tiempo. Por lo que cabe la posibilidad de que existan más plantas y huertas positivas con HLB sin detectar que las que son detectables a simple vista y mediante la técnica de PCR.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL HLB

El HLB se dispersa de manera agregada, lo que de manera práctica en una huerta puede ser localizada por grupos de árboles dispersos. La distribución de la enfermedad se ha registrado con mayor frecuencia en las orillas y en sitios dentro de la huerta en donde se forman huecos y espacios con pocos árboles a causa de una fuente de agua o bombas para riego. Esta dispersión guarda una enorme relación con la distribución del insecto vector, ya que éste suele ser encontrado con más frecuencia en estas zonas.

El HLB por lo general inicia por las orillas de las huertas, sin embargo, es importante mencionar que se puede dispersar hacia el centro de las mismas incluyendo zonas densamente pobladas de cítricos (Gottwald, 2010).

PLANTAS HOSPEDANTES DEL HLB

Halbert y Manjunath, 2004, reportan la compilación más completa de plantas hospedantes de la bacteria del HLB. Dicha lista es la siguiente:

Aeglopsis chevalieri Swingle
Atalantia missionis Oliver

Balsamocitrus dawei Stapf.
Calodendrum capensis Thunb.
Catharanthus roseus (L.) G. Don (Apocynaceae)
X *Citroncirus webberi* J. Ingram & H.E. Moore
Citrus amblycarpa Ochse
Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle
Citrus aurantium L.
Citrus depressa Hayata
Citrus grandis (L.) Osbeck
Citrus hassaku Hort. ex Tanaka
Citrus hystrix DC.
Citrus ichangensis Swingle
Citrus jambhiri Lushington
Citrus junos Sieb. ex Tanaka
Citrus kabuchi Hort. ex Tanaka
Citrus limon (L.) Burm. f.
Citrus × *limonia* Osbeck
Citrus × *nobilis* Lour. 'Ortanique'
Citrus × *nobilis* Lour.
Citrus oto Hort. ex Tanaka
Citrus × *paradisi* Macfad.
Citrus reticulata Blanco
Citrus sinensis (L.) Osbeck
Citrus sunki Hort. ex Tanaka
Citrus unshiu (Mack.) Marc
Citrus sp. (mandarins)
Citrus sp. (pomelo/shaddock)
Clausena indica Oliver
Clausena lansium (Lour.) Skeels
Cuscuta australis R. Br. (Convolvulaceae (Cuscutaceae))
Fortunella spp.
Limonia acidissima L.
Microcitrus australasica (F. J. uell.) Swingle
Murraya koenigii (L.) Sprengel
Murraya paniculata (L.) Jack
Nicotiana tabacum L. 'Xanthii' (Solanaceae)
Poncirus trifoliata (L.) Raf

Severinia buxifolia (Poiret) Ten.
Swinglea glutinosa (Blanco) Merr.
Toddalia lanceolata Lam
Triphasia trifolia (Burm. f.) P. Wilson

En México también se han tenido detecciones de HLB en limón persa (*Citrus latifolia*) Robles GPL, 2012 (comunicación personal).

VECTORES DEL HLB: ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Existen dos especies de insectos reconocidos como eficientes vectores del HLB *Trioza erytrae* (Del Guercio) y *Diaphorina citri* Kuwayama, ambas especies dentro del Orden Hemiptera pertenecientes a la familia Psyllidae.

***Trioza erytrae* (Del Guercio)**

Trioza erytrae es vector de la forma africana de la enfermedad *Candidatus Liberibacter africanus*. Esta especie originaria de África se encuentra ampliamente distribuida en África y con distribución restringida en Asia (Arabia Saudita y Yemen). En Europa se detectó por primera vez en 2002 en las Islas Canarias, concretamente en Tenerife, La Gomera, España (González *et al.*, 2003).

***Diaphorina citri* Kuwayama**

La especie, *Diaphorina citri* (= *Euphalarus citri* (Kuwayama 1908)) fue descrita de colectas realizadas en árboles de cítricos en Schinchiku, Taiwan en 1907 (Halbert y Manjunath, 2004). A esta especie se le ha reportado en la región de Indomalaya, en India; luego se le reportó en China y Taiwán. Esta especie está ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales de Asia. *Diaphorina citri* fue descrita por primera vez en Taiwán en 1907, de recolectas realizadas en cítricos

(Halbert y Manjunath,2004). Actualmente, es un insecto plaga con categoría cuarentenaria.

EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS

Diaphorina citri Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae)

Características morfológicas

Los miembros de la familia Psyllidae pertenecen al orden Hemíptera y al suborden Stenorrhynca junto con los áfidos o pulgones, los filoxeras, las escamas y las mosquitas blancas. Todos estos insectos son considerados el grupo más primitivo dentro de chinches verdaderas.

Los psílidos se caracterizan por ser insectos de tamaño pequeño parecidos a las “chicharras”. Poseen dos pares de alas membranosas. Las alas del metatórax (delanteras) son de una consistencia más dura que el par de alas mesotorácicas (alas posteriores). La venación alar es simple sin especializaciones particulares.

A diferencia de varias otras familias cercanas a Psyllidae, presentan un rostrum dirigido hacia atrás que sobrepasa la base de las patas anteriores; éstas presentan tarsos de 2 segmentos y con un par de uñas. Las patas posteriores están adaptadas para saltar por lo que son más gruesas y fuertes. Las antenas presentan 10 segmentos.

Los adultos de esta familia son muy activos y pueden saltar o volar cuando son perturbados. Tanto los adultos como las ninfas se alimentan al succionar la savia de una gran variedad de plantas hospedantes. Las ninfas de estos insectos son menos activas que los adultos y aunque algunos estados inmaduros pueden formar agallas la mayoría son de vida libre.

Las características morfológicas de *Diaphorina citri* han sido descritas por Mead, 2007. Los adultos presentan un patrón

característico de coloración en sus alas anteriores lo que les permite ser separados fácilmente de las otras especies dentro del género *Diaphorina* (*D. amonea*, *D. auberti*, *D. communis*, *D. murrayi*, *D. punctulata* y *D. zebrana*) reportadas en cítricos y especies cercanas (Halbert y Manjunath, 2004).

Los adultos (figura 10) miden entre 3 y 4 mm de longitud, presentan las alas anteriores anchas hacia la mitad apical, con un moteado característico, con una banda longitudinal que no alcanza el ápice. Los adultos presentan un cuerpo de color marrón moteado recubierto de cera, la cabeza es de color marrón con los ojos rojos. Las antenas tienen dos manchas de color marrón claro en la parte media.

Los adultos presentan un parado característico en 30 grados, de tal suerte que la cabeza queda casi tocando el tejido vegetal y la parte final del abdomen queda elevada. Estos saltan cuando son molestados y pueden realizar ligeros desplazamientos a través de un vuelo propio, por lo que pueden trasladarse de árbol a árbol.

Los huevecillos son de aproximadamente 0.3 mm de longitud, elongados más anchos en su base y se estrechan en su extremo distal. Inicialmente presentan un color pálido para posteriormente tornarse amarillos y finalmente, hacia el momento de la eclosión, éstos cambian a un color naranja.

El insecto pasa por cinco instares ninfales. Las ninfas (figura 11) son de forma elíptica, planas en su parte dorsal y convexo por la ventral, su coloración va desde el amarillo, en los primeros estadios ninfales, pasando por el verde, hasta el gris al final de su desarrollo ninfal.

Las ninfas presentan característicos filamentos cerosos en sus bordes. Las ninfas de primer instar miden alrededor de

0.25 mm de longitud, mientras que las ninfas de quinto instar pueden alcanzar hasta 1.7 mm de longitud y presentan cojinetes alares abultados. Las ninfas a pesar de que presentan un comportamiento sedentario pueden llegar a desplazarse entre los brotes de sus hospedantes, sobre todo cuando son disturbadas.



**Figura 10. Adulto de *Diaphorina citri*.
(Cortesía Bernardo Pérez L.).**



Figura 11. Ninfas de *Diaphorina citri*.

Ciclo de vida

Liu y Tsai, 2000, reportan una colección importante de datos sobre el ciclo de vida de *Diaphorina citri*. Al respecto, dichos autores indican que las poblaciones de insectos que se sometieron a 10 y 33 °C no se desarrollaron; las poblaciones que se pusieron a temperaturas de entre 15 °C y 30 °C, el periodo promedio de desarrollo desde huevecillo hasta adulto varió de 49.3 días a 15 °C hasta 14.1 días a 28 °C.

Dichos autores estimaron que los umbrales de temperatura mínima para el desarrollo de las ninfas fueron 11.7, 10.7, 10.1, 10.5 y 10.9 °C, correspondientes a ninfas de primero al quinto instar, respectivamente.

En cuanto a la supervivencia de las ninfas del tercero al quinto instar a temperaturas entre 15 a 28 °C fue esencialmente la misma.

Por otra parte, Lui y Tsai, 2000, reportaron que la longevidad promedio de las hembras de *Diaphorina citri* se incrementó al reducirse la temperatura dentro del rango de 15 a 30 °C. La longevidad máxima de hembras individuales se registró en 117, 60, 56, 52 y 51 días a 15, 20, 25, 28 y 30 °C, respectivamente.

Así mismo, dichos investigadores reportan que el número promedio de huevecillos ovipositados por hembra aumentó significativamente con el incremento de la temperatura y llegó al máximo a 28 °C. Finalmente, indicaron que el rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de la población de *Diaphorina citri* fue de 25 a 28 °C.

Los mismos autores reportan el ciclo de vida del insecto bajo condiciones de laboratorio, e indican que de huevecillo a adulto se requieren 250 grados día, considerando 10.45 °C como

umbral. Por otra parte, Torres y Parra, 2008, reportan que el ciclo de huevecillo a adulto requiere 211 grados día, con un umbral de desarrollo de 13.53 °C.

Con dicha información se calcula que el ciclo de vida del insecto de huevecillo a adulto para el sur de Sonora puede transcurrir como máximo en 49 días y como mínimo en un periodo de 12 días. Dicha información varía según el mes del año; así mismo, por la variación de temperaturas entre los años se registran fluctuaciones en los datos calculados por mes.

Datos de registros de temperatura de los últimos siete años en el sur de Sonora, indican diferentes periodos para el desarrollo de huevecillo a adultos de *Diaphorina citri*. Los periodos fueron calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 °C y corresponden a las temperaturas registradas en la manzana 609 del Valle del Yaqui, Sonora (Cuadro 3). La sobrevivencia del adulto es menor en verano y puede alcanzar aproximadamente 40 días mientras que en invierno los adultos pueden llegar a vivir hasta 190 días.

Cuadro 3. Periodos de desarrollo en días de huevecillo a adulto de *Diaphorina citri*, calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 °C. Manzana 609 del Valle del Yaqui, Sonora.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MÁXIMA	49	45	36	27	22	17	13	14	14	19	31	47
MÍNIMA	38	35	30	24	18	13	12	12	12	14	21	36
PROMEDIO	42.8	39.4	33.1	25.8	20.1	15.4	12.8	12.8	13.4	16.3	24.4	40.5

Así mismo, dicha información registra un promedio de 4,676.8 unidades calor acumuladas por año para esta plaga, lo que

da oportunidad al desarrollo de 18.7 generaciones en promedio de huevecillo a adulto.

Para la región central citrícola de Sonora, específicamente la Costa de Hermosillo, registros de temperatura de los últimos siete años, indican también diferentes periodos para el desarrollo de huevecillo a adultos de *Diaphorina citri* durante el año. Los periodos fueron calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 °C y corresponden a las temperaturas registradas en la Estación CECH-INIFAP de la Costa de Hermosillo, Sonora (Cuadro 4).

Cuadro 4. Periodos de desarrollo en días de huevecillo a adulto de *Diaphorina citri*, calculados por el método de Seno Simple, con 250 unidades calor y un umbral mínimo de desarrollo de 10.45 °C., en la Costa de Hermosillo, Sonora.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MÁXIMA	49	42	34	28	21	16	13	13	14	17	32	54
MÍNIMA	37	33	27	22	17	13	12	11	12	15	22	36
PROMEDIO	42.6	37.5	31.1	25.1	18.7	15.0	12.3	11.9	12.4	15.9	25.4	46.0

Así mismo, dicha información registra un promedio de 4,792.6 unidades calor acumuladas por año para esta plaga, lo que da oportunidad al desarrollo de 19.2 generaciones en promedio de huevecillo a adulto.

En estudios realizados en el sur de Sonora en naranja y limón se registró la presencia de 4.76 adultos promedio por yema vegetal en limón contra 4.08 adultos promedio en naranja, no encontrándose diferencia estadística entre dichos registros; por otra parte, en cuanto al número de oviposturas, los registros indican número de huevecillos

promedios por yema vegetal de 155.3 para limón, contra 167.9 de huevecillos promedio en naranja. En el caso de ninfas de todas las edades los registros indican promedios de ninfas por yemas vegetales de 88.8 en limón contra 70.5 en naranja.

***Diaphorina citri* COMO VECTOR**

Son dos las principales características que pueden determinar la capacidad de *Diaphorina citri* como vector del HLB:

- La capacidad de desplazamiento (dispersión) de insectos infectivos de *Diaphorina citri* de región en región, dentro de una región, y dentro de una huerta incide fuertemente en el ritmo de dispersión de la enfermedad.
- La capacidad de transmisión del HLB por las poblaciones infectivas de *Diaphorina citri*.

En cuanto a la capacidad de dispersión de la plaga, los vientos constituyen un factor importante a considerar sobre todo si se trata de eventos meteorológicos como huracanes, tema ampliamente discutido por Galindo-Mendoza *et al.*, 2011 y SINAVEF, 2011.

Por otra parte, la capacidad de desplazamiento de *Diaphorina citri* es discutida por Mara y Peyrou, 2010, quienes concluyen que se trata de un insecto catalogado como “mal volador”, por su corta distancia de desplazamiento, siendo su principal hábito como insecto saltador y sedentario. Por otra parte, Catling 1968 y Bindra 1970, (citados por Altamirano *et al.*, 1977), lo definen como un “ineficiente volador”.

Ichinose *et al.*, 2005, reportan que adultos de *Diaphorina citri* no fueron capaces de desplazarse más de 20 m después de cinco meses a partir de las plantas de *Citrus* donde se ubicaron inicialmente.

Por otra parte, Nakata 2005, citado por Mara y Peyrou 2010, reporta datos más contrastantes derivados de un ensayo donde se liberaron 20,000 adultos de *Diaphorina citri* que fueron criados en laboratorio y marcados con una sustancia fluorescente y determinó que la distancia promedio a la que se mueve el insecto en un día es de 70 a 80 m; detectando en un caso un adulto a 200 m y en otro ensayo otro adulto a 350 m.

En el ámbito regional (Sonora) se ha observado un hábito sedentario del insecto al detectarse árboles altamente infestados de adultos y árboles vecinos sin la presencia de éstos, lo que concuerda con lo reportado por Mara y Peyrou, 2010, quienes recalcan el carácter sedentario del insecto ya que el mismo suele encontrarse en un determinado lote y no en los vecinos durante meses y aún años.

En cuanto a la capacidad de transmisión del HLB por *Diaphorina citri*, se han realizado varios trabajos en el ámbito mundial, en tal sentido Xueyuan, 2010, reportó que bajo condiciones experimentales la capacidad de transmisión de la bacteria causante del HLB por *Diaphorina citri* es baja.

Martinez y Wallace 1968, demostraron que se requiere un alto número de insectos vectores para lograr una buena transmisión de la enfermedad.

Huang *et al.*, 1984 citado por Mara y Peyrou 2010 mencionaron una eficiencia en la transmisión del HLB menor al 1%.

Shi-Cheng Hung citado por Hall, 2008 afirma que sólo el 5% de los adultos de *Diaphorina citri* adquieren la bacteria del HLB al alimentarse en plantas infectadas durante 28 días, sin embargo, las ninfas son muy eficientes para adquirir la bacteria.

Durante el primer periodo de infección de HLB en Filipinas, Gonzáles en 1969 reportado por Altamirano *et al.*, 1977, observó que *Diaphorina citri* es incapaz de infectar árboles en un predio que se encuentre a 2 km de distancia del predio afectado. Por otra parte, Belasque *et al.*, 2010, reportan en estudios recientes realizados en Brasil que una distancia de 4 km aseguraría la baja probabilidad de infección de HLB de un predio a partir de un predio vecino.

Mara y Peyrou, 2010, mencionaron que el HLB transmitido por *Diaphorina citri* debería expresarse con un patrón agregado, es decir, “concentrado geográficamente a nivel de región y/o predio”, de lenta expansión, y afectando plantas con distintas edades y grados de desarrollo. Dichos investigadores indican que se necesita un elevado número de insectos para lograr una transmisión de mediana a baja. Además, indican que la transmisión asume un patrón de dispersión sumamente agregado y lento en su dispersión, donde la máxima probabilidad de infección queda reducida a las plantas próximas a la planta infectada.

PLANTAS HOSPEDANTES DE *Diaphorina citri*

Halbert y Manjunath, 2004, reportan la compilación más completa de plantas hospedantes de *Diaphorina citri*, cuyo listado se presenta a continuación:

Aegle marmelos (L.)
Aeglopsis chevalieri Swingle
Afraegle gabonensis Engl.
Afraegle paniculata (Schaum.) Engl.
Artocarpus heterophyllus Lamarck
Atalantia missionis Oliver
Atalantia monophylla (L.) Corr.
Atalantia sp.
Balsamocitrus dawei Stapf
Citropsis gilletiana Swingle & M. Kellerman

Citropsis schweinfurthii (Engl.) Swingle & Kellerm.
Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle
Citrus aurantium L.
Citrus deliciosa Tenore
Citrus grandis (L.) Osbeck (C. maxima)
Citrus hystrix DC.
Citrus jambhiri Lushington
Citrus limon (L.) Burm.
Citrus madurensis Loar.
Citrus maxima (Burm.) Merr.
Citrus medica L.
Citrus meyeri Tan
Citrus x_nobilis Lour.
Citrus obovoidea Hort. ex Tanaka cv 'Kinkoji'
Citrus x_paradisi Macfad.
Citrus reticulata Blanco
Citrus sinensis (L.) Osbeck Aubert
Citrus spp.
Clausena anisum-olens Merrill
Clausena excavata Burm
Clausena indica Oliver
Clausena lansium (Lour.) Skeels
Eremocitrus glauca (Lindley) Swingle
Eremocitrus hybrid
Fortunella crassifolia Swingle
Fortunella margarita (Lour.) Swingle
Fortunella polyandra (Ridley) Tanaka
Fortunella spp.
Limonia acidissima L.
Merrillia caloxylon (Ridley) Swingle
Microcitrus australasica (F.J. Muell.) Swingle
Microcitrus australis (Planch.) Swingle
Microcitrus papuana H.F. Winters
Microcitrus sp. 'Sidney'
Murraya exotica L.
Murraya koenigii (L.) Sprengel
Murraya paniculata (L.) Jack

Naringi crenulata (Royb.) Nicholson
Pamburus missionis (Wight) Swingle
Poncirus trifoliata (L.) Raf.
Severinia buxifolia (Poiret) Ten.
Swinglea glutinosa (Blanco) Merr.
Toddalia asiatica (L.) Lam
Triphasia trifolia (Burm. f.) P. Wilson
Vepris lanceolata G. Don
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.

RESPUESTA VARIETAL DE HOSPEDANTES A *Diaphorina citri*

En relación a la preferencia varietal de *Diaphorina citri* por sus hospedantes en el sur de Sonora, estudios realizados por Pacheco y Samaniego, 2011 indican que la preferencia fue para naranja, seguido del grupo conformado por tangelo, toronja y limón mexicano, mientras que mandarina fue la especie de menor preferencia para el insecto.

La información muestra que la especie donde fue mayor el valor de pendiente del crecimiento de *Diaphorina citri* correspondió a limón (0.022), sin embargo, no hubo diferencia estadística con el valor de pendiente registrado en naranja (0.021). Las diferencias en los registros de datos durante el muestreo se debieron a que las fenologías no son similares, siendo la brotación más temprana en limón. Por otra parte, en el caso de toronja el valor de pendiente registrado fue de 0.019 y presentó diferencia significativa con respecto a limón, sin embargo, no mostró diferencia estadística al comparar las pendientes con el valor registrado para el caso de naranja.

En orden de preferencia el cítrico que siguió fue mandarina con un registro de pendiente de 0.013, mostrando diferencia altamente significativa con respecto a limón y tangelo, pero

no mostró diferencia estadística con naranja y toronja. Finalmente, para el caso de tangelo, éste registró un valor de pendiente de 0.008 siendo estadísticamente diferente al resto de los cítricos en este estudio. De tal forma que la respuesta diferencial entre los cítricos se establece en orden de preferencia a *Diaphorina citri* de la siguiente forma: limón y naranja como los más atractivos, seguidos de toronja, mandarina y tangelo.

Adicionalmente se realizó una separación de la información correspondiente a árboles de naranja de maduración tardía y temprana. La información de los muestreos indicó variaciones importantes en las capturas de *Diaphorina citri* en las diferentes fechas de muestreo, las cuales son debidas a la diferencia de fenologías correspondientes a los diferentes ciclos de maduración de las variedades de naranja.

La información mostró diferencia altamente significativa entre las naranjas de diferentes ciclos de maduración, correspondiendo el mayor valor de pendiente, es decir, mayor acumulación de la población a través del tiempo a las naranjas de ciclo de maduración temprana quienes mostraron una respuesta diferencial importante con respecto a las naranjas de maduración tardía. Para las condiciones del sur de Sonora, los autores indican una respuesta diferencial importante entre las variedades de diferente ciclo de maduración, siendo más atractivas a *Diaphorina citri* las naranjas de maduración temprana.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Las evaluaciones realizadas mediante inspecciones directas de poblaciones de adultos de *Diaphorina citri* en el sur de Sonora, indicaron que los meses con mayor incidencia de adultos fueron noviembre con 3.6, octubre con 3.5, marzo con 2.7 y febrero con 1.6 individuos por rama terminal en

promedio para todas las variedades muestreadas; los meses con menor incidencia fueron julio con 0.1, junio con 0.17, abril con 0.34, y diciembre con 0.39 individuos por rama terminal.

Pacheco y Samaniego, 2011, en estudios realizados en el sur de Sonora mediante el uso de trampas pegajosas amarillas registraron variaciones importantes en las capturas del psílido durante el año dentro de la misma especie de cítrico. Dichas diferencias se deben a la fenología de cada una de las especies hospedantes del insecto y a la densidad poblacional del mismo, presente en el ámbito regional, así como al manejo que cada productor realiza en su huerto. En el sur de Sonora se presenta un pico de captura muy marcado en los meses de marzo y abril. Se asume que este pico es originado por las poblaciones que se generan en naranja Valencia que ocupa de 85 al 90% del área de cítricos en el sur de Sonora y cuya brotación ocurre en los meses de febrero y marzo.

Pacheco y Samaniego, 2011, indican que las trampas amarillas pegajosas fueron más efectivas a mayores poblaciones de *Diaphorina citri* en cítricos en el sur de Sonora y lograron captar el proceso a pesar de no colindar con huertos comerciales de cítricos; sin embargo, no lograron captar la población cuando ésta se mantuvo en bajas densidades.

ENEMIGOS NATURALES

Las alternativas de control biológico para *Diaphorina citri* se pueden dividir en tres grandes grupos. En el grupo de agentes entomopatógenos destacan a nivel nacional las especies: *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, sin embargo, por las características climáticas de Sonora, dichas especies tienen un potencial limitado por cuestiones de temperatura y sobre todo humedad relativa;

quizás en un futuro pudiera rescatarse alguna cepa de estas especies que pudiera ser compatible con las características antes mencionadas y tener mayor impacto en la dinámica poblacional de *Diaphorina citri*.

Dentro del grupo de insectos parasitoides destaca la especie *Tamarixia radiata*, y por el lado de depredadores tres especies de crisopa: *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida*, que pueden tener un potencial importante para el manejo poblacional de la plaga en las condiciones de Sonora.

PARASITOIDE: *Tamarixia radiata* Waterson

Tamarixia radiata Waterson (Hymenoptera: Eulophidae) es un ectoparásito específico de *Diaphorina citri* y el parasitoide más abundante de esta plaga en el ámbito mundial y en Sonora. Estudios realizados por Gómez-Torres *et al.*, 2008 indicaron que la mayor tasa de parasitismo (77.24%) ocurrió a temperatura de 26.3 °C, mientras que las menores tasa de parasitismo coincidieron cuando *Tamarixia radiata* parasitó a *Diaphorina citri* a 15 y 35 °C con porcentajes de parasitismo de 23.1 y 40.2%, respectivamente.

El ciclo de vida completo del parasitoide, de huevecillo a adulto, varía con la temperatura. Étienne *et al.*, 2001, reportaron que a una temperatura de 25 °C, y un fotoperiodo de 14 horas luz: 10 horas oscuridad se logró completar el ciclo del parasitoide en 12 días.

En el sur de Sonora se evaluó el comportamiento de este parasitoide en condiciones naturales, tanto en el área agrícola como en urbanas y conurbadas. Resultados de dichos trabajos indican diferencias en porcentajes de parasitismo dependiendo del hospedante donde se encontró a *Diaphorina citri*.

Por ejemplo, para el caso de limón mexicano el porcentaje de parasitismo osciló entre el 4 y el 86%, con un promedio del 37%; para el caso de limón persa, las variaciones fueron del 3 al 47%, con un promedio de 18%; para naranja, las variaciones de parasitismo fluctuaron entre el 3 al 32%, con un promedio del 14%; para naranja agria, dichas variaciones fueron del 0 al 74%, con un promedio de 30%; mientras que para el caso de toronja, se registraron porcentajes de parasitismo entre el 6 y el 20%.

Las diferencias en porcentajes de parasitismo también variaron dependiendo de la ubicación del hospedante de *Diaphorina citri*. Datos regionales indican un promedio de parasitismo de 35% correspondiente a árboles ubicados en zonas urbanas o conurbadas y mientras que el porcentaje de parasitismo promedio registrado en la zona agrícola fue del 17%.

Dicha información da un elemento importante a seguir en el cómo explotar este parasitoide el cual deberá ser dirigido a explotarse en zonas urbanas o conurbadas, el cual puede hacer labores que el control químico no puede realizar al no tener acceso a todas las casas habitaciones o predios privados en los cuales los dueños no se encuentran o no permiten la entrada de brigadas que realicen el control químico.

Actualmente, el INIFAP en conjunto con la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui, está implementando la primera cría artificial de este parasitoide en la región para su próxima explotación.

DEPREDADORES: CRISOPAS (Neuroptera: Chrysopidae)

***Chrysoperla carnea* (Stephens), *Chrysoperla comanche* Banks y *Ceraeochrysa valida* (Banks)**

Cortez *et al.*, 2011 determinaron cinco especies de Chrysopidae asociados a *Diaphorina citri* en huertas de

naranja y limón mexicano en Sinaloa, México: *Chrysoperla comanche*, *Chrysoperla rufilabris*, *Chrysoperla carnea*, *Ceraeochrysa valida* y *Ceraeochrysa claveri*. Sobresaliendo *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida* en abundancia ($p < 0.0004$). *Chrysoperla comanche* (figura 12) y *Chrysoperla rufilabris* mostraron mayor consumo de las presas en diferentes tiempos de exposición, pero en la última lectura, a las 24 horas de exposición, la capacidad de depredación fue prácticamente similar para todas las especies ($p > 0.05$), alrededor de 100 especímenes por depredador.

Con el presente estudio se sustenta el empleo de alguna de estas especies de Chrysopidae, *Chrysoperla carnea* y *Chrysoperla comanche* y posiblemente *Ceraeochrysa valida* (figura 13), para el control biológico de *Diaphorina citri* en el estado de Sinaloa y se sugiere para el resto de México, previo estudio respectivo, ya que en el país existe al menos un laboratorio de reproducción de alguna especie de *Chrysoperla*.

En el sur de Sonora se ha evaluado la presencia de especies de Chrysopidos en huertas de cítricos. Las especies más abundantes recolectadas son *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida*, ambas especies catalogadas como especies arbóreas. Sin embargo, también se han detectado en menor densidad individuos de *Chrysoperla carnea*, de la cual actualmente se realizan liberaciones masivas procedentes de crías artificiales en el ámbito regional.

Actualmente, la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui en conjunto con el INIFAP está implementando la cría artificial de *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida* para su potencial uso en el área citrícola del sur de Sonora.



Figura 12. Adulto de *Chrysoperla comanche*.



Figura 13. Larva de *Ceraeochrysa valida*.

DAÑOS

Daños directos en la producción. El daño de *Diaphorina citri* es causado por las ninfas y adultos debido a que extraen grandes cantidades de savia de las hojas y pecíolos e inyectan toxinas, lo cual induce al enrollamiento de las mismas, impidiendo así el crecimiento normal de la planta (figura 14).

Diaphorina citri durante su alimentación extrae grandes cantidades de savia y produce abundante miel de rocío que cubre la superficie de la hoja y sirve de sustrato para el crecimiento de hongos productores de fumagina. Durante su alimentación tanto los adultos como sus estados inmaduros (ninfas) inyectan toxinas a la planta, las cuales detienen el crecimiento de los brotes y deforman las hojas.



Figura 14. Daños directos de *Diaphorina citri*.

Alemán *et al.*, 2007, mencionan que una sola ninfa alimentándose por menos de 24 horas es capaz de provocar una malformación de la hoja ya sea joven o madura. Con

frecuencia las infestaciones iniciales de *Diaphorina citri* son localizadas en determinados árboles cítricos. Los árboles maduros suelen tolerar los daños directos de la plaga, debido a que la pérdida de hojas es mínima si se le compara con relación al tamaño de su copa.

PLAN DE ACCIÓN

Para el manejo del HLB en el ámbito regional existen acciones básicas a desarrollar para estar en las mejores condiciones de hacerle frente a la enfermedad, una vez que ésta se presenta o incluso al estar ya en la región. El éxito de dicho manejo depende de la respuesta regional que como productores y sociedad en su conjunto realicen.

Un primer punto básico es la detección y eliminación de fuentes de inóculo, es decir, de plantas infectadas con la bacteria.

Para dicha actividad se requiere analizar el mayor número de plantas posible, entendiéndose como tal la totalidad de plantas sintomáticas y el mayor número posible de plantas asintomáticas, sobre todo cercanas a puntos de alto riesgo de contagio como lo son:

- Áreas donde se hayan localizado plantas sintomáticas.
- Áreas donde se hayan recolectado vectores catalogados mediante análisis molecular como positivos a la bacteria (infectivos).
- Plantaciones relativamente nuevas, sobretodo que hayan coincidido en tiempo su plantación con la presencia de la enfermedad en México.
- Áreas colindantes con estados o regiones donde se hayan localizado plantas positivas.
- Áreas cercanas a los puntos de entrada de turismo en el estado, donde se pudiera introducir plantas de cítricos de traspatio (ornamentales o para autoconsumo).

La detección de fuentes de inóculo sólo se puede dar mediante el análisis de muestras; entre mayor sea el número de muestras analizadas, mayor será la probabilidad de detectar a tiempo al patógeno.

El detectar a tiempo una fuente de inóculo permite disminuir el riesgo de que dicha fuente se convierta en un foco de infección activo de la enfermedad; lo anterior, no significa que eventualmente no sea un foco de infección para árboles sanos.

Si un productor de cítricos o un dueño de árboles de traspatio no eliminan las plantas enfermas con HLB, éstas representan un foco de infección permanente para todos los vecinos por la presencia de vectores.

La detección a tiempo de posibles fuentes de infección de la enfermedad permite reducir el ritmo de dispersión de la misma, lo que da la oportunidad de continuar por mayor tiempo la vida útil de la zona de producción citrícola del estado.

Por lo anterior, se sugiere el muestreo continuo de las huertas en busca de plantas con síntomas de HLB, al menos cuatro veces al año. En este muestreo se deberá poner énfasis a:

- Huertas con plantas jóvenes (4 a 10 años).
- Huertas aledañas a cuerpos de agua.
- Plantas de las orillas de las huertas.
- Huertas jóvenes que estén junto a huertas “viejas”.
- Huertas en áreas de alto riesgo a HLB.
- Huertas colindantes con áreas urbanas o poblaciones rurales adyacentes.
- Huertas colindantes con huertas con baja atención agronómica.
- Sí fuera el caso, huertas colindantes con huertas positivas a HLB.

En caso de encontrar árboles positivos a HLB o huertas positivas a HLB se deberá:

- Intensificar el muestreo para detección de HLB.
- Eliminar inmediatamente todos los árboles sintomáticos a HLB, incluyendo los árboles vecinos.
- Realizar un control estricto intensivo, extensivo y permanente del vector.
- En caso de confirmar la presencia de la enfermedad, se deberán realizar aspersiones totales de insecticidas, dirigidas al suelo y de productos sistémicos a la raíces.
- Seguimiento estricto para la eliminación de poblaciones del insecto vector.
- Alertar a huertas vecinas para que se intensifique el muestreo y el control hacia el HLB y el vector.
- Se sugiere la eliminación de la huerta cuando el número de plantas infectadas sea superior al 30%, por convertirse en un foco de infección regional.

La producción regional y uso de plantas certificadas libres de la enfermedad se convierte en una tarea indispensable, sobre todo si se piensa incrementar la superficie citrícola del estado. Si esta labor se realiza en el ámbito estatal se disminuye el riesgo de que dichas plantas en el tránsito hacia Sonora pudieran ser infectadas en su traslado.

La vigilancia e inspección en los Puntos de Verificación Interna del estado para evitar la entrada de plantas de cítricos no autorizados es otra tarea que disminuye el riesgo de la entrada de la bacteria.

Otra forma documentada de ingreso de la enfermedad es a través de psíidos infectivos (portadores de la bacteria), por lo

que es importante prestar atención y contar con protocolos de respuesta a eventos meteorológicos como huracanes (SENASICA, 2011). Al estar presente estos eventos meteorológicos en áreas con la presencia de la enfermedad, impactar posteriormente áreas libres del HLB se vuelve un factor crítico el control de la plaga en tiempo y forma, mediante aspersiones regionales generalizadas de insecticidas, tanto en huertas citrícolas como en las áreas urbanas y conurbadas, estas últimas con la aplicación a huertos de traspatio.

Finalmente, el manejo de las poblaciones del vector es fundamental para la sanidad de los huertos regionales. Lo anterior, ya sea con la presencia o no de la enfermedad.

Regiones como Florida en Estados Unidos o Brasil (Belasque *et al.*, 2010) han documentado que es factible producir cítricos aún con la presencia del HLB; siempre y cuando la cantidad de inóculo de la bacteria sea baja, representada por el menor número de árboles contaminados con el HLB y las poblaciones del vector sean muy bajas que impidan una dispersión eficiente de la bacteria entre árboles contaminados y libres de la enfermedad.

En este punto se vuelve crítica la respuesta hacia la presencia del vector. Si ésta se realiza regionalmente, en forma coordinada y en tiempo oportuno el inicio de la epidemia se puede retrasar hasta en un periodo de seis meses. Dicha acción se diluye si la respuesta es local o realizada por un número mínimo de citricultores.

También se ha documentado que no hay efecto en la posible reducción de inóculo cuando dicha actividad no se realiza en el ámbito regional. La eficacia de dicha actividad puede llegar hasta el 90% de la reducción del inóculo, todo depende del tipo de acción que se realice, en el ámbito regional, la magnitud de la misma y el tiempo en el que se realice.

El control local del vector no es suficiente para el control de HLB cuando hay fuentes externas de inóculo cercanas. Belasque *et al.*, 2010, mencionan que el control local del vector es muy eficiente en la reducción de la población de adultos, ninfas y huevecillos de psílido (de 80 a 95%), pero no reduce totalmente la infección del HLB, por la llegada constante de psílicos infectivos de otras áreas.

Mientras la enfermedad no se haga presente en Sonora el manejo de la enfermedad debe ser enfocado estratégicamente al manejo del vector. Y la atención al vector, *Diaphorina citri*, se debe realizar como si ya se tuviera el HLB en Sonora, a pesar de que para el presente año (2012) no se ha detectado la enfermedad en Sonora.

Manejo de áreas de transición

El manejo de poblaciones de *Diaphorina citri* obliga a contemplar áreas de transición. El estudio y control del HLB y su vector, *Diaphorina citri*, contempla la discusión del tetraedro epidemiológico que incluye a los cuatro elementos: patógeno (HLB), hospedantes (cítricos), ambiente y vector (*Diaphorina citri*). Basados en este concepto, es necesario definir los puntos donde se puede alterar o manejar dicho tetraedro. Para el caso de Sonora, lo más apropiado en este momento (2012) es suprimir las poblaciones del vector, para en caso de que se presente el HLB, sea más fácil su manejo.

Un área de transición bien definida y manejada es un punto muy importante para intervenir e impactar en forma determinante las poblaciones de la plaga; y por lo tanto, las migraciones de la misma hacia las áreas citrícolas a proteger lo que incluye el

posible traslado de la bacteria causante del HLB en adultos de *Diaphorina citri* infectivos.

No se trata de erradicar al insecto pues una vez que se elimine el factor de erradicación vuelve a restablecerse en la zona independientemente del esfuerzo realizado para obtener dicho fin. El objetivo es lograr suprimir las poblaciones a niveles muy manejables o cercanos a cero.

Al analizar los factores discutidos anteriormente, la delimitación de una zona donde la densidad de hospedantes sea más baja y esté establecida entre las zonas donde se quiera evitar el movimiento de la plaga, ya sea porque en una zona está presente la enfermedad y en la otra no, representa indudablemente un factor de éxito.

Para el caso del área citrícola del sur de Sonora, en su parte norte se tiene la presencia de una zona citrícola importante, como lo es la región de Guaymas, que tiene el inconveniente de estar enclavado en un puerto turístico y de ingreso de mercancías agropecuarias de importación, factor a considerar por la documentación de casos de entrada del HLB por medio del factor humano (SINAVEF, 2010). Mientras que en el sur de esta área citrícola se tiene el estado vecino de Sinaloa, donde ya se tienen registros del HLB.

Tal situación obliga a establecer dos áreas importantes de transición, en la parte norte en el área que está definida por ausencia de huertas comerciales y el menor número posible de áreas conurbadas como lo es el área de Guásimas, Sonora; mientras en la parte sur se establecería el área del Fuerte-Mayo, en el estado de Sonora, siendo lo ideal establecerla en el vecino estado de Sinaloa, posterior a la Sierra de San Miguel, por el significado biológico de dicha sierra como barrera natural en el manejo de las poblaciones de *Diaphorina citri*.

Para el caso del área citrícola de la Costa de Hermosillo, Sonora, existen tanto del lado norte como del lado sur grandes extensiones sin comunidades rurales que contengan árboles de cítricos de traspatio, lo que de manera natural hacen zonas de transición ideales para aislar al insecto en forma natural de las huertas comerciales.

En las áreas de transición se deberá establecer un programa de monitoreo y de supresión de la plaga, intensivo, extensivo y permanente, inicialmente mediante un programa de insecticidas sistémicos aplicados al suelo o directamente al árbol, y una vez suprimida la población un programa de monitoreo continuo indicará las veces que se tenga que reforzar el área mediante el control químico.

Las medias de captura de adultos en trampas amarillas deberán ser cercanas a cero, sin embargo, para la interpretación de la información se deberá considerar, la época del año, la posible etapa fenológica de los hospedantes de la plaga, así como la presencia de un posible evento meteorológico que pudiera ser vehículo para el traslado de adultos de *Diaphorina citri* del área de transición a huertas citrícolas.

MANEJO INTEGRADO DE *Diaphorina citri*

El objetivo del manejo integrado de *Diaphorina citri* es impactar la pendiente de crecimiento de sus poblaciones al realizar controles regionales ya sea en forma intensiva y extensiva o controlando focos de infestación. Ambas labores permiten disminuir su densidad de población a niveles que limiten la posible acción de dispersión de la enfermedad por parte de vector.

Para impactar las poblaciones de *Diaphorina citri*, se deben “atacar” los puntos de crecimiento más débiles de la

población, que normalmente ocurren en el invierno antes de la floración de sus hospedantes, al no existir material vegetativo para la oviposición y alimentación de los estados inmaduros de la plaga, de esta forma se “rompe” el ciclo del psílido al interrumpir las nuevas generaciones que se iban a desarrollar en los crecimientos vegetativos de sus hospedantes. Lo anterior, se logra en gran medida con una o varias aspersiones generalizadas de insecticidas realizadas en el ámbito regional que incluyen huertas comerciales y árboles de traspatio (ornato y/o autoconsumo).

El éxito de esta acción depende de que los adultos de *Diaphorina citri* no tengan oportunidad de refugiarse en hospedantes no tratados con insecticidas y puedan continuar su ciclo de vida, primero en hospedantes no tratados y posteriormente en los hospedantes que fueron tratados con insecticidas pero que al acabarse el poder residual de éstos, la plaga los pudo finalmente colonizar y crecer sus poblaciones en el ámbito regional.

Para contribuir a lo anterior, es necesario que la acción regional de las aspersiones generalizadas se realice tanto en el área citrícola, como en las áreas urbanas y conurbadas en las plantas de traspatio. Esta acción se deberá realizar en la mayoría de los árboles y en un periodo muy corto. Entre mayor sea el tiempo que se requiera para tratar los árboles, el desplazamiento de las poblaciones de *Diaphorina citri* entre las diferentes huertas y árboles será mayor y por lo tanto, menor la efectividad de esta acción.

Se ha documentado que el control regional del vector tiene un gran efecto en la incidencia y tasa de progreso del HLB. En caso de que la enfermedad esté presente si la acción contra *Diaphorina citri* es regional, la epidemia inicia más tarde y es más lenta. El control regional del vector reduce la

población de psílicos locales de 76 a 97%, aún en huertos abandonados (Belasque *et al.*, 2010).

El tipo de insecticidas a usar en las aplicaciones generalizadas va a depender de la organización regional para llevar a cabo esta medida.

El uso de insecticidas sistémicos aplicados al suelo da un periodo de protección bastante aceptable, que garantiza la efectividad de esta medida a pesar de que se pudiera prolongar el periodo de aspersión regional. En este sentido, se tendrá que realizar la aplicación de estos productos al menos 15 días antes de la fecha acordada para el inicio de la aplicación general, lo anterior, para dar tiempo a la absorción del tóxico a través del sistema vascular de la planta.

Es importante que los árboles tratados se mantengan con una humedad adecuada para que los productos puedan ser trasladados a los brotes donde la plaga se alimenta.

Si el periodo de aspersión generalizada en la región es corto, se pueden usar insecticidas de corto poder residual; en caso contrario, la aplicación de insecticidas cuya acción básicamente es de contacto carece de sentido y habría que implementar insecticidas de amplio poder residual.

El control regional del vector no sólo implica la o las aplicaciones generalizadas que se programen, sino también el manejo de focos de infestación detectados mediante el monitoreo del vector. Esta actividad se debe llevar a cabo todo el año en forma continua, ya que garantiza un menor uso de insecticidas al impactar los focos de infestación que a su vez reducen la población regional de *Diaphorina citri*.

En el caso de que la enfermedad esté presente, el impactar significativamente la densidad del insecto reduce las infecciones primarias del HLB, pero en todo caso, disminuye enormemente la posibilidad de desencadenar una epidemia

de la enfermedad; además, de que la dispersión de la enfermedad va a ser muy lenta, prolongando la vida útil de los cítricos.

El manejo de focos de infestación de *Diaphorina citri*, se deberá llevar a cabo mediante el muestreo de la totalidad de las huertas para conocer el estatus fitosanitario de las mismas. Lo anterior, da oportunidad de definir el umbral de acción que corresponde a las huertas como focos de infestación.

La probabilidad de que una huerta no muestreada se convierta en un peligro potencial para el resto de las huertas es demasiado alta, además, de que puede constituirse en un foco de infestación sin control o mal atendido.

Entre otras medidas, la sustitución de plantas de cítricos y de la planta ornamental conocida como murraya, limonaria, mirto o jazmín (*Murraya paniculata*) es una actividad que se debe impulsar y realizar en las zonas urbanas y conurbadas, por ser hospedantes tanto de *Diaphorina citri* como de la bacteria responsable del HLB, a reserva de que se tenga absoluto control sobre estas plagas.

En este sentido no es raro observar huertas de cítricos que presentan además plantas de diferentes especies y/o edades, a las que constituyen la huerta y que representan un probable foco de infestación de la plaga, por las diferencias de fenología, dadas por las distintas brotaciones, como consecuencia de tratarse de diferentes especies y/o tener diferente edad y/o diferente trato agronómico.

Por lo anterior, se recomienda la eliminación de estos cítricos atípicos en las proximidades de las huertas comerciales o en su caso, el absoluto control de las plagas presentes en ellos.

Las medidas sugeridas tanto para el manejo del HLB como de *Diaphorina citri* en el ámbito de huertas comerciales son válidas para el manejo de árboles de traspatio en zonas urbanas y conurbadas. Es decir, se deberá realizar el monitoreo adecuado y la eliminación en tiempo de focos de infección (HLB) o infestación (*Diaphorina citri*) que se presenten.

MUESTREO

Existen prioridades de muestreo que se deberán atender en caso de presentarse situaciones que limiten el muestreo, se deberá dar prioridad en los siguientes casos:

- Huertas en áreas de alto riesgo a HLB.
- Huertas con plantas jóvenes, menores a cinco años.
- Huertas en época de mayor brotación.
- Huertas con especies de abundante brotación como el caso de limón.
- Huertas colindantes con áreas urbanas o conurbadas.
- Huertas colindantes con huertas con baja atención agronómica.
- Si fuera el caso, huertas colindantes con huertas positivas a HLB.
- El área periférica de las huertas (anillado).
- Huertas expuestas a vientos fuertes por cuestiones geográficas.

Para el muestreo de *Diaphorina citri* existen básicamente dos tipos de muestreo; el muestreo directo mediante el golpeteo de ramas (figura 15) y el muestreo indirecto a través del uso de trampas pegajosas (figura 16).

El muestreo directo o golpeteo de ramas se basa en la técnica reportada por Qureshi y Stansly, 2007 que consiste en colocar una hoja de color blanco tamaño carta (8.5 x 11 pulgadas) dentro de una cubierta plástica y apoyada sobre una tabla de

acrílico o de madera misma que se coloca a 30 cm por debajo de la rama del árbol objeto del muestreo, la cual deberá ser de preferencia una rama en crecimiento vegetativo, misma que es golpeada o sacudida consecutivamente tres veces con un tubo de policloruro de vinilo (PVC) de 60 cm de longitud, de tal suerte que se logre tumbar sobre la hoja cubierta con plástico, los adultos de *Diaphorina citri* y otros insectos, permitiendo su conteo sin ningún problema.



Figura 15. Muestreo directo de *Diaphorina citri*



Figura 16. Captura de *Diaphorina citri* en trampa amarilla

El muestreo directo se deberá realizar en todas las huertas con el objetivo de detectar focos de infestación dentro de la huerta (árboles infestados) y focos de infestación dentro de la zona (huertas infestadas). En Sonora, por efecto de altas temperatura en verano las horas de muestreo están restringidas a realizar dicha actividad no después de las diez de la mañana, ya que la distribución vertical del insecto en el árbol cambia. Es importante también evitar los muestreos bajo condiciones de vientos fuertes.

El monitoreo directo usando transeptos en línea recta, en escuadra, en zigzag o recorridos semicirculares, permiten detectar la presencia de inmaduros de *Diaphorina citri* en brotes tiernos de 4 a 6 cm de longitud. Un tamaño de muestra compuesto de 10 árboles por predio tomando 10 brotes por árbol permite monitorear de manera rápida y con alto grado de precisión los daños (Robles-González *et al.*, 2010).

En el sur de Sonora el muestreo directo se lleva a cabo en diez puntos distribuidos en la periferia de cada lote donde se muestrean 10 árboles por punto de muestreo para un total de 100 puntos de muestreo; lo anterior, debido a que las infestaciones iniciales se ubican en la periferia de los lotes y debido a que la distribución de la plaga es en agregados, con un mayor número de puntos de muestreo se tiene mayor posibilidad de detectar foco de infestación a nivel campo, lo que ha arrojado muy buenos resultados.

El muestreo indirecto a través de trampas ha sido estudiado por Hall *et al.*, 2007, quienes sugieren el uso de trampas pegajosas de color amarillo o azul. Por otra parte, Arévalo *et al.*, 2011, indican que en cítricos las trampas pegajosas amarillas y verde-amarillas han sido probadas con éxito para el monitoreo de adultos de psílicos por muchos años, sin embargo, mencionan que se debe considerar para su implementación el tiempo que requiere su instalación y su

posterior levantamiento en campo para su traslado al laboratorio, para proceder a su revisión y conteo de psíldos a través de una lupa de aumento.

Hall *et al.*, 2007, mencionan que las trampas pegajosas capturan más psíldos que la técnica del golpeteo por el mayor tiempo que permanecen en campo, sin embargo, son más costosas (alrededor de un dólar cada una), y requieren aproximadamente 14 veces más tiempo su colocación, recolecta y lectura que la técnica de golpeteo. Experiencias locales con otras plagas como mosquita blanca han ilustrado perfectamente con esta técnica la distribución espacial de la plaga y su densidad poblacional en el ámbito regional, datos muy útiles al implementar una campaña regional contra esta plaga.

Para este fin se pueden utilizar trampas verdes del tipo ACP Trap (Alpha Scents™) cubiertas con adhesivo *No-mess Sticky Card™* por ambos lados y precortadas, o las trampas amarillas de Consep de México®, siendo estas últimas las más económicas. Las trampas pegajosas tradicionales de color amarillo que se usan en las campañas contra mosquita blanca y/o otras plagas también pueden usarse en el ámbito regional.

Las trampas elaboradas localmente por las Juntas Locales de Sanidad Vegetal resultan mucho más económicas que las trampas comerciales y han mostrado su eficacia en la captura de adultos de *Diaphorina citri*. Se sugiere usar un solo tipo de trampa para poder comparar los diferentes datos correspondientes a diferentes sitios de captura de *Diaphorina citri*.

Para el muestreo regional de *Diaphorina citri*, las trampas de preferencia se deben colocar en las plantas de las orillas de las huertas, a una altura de 1.5 m y a una distancia entre trampas no mayor a 200 m; si la huerta es pequeña, se puede instalar una trampa por cada punto cardinal.

Las trampas en el campo deberán permanecer en función por un periodo de una semana, para posteriormente proceder a la revisión de las mismas en búsqueda de capturas de adultos de *Diaphorina citri*. Una nueva trampa deberá ser colocada en el sitio donde fue recogida la trampa en mención para su sustitución.

Un periodo de captura mayor a la semana carece de importancia para la toma de decisiones sobre todo en verano por el corto periodo del ciclo de vida del insecto, además de que la trampa a la intemperie pierde algunas de sus características como: el color por efecto de la acción de los rayos UV; una menor superficie de atracción a insectos; menor captura por efecto de pérdida de pegamento por acción del polvo que se puede adherir a trampa, o el lavado de la misma por acción de la lluvia.

Para el muestreo directo se deberá definir el umbral de acción, el cual dependerá entre otras variables: si se encuentra o no presente la enfermedad, el cultivo hospedante, su edad, la etapa fenológica, la época del año, entre otros.

Para impactar poblaciones se deberá manejar el concepto de foco de infestación dinámico. Este se determina básicamente por huertas arriba de promedio regional de capturas. En experiencias previas, en campañas como mosquita blanca, paratrioza y la misma *Diaphorina citri*, se han manejado como casos de focos de infestación campos que han presentado infestaciones por arriba de la media regional, ya sea, un tercio el 50 o más del 100% con lo cual se ha logrado bajar la media regional. El criterio a partir del cual un punto se “etiqueta” como foco de infestación deberá ser definido por cada grupo técnico y dependerá del estatus fitosanitario de la zona.

CONTROL QUÍMICO

Ante la problemática que representa el HLB la supresión de las poblaciones de *Diaphorina citri* es incuestionable, por lo que dentro de la filosofía del Manejo Integrado de Plagas el control químico representa el principal elemento para impactar sus poblaciones, dado que está comprobado que entre menor sea la población de *Diaphorina citri*, menor será la posibilidad de una eventual transmisión de la enfermedad a través de su vector. Por otra parte, los daños directos por la plaga no serán de importancia económica, aspecto que en ocasiones queda de lado.

Si hay presencia regional del HLB los umbrales de acción deberán ser muy bajos, donde el uso de insecticidas deberá ser conformado por aplicaciones tanto de insecticidas sistémicos buscando el poder residual de estos, como de insecticidas de contacto para la eliminación de adultos y/o ninfas en el plazo inmediato. Obviamente, con la correspondiente eliminación de plantas con síntomas de la enfermedad.

Se sugiere la aspersión de productos de acción de contacto al identificar focos de infestación y dependiendo de la fuente de infestación hacia la parcela, usar productos de mayor poder residual, es decir, si las reinfestaciones son continuas, por tener un foco de infestación sin controlar, se sugiere productos de mayor poder residual o de acción sistémica.

La definición de cuáles productos aplicar contra la plaga tiene que ver en el ámbito nacional con la aplicación sólo de productos plaguicidas con registro vigente autorizados para su uso en el cultivo y para la plaga en cuestión ante la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios, (COFEPRIS) y de los productos insecticidas autorizados para dicho fin en el país de importación de los frutos, si fuera el caso.

La definición de cuáles insecticidas usar se deberá realizar por áreas agrícolas tratando de retrasar el problema de resistencia, es decir, que los productos “pierdan” su efectividad biológica. Por lo anterior, se deberá organizar los productos evaluados como efectivos de acuerdo al grupo toxicológico en el que se ubiquen; además, de considerar aspectos como estudios de resistencia, respuesta de los principales organismos benéficos, y su datos de efectividad diferencial a la plaga, así como aspectos de residualidad.

Especial atención merecen las restricciones que pudieran tener dichos productos debido a los límites que marcan en días a cosecha o restricciones por fenología del cultivo como lo es la etapa crítica de floración, entre otros.

Control químico en huertos orgánicos

Dentro de los insecticidas biológicos existen diferentes alternativas como aceites refinados, extractos vegetales y jabones, de donde se pueden seleccionar los que se ajusten a las necesidades de cada caso, siendo estas opciones principalmente para áreas orgánicas como la de la Costa de Hermosillo, Sonora.

Fontes *et al.*, 2011 reportan que en la Costa de Hermosillo, Sonora alrededor del 80% de los huertos de cítricos son de producción orgánica, lo cual representa un desafío para mantenerlos “libres” de plagas, especialmente de *Diaphorina citri*. Por ello, para prevenir el contagio con HLB en huertos de cítricos orgánicos, se debe implementar un plan agresivo de control en toda la zona de producción. Desafortunadamente, los plaguicidas orgánicos son de baja residualidad y difícilmente controlan altas poblaciones de plaga, por lo que en caso de detectarse el HLB en la región, se tendrán que aplicar plaguicidas convencionales y se perderá la condición orgánica.

Así mismo, debido a que la denominación orgánica implica el uso exclusivo de productos orgánicos certificados, las opciones de plaguicidas se reducen enormemente.

Fontes *et al.*, 2011, mencionan productos que pueden utilizarse para el control regional de *Diaphorina citri* los cuales están aceptados por OMRI y Bioagricert para producción orgánica (en algunos casos será necesario llevar a cabo ajustes en la dosificación para árboles frutales). Dichos productos son: piretrinas; tetranortriterpenoides como la azadiractina; jabones agrícolas como sales potásicas de ácidos grasos; aceites como derivados del petróleo; aceites minerales; alcaloides diversos como argemonia, berberina, ricinina; arcillas-silicatos como caolín; y hongos entomopatógenos como *Paecilomyces*, *Beauveria* y *Verticillium*.

Control químico en huertos convencionales

Compilaciones importantes en cuanto a la respuesta biológica a insecticidas de *Diaphorina citri* en México, son reportadas por Sandoval *et al.*, 2010 y Arroyo *et al.*, 2010, entre otros.

Martínez-Carrillo 2011 y 2012 (comunicación personal) menciona varios insecticidas que considera eficientes para el control de *Diaphorina citri*, entre los que destacan: imidacloprid, thiametoxam y thiacloprid (neonicotinoides), aldicarb y carbosulfán (carbamatos); clorpirifos, dimetoato y fosmet (organofosforados); ciflutrin, fenpropatrin y zeta-cipermetrina (piretroides); y piriproxifen y buprofezin (reguladores del crecimiento de los insectos).

Respuesta biológica de *Diaphorina citri* a insecticidas

Dentro de los insecticidas convencionales se ha registrado una respuesta diferencial a los estados biológicos de la plaga.

La información local indica que para el caso de adultos se han alcanzado porcentajes de mortalidad cercanos al 100% cuando la plaga fue tratada con insecticidas como clorpirifós, clotianidin, dimetoato, dinotefurán, endosulfán, thiametoxam, imidacloprid el porcentaje reportado es cercano al 90%; mientras que insecticidas como spirotetramat y pymetrozine no fueron eficaces contra los adultos de la plaga. Dicha información muestra que la mayoría de los productos son altamente efectivos contra adultos de la plaga.

Sin embargo, la mortalidad inicial es sólo un componente dentro de la táctica del control químico, ya que otros aspectos como la residualidad de los productos juegan un papel importante. Al respecto, Pacheco 2012b, realizó una investigación para conocer el comportamiento de la población de adultos de la plaga al efecto residual de varias alternativas químicas de control. Los resultados indican que las poblaciones de *Diaphorina citri* tratadas con lambdacihalotrina, zeta-cipermetrina y dimetoato registraron, de inicio, mortalidades superiores al 99%. Lambdacihalotrina mostró una residualidad de hasta una semana, mientras que la residualidad de dimetoato fue mínima comparada con los piretroides.

Por otra parte, endosulfán a pesar de que puede ofrecer una adecuada mortalidad inicial en los adultos, no presentó ningún efecto residual. Insecticidas como imidacloprid y tiametoxan muestran residualidades importantes mayores a tres semanas en términos de protección contra la plaga.

Pacheco 2012a, indicó que en evaluaciones realizadas en el sur de Sonora en poblaciones de ninfas de cuarto y quinto instar de *Diaphorina citri* tratadas con: clorpirifós, dimetoato, clorpirifós, clotianidin, dinotefurán, thiametoxan, endosulfán, imidacloprid, lambdacihalotrina, imidacloprid, zeta-

cipermetrina, endosulfán, y lambdacihalotrina registraron mortalidades superiores al 85%. Por otra parte, las poblaciones tratadas con: pymetrozine y spirotetramat a las dosis evaluadas no presentaron efecto tóxico por contacto o efecto fumigante sobre la población antes mencionada.

Respuesta biológica de depredadores de *Diaphorina citri* insecticidas

En evaluaciones realizadas en el sur de Sonora sobre el impacto del control químico en fauna benéfica, se ha generado información sobre todo para el caso de *Chrysoperla carnea* en la cual los efectos de: clorpirifós, clotianidin, dinotefurán, imidacloprid y thiametoxam muestran una mortalidad del 100% sobre los adultos de esta especie. Para el caso de zeta-cipermetrina, dimetoato y lambdacihalotrina la mortalidad registrada fue del 76, 52 y 45%, respectivamente, afectando de forma importante las poblaciones de adultos del depredador.

Fueron tres los insecticidas reportados con un bajo impacto para adultos de *Chrysoperla carnea*: spirotetramat, endosulfán, y pymetrozine, por lo que dichos productos pueden ofrecer cierta seguridad en su uso para el control de plagas sin afectar de manera significativa la fauna benéfica.

Evaluaciones realizadas para ver el impacto indirecto de insecticidas contra adultos de *Chrysoperla comanche*, en el ámbito regional presentan registros de mortalidad superiores a 95% correspondientes a los tratamientos: zeta-cipermetrina, clorpirifós, clotianidin, dinotefurán, thiametoxam e imidacloprid. Tratamientos a base de lambdacihalotrina y dimetoato fueron menos agresivos contra esta especie sin

embargo, presentaron una mortalidad superior al 73%. Al igual que en la especie anterior, los insecticidas correspondientes al spirotetramat, pymetrozine y endosulfán, registraron mortalidades inferiores al 10%.

Al igual que para *Chrysoperla carnea* los insecticidas que ocasionaron una menor mortalidad fueron pymetrozine y endosulfán. En general, los adultos son mucho menos tolerantes a los insecticidas que los estados inmaduros. Por otra parte, la información muestra una respuesta diferencial a favor de *Chrysoperla comanche* registrándose como una especie más tolerante a los insecticidas evaluados.

Así mismo, se han realizado los primeros ensayos regionales correspondientes a conocer información relativa a la residualidad de los insecticidas a estos depredadores. Es importante mencionar que la información disponible sobre este aspecto es prácticamente nula.

Datos correspondientes al insecticida zeta-cipermetrina muestran una alta mortalidad inicial de las poblaciones de adultos *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida* en su respuesta a la acción de este insecticida, con mortalidades del 100, 100 y 78% para *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla comanche* y *Ceraeochrysa valida*. La acción residual del insecticida se prolongó hasta dos semanas en el caso de las dos primeras especies variando su mortalidad en rangos del 91 al 40%; sin embargo, para el caso de *Ceraeochrysa valida* el efecto residual del insecticida fue prácticamente mínimo al alcanzar, en el peor de los casos, una mortalidad del 58% a las 48 horas después de asperjado el producto. En días posteriores la mortalidad bajo a menos del 20%.

Para el caso del insecticida piretroide lambdacihalotrina la residualidad disminuyó en forma importante –por abajo del 50%- a partir de la mortalidad inicial, siendo prácticamente

nula la mortalidad a los cinco días después de evaluados los productos.

Para el caso del insecticida organofosforado clorpirifós, la residualidad fue importante en el caso de *Chrysoperla carnea* registrándose mortalidades alrededor del 70% en los primeros cinco días de evaluación; lo que contrasta con los registros obtenidos para el caso de *Chrysoperla comanche* donde la mortalidad fue menor al 30% a los tres días después de la evaluación. Mientras que en el caso de *Ceraeochrysa valida* sólo se presentó una mortalidad inicial del 100%, sin embargo, 24 horas después de la evaluación la mortalidad registrada en esta especie fue menor del 20%.

Para el caso del insecticida dimetoato, *Chrysoperla carnea* mostró una respuesta diferente en comparación de *Chrysoperla comanche* ya que la mortalidad no se prolongó más de tres días por arriba del 40%, siendo ligeramente superior la residualidad de este insecticida en *Chrysoperla comanche*, sin embargo, presentó una mortalidad inicial inferior del 70%. Para el caso de *Ceraeochrysa valida*, el insecticida dimetoato ocasionó la menor mortalidad inicial ocasionando una mortalidad del 25% a los tres días después de asperjado el insecticida.

El insecticida organoclorado endosulfán fue el que menor efecto tóxico mostró sobre las tres especies evaluadas. Las mortalidades iniciales sólo superaron ligeramente el 30% para el caso de la especie *Chrysoperla carnea*, siendo la mortalidad a los dos días después de la evaluación del 10%. La mortalidad inicial para *Chrysoperla comanche* fue del 26% terminando en un 5% en el mismo periodo que *Chrysoperla carnea*. Como en los casos anteriores, *Chrysoperla comanche* sólo presentó una mortalidad inicial del 8%, no registrándose efecto residual de endosulfán para esta especie.

Con dicha información se ve claramente una respuesta diferencial a la efectividad biológica de los insecticidas, pudiéndose catalogar a *Ceraeochrysa valida* como una especie mucho más tolerante a los productos que se han evaluado en el sur de Sonora, por lo que representa una alternativa para armonizar el control químico con el control biológico.

Por otra parte, es bien sabido que existe una respuesta diferencial de los estados biológicos de todos los insectos a los insecticidas, siendo más tolerantes los estados inmaduros que los adultos. Esta información es básica al momento de seleccionar un insecticida para una aspersión en campo, pues una vez conocida como está conformada la población total de insectos que incluyen plagas, depredadores y parasitoides así como sus estados inmaduros se pueden tener más elementos para la toma de decisión.

En el sur de Sonora se realizaron evaluaciones para conocer la respuesta de larvas de *Chrysoperla carnea* a los tratamientos: clorpirifós, clotianidin, dinotefurán, thiametoxam, dimetoato, imidacloprid, lambdacihalotrina, zeta-cipermetrina, endosulfán, spirotetramat y pymetrozine. Los registros de mortalidad obtenidos muestran valores de: 90, 83, 73, 65, 48, 42, 32, 28, 20, 8 y 5%, respectivamente.

Mientras que para el caso de *Chrysoperla comanche*, los registros de mortalidad correspondientes a los tratamientos: clorpirifós, dinotefurán, clotianidin, thiametoxam, imidacloprid, dimetoato, lambdacihalotrina, zeta-cipermetrina, endosulfán, spirotetramat y pymetrozine arrojaron valores de 80, 77, 75, 57, 50, 43, 33, 30, 10, 10, y 8%, respectivamente. Para estos casos se confirma que, las larvas son más resistentes que los adultos.

PROPUESTA DE MANEJO DE INSECTICIDAS

La definición de cuáles grupos de insecticidas se deberán usar en el ámbito regional y sus rotaciones o propuestas de manejo corresponde exclusivamente al grupo técnico fitosanitario de cada una de las áreas cítricas. Se sugiere que si se deciden aspersiones generalizadas para impactar las pendientes de crecimiento se usen productos adulticidas con mortalidades superiores al 95%. La residualidad de los mismos dependerá de que tanto se logre compactar el periodo de aplicación regional.

Se sugiere no repetir el grupo toxicológico de insecticidas usado en las aspersiones generalizadas, en las aspersiones particulares realizadas en huertas donde se haya documentado un foco de infestación de la plaga.

Para la definición de cuáles insecticida usar para impactar un foco de infestación en particular, se sugiere evaluar la condición específica de cada caso, para lo cual los principales elementos a considerar son:

- Presencia o ausencia del HLB en la región o huerta.
- Destino final de la cosecha.
- Etapa fenológica del cítrico.
- Días a cosecha.
- Nivel de infestación.
- Fauna benéfica presente-ausente.
- Nivel de parasitismo de *Diaphorina citri*.
- Cercanía de un posible foco de infestación de *Diaphorina citri*.
- Presencia de otras plagas comunes.
- Cercanía del periodo generalizado de la(s) aspersión(es) regional(es).
- Historial de reinfestaciones de la plaga en la huerta en particular.
- Especie de cítrico a asperjar.

- Compatibilidad con otros productos asperjados o por asperjar en la huerta, como azufre, fungicidas, entre otros.

Así mismo, es importante rotar los insecticidas por grupos toxicológicos de tal suerte de no repetir ningún grupo en aspersiones subsiguientes, tratando de distanciar al máximo en tiempo los insecticidas usados.

Huertos cítricos orgánicos.

Para el caso de áreas orgánicas como la de la Costa de Hermosillo, Sonora son dos puntos importantes a considerar para impactar la pendiente de crecimiento de *Diaphorina citri*, el periodo de invierno comprendido entre diciembre y enero y el periodo de verano entre los meses de agosto y septiembre (Fontes *et al.*, 2011).

La definición de cuáles grupos de insecticidas se deberán usar en el ámbito regional corresponde exclusivamente al grupo técnico fitosanitario de dicha área, sugiriéndose que para esos casos se usen los productos más agresivos que puedan impactar la plaga.

Es importante considerar que en el momento en que la enfermedad se haga presente en el área, se deberá considerar la discusión de la pérdida de la categoría de producción orgánica con el fin de poder usar insecticidas orgánicos convencionales mucho más tóxicos a la plaga y que puedan suprimir a ésta en el ámbito regional.

Huertos cítricos convencionales.

Una vez identificados los puntos vulnerables de *Diaphorina citri* en los cuales se puede impactar la pendiente de crecimiento para evitar la colonización de estados inmaduros en sus

hospedantes, se sugiere reducir al máximo el periodo generalizado de aspersión de insecticidas. Se sugiere el uso de insecticidas adulticidas con mortalidades superiores al 95%. La residualidad de los productos a usar dependerá de que tanto se logre compactar el periodo de aplicación regional y de la cercanía de posibles fuentes de infestación, entre otros factores.

Para la definición de cuáles productos se deben usar en el control de focos de infestación son válidos los parámetros discutidos anteriormente.

TÉCNICAS DE APLICACIÓN

Si el producto no es puesto en contacto con su población objetivo, en este caso *Diaphorina citri*, se vuelve irrelevante la eficacia, eficiencia y residualidad del mismo contra esta plaga, por lo que se sugiere.

- Ajustar el pH del agua a las características del producto a asperjar.
- Usar el volumen de agua que permita hacer una cobertura adecuada del árbol a tratar.
- Calibración adecuada del equipo de aspersión a usar, ya sea en aplicaciones aéreas o terrestres.
- Usar de preferencia equipos nebulizadores, seguidos de aspersiones terrestres y dejar como última opción las aspersiones aéreas, sólo en caso sumamente imprescindible.
- La aplicación de insecticidas sistémicos deberá hacerse considerando el tiempo que requiere el insecticida para trasladarse al lugar donde se va a presentar la plaga. La aplicación de insecticidas sistémicos, ya sea al suelo o al tallo (tronco) deberá hacerse siempre y cuando se asegure una humedad adecuada en la huerta para que el producto se pueda traslocar al lugar donde va a hacer su efecto biológico.
- En el caso de entomopatógenos, se sugiere realizar la aplicación con humedades relativas mayores del 80%.

LITERATURA CITADA

- Abbott CE. 1935. Blossom-bud differentiation in citrus trees. Amer. J. Bot. 22: 476-485.
- Alemán J, H Baños y J Ravelo. 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: Una combinación destructiva para la producción citrícola. Revista de Protección Vegetal. Vol 22 Num. 3 Versión On-line ISSN 2247-0149.
- Altamirano DM, CI Gonzales y RC Viñas, 1977. Analysis of the Devastation of Leaf-Mottling (Greening) Disease of Citrus and Its Control Program in the Philippines. Proc. 7th IOCV. Conference, www.ivia.es/iocv/archivos/proceedingsVII/7th022_026.pdf.
- Arevalo HA, JA Qureshi and PA Stansly. 2011. Sampling for Asian Citrus Psyllid (ACP) in Florida citrus groves. ENY-857. Series of the Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extensión Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Arroyo-López, JI, U Díaz-Zorrilla, LM Hernández-Fuentes, E Cortez-Mondaca, HM Robles-González, JA Villanueva-Jiménez, H Cabrera-Mireles, J Loquera-Gallardo, A Fu-Castillo, S Varela-Fuentes, J Jasso Argumedo y S Curti-Díaz. 2010. Control Químico del Psílido Asiático de los Cítricos en México: Selección de Insecticidas y Épocas de Aplicación. Primer Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. pp. 449-461.

- Bassanezi RB, Lopes SA, Belasque Jr. J, Spósito MB, Yamamoto PT, Miranda MP, Teixeira DC, Wulff NA. 2010. Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. *Citrus Res. & Tech. Cordeirópolis* 31:11-23.
- Belasque J, RB Bassanezi, AJ Yamamoto, A Tachibana, AR Violante, A Tank Jr, F Di Giorgi, FEA Tersi, GM Menezes, J Dragone, RH Jank Jr and JM Bové. 2010. Huanglongbing management in Brasil. *Journal of Plant Pathology* 92(2):285-302.
- Bové JM. 2006. Huanglongbing: A Destructive, Newly-Emerging, Century-Old Disease of Citrus. *J. Plant Pathol.* 88(1):7-37.
- Brlansky RH, Rogers ME. 2007. Citrus Huanglongbing: Understanding the Vector-Pathogen Interaction for Disease Management. Online APSnet Features doi:10.1094/APSnetFeatures-2007-1207.
- Cassin, J, J Bourdeaut, A Fogue, V Furon, JP Gaillard, J LeBourdelles, G Montagut, and C. Moreuil. 1969. The influence of climate upon blooming of citrus in tropical areas. *Proc. 1st Intl. Citrus Simposio* 1:315-323.
- Chaikiattiyos S, Menzel CM, Rasmussen TS. 1994. Floral induction in tropical fruit trees effects of temperature y water supply. *J. Hort. Sci.* 69:397-415.
- Contreras SC. 2009. Conexión climática del fenómeno de “El Niño” con la plaga de la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker) localizada en el estado de Yucatán y la Huasteca Potosina. *SME. Entomología Mexicana.* Vol. 8:347-351.
- Cortez-Mondaca E, López-Arroyo JI, Rodríguez-Ruíz L, Paola Partida LM, Pérez-Márquez J y VM 2011. González Calderón. Capacidad de depredación de

especies de Chrysopidae asociadas A *Diaphorina citri* kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México. 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. INIFAP, Chapingo, Mex.

Davenport TL. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12:349-408.

Davis JM, Mondal SN, Chen H, Rogers ME, Brlansky RH. 2008. Co-cultivation of "*Candidatus* Liberibacter asiaticus" with actinobacteria from citrus with Huanglongbing. Plant Dis. 92(11):1547-1550.

Duan YP, LJ Zhou, DG Hall, WB Li, H Doddapaneni, H Lin, L Liu, CM Vahling, DW Gabriel and KP Williams. 2009. Complete Genome Sequence of Citrus Huanglongbing Bacterium, '*Candidatus* Liberibacter asiaticus' Obtained Through Metagenomics. MPMI 22(8):1011-1020.

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

FAO. 2010. Statistical Yearboob <http://www.fao.org/corp/statistics/es/> (consultada junio, 2011).

Flores R, MM Robles, JJ Velásquez y MA Manzanilla. 2010. Situación Actual del Huanglongbing (HLB) en Limón Mexicano bajo las condiciones Agroecológicas de Colima. VI Simposio Internacional Citrícola. Tecomán, Colima, México. 20p.

Fontes Puebla AA, AA Fu Castillo, JI López Arroyo, W Verdugo Zamorano y JJ Pacheco Covarrubias. 2011. Control del insecto *Diaphorina citri*, vector de la enfermedad Huanglongbing (HLB), en huertos de cítricos orgánicos. Desplegable técnica No. 24. INIFAP-Campo Experimental Costa de Hermosillo.

- Galindo-Mendoza MG, E Ibara-Zapata, F Mata-Cuellar, RM González-Rodríguez, C Aldama-Aguilera y A Nuñez-Gonzali. 2011. Análisis Post Mortem de Introducción y Dispersión de HLB en México. In: 2º Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Montecillo Méx. P. 54.
- García-Luis A, F Fornes and JL Guardiola. 1995. Leaf carbohydrates and flower formation in Citrus . J. Amer. Soc. Hort. Ciencia. 120:222-227.
- García-Luis A, M Kanduser, P Santamarina and JL Guardiola. 1992. Bajo temperature influence on flowering in Citrus. The separation of inductive and bud dormancy releasing effects. Physiol. Planta. 86:648-652.
- Gómez-Torres ML, Nava DE and JR Postalí Parra. 2008. Life Table of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) at Different Temperaturas. Journal of Economic Entomology 105(2):338-343.
- González C, M Gómez, M Fernández, D Hernández, JL Tapia and L Batista. 2003. *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) Behavior and natural enemies in Cuban citriculture. Programs and Abstracts of the 17th IOCV, Adana, Turkey: 180.
- Gottwald TR, Da Graça JV and RB Bassanezi. 2007. Citrus Huanglongbing: The Pathogen and its Impact. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.
- Gottwald TR. 2010. Current Epidemiological Understanding of Citrus Huanglongbing. Annu. Rev. Phytopathol. 48:119-139.

- Guardiola JL. 1997. Overview of flower bud induction, flowering and fruit set. In: SH Futch and WK Kender (eds.). Citrus flowering and fruit short. Citrus Res. Educ. Ctr., Lake Alfred, Fla. pág. 5-21.
- Halbert SE and L Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomol. 87: 330-353.
- Hall DG, G Matthew, Hentz and A Matthew. 2007. A comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in Citrus. Florida Entomologist 90(2):327-334.
- Hall, D. 2008. Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. 1er Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos y el psílido asiático de los cítricos, Hermosillo, Sonora, México.
- Iglesias D.J., M. Cercós, J. M. Colmenero-Flores, M. A. Naranjo, G. Ríos, E. Carrera, O. Ruiz-Rivero, I. Lliso, R. Morillon, F. R. Tadeo, y M. Talon. 2007. Physiology of citrus fruiting. Braz. J. Plant Physiol. 19(4):333-362.
- Ichinose, K., Tuan, D.H., Chau, N.M., Dien, L.Q., Bang, D.V. 2005. Invasion of citrus psyllids in rehabilitated orchards and its probability decreased with distance of the new orchard from adjacent long-established. Jircas Research Divisions, Annual Report pp. 66-67.
- Liu YH and JH Tsai. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Ann. Applied Biol. 137:210-216.
- Mara H. y M Peyrou. 2010. La citricultura de Argentina y Uruguay puede escapar a la amenaza del HLB.

Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable. Departamento de Biología Molecular. Informe Ejecutivo de Consultoría. In www.iibce.edu.uy/DIVULGACION/HLB.pdf consultado mayo 31 de 2012.

- Martínez, A.L., Wallace, J.M. 1968. Studies on leaf-mottle-yellows disease in the Philippines. In: Proceedings of 4th Conference IOCV, University Florida Press Gainesville, 167-176.
- Mayorga Castañeda FJ. 2010. Acuerdo por el que se dan a conocer las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control del Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter* spp.) y su vector. Diario Oficial de la Federación. México. 16 de agosto de 2010.
- Mead FW. 2007. Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta:Hemiptera: Psyllidae). University of Florida. IFAS Extensión. EENY-033.
- Medina UVM. 2007. Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. Revista Fitotecnia Mexicana 30(2):133-143.
- Monselise SP and AH Halevy. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. Proc. Amer. Soc. Hort. Ciencia. 84:141-146.
- Moss GI. 1973. The influence of temperature during flower development on the subsequent fruit-set of sweet orange (*Citrus sinensis*) 'Washington Navel. Hort. Res. 13:65-73.
- Nir I, R Goren and B Leshem. 1972. Effects of water stress, gibberellic acid, 2-chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC) on flower differentiation in 'Eureka' lemon trees. J. Am. Soc. Hort. Sci. 97:774-778.

- Pacheco CJJ. 2012a. Efectividad biológica de insecticidas contra ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) en el Valle del Yaqui, Son. Entomología Mexicana. Vol 11: 557-561.
- Pacheco CJJ. 2012b. Respuesta biológica de la población de adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) a la residualidad de insecticidas en el Valle del Yaqui, Son. Entomología Mexicana. Vol 11: 562-566.
- Pacheco-Covarrubias JJ y JA Samaniego-Russo. 2011. Respuesta diferencial de especies de cítricos a la infestación natural de poblaciones de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), en el sur de Sonora. México. Entomología Mexicana. Vol 10; 544-548.
- Qureshi JA and PA Stansly. 2007. Integrated approaches for managing the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Florida. Proceeding of the Florida State Horticultural Society. 120:110-115.
- Reuther W, EM Nauer, and L Summers. 1973. Effects of seasonal temperature regimes on development and maturation of citrus fruits. Proc. International. Soc. Citricult. 3:63-71.
- Robles-González MM, JJ Velázquez-Monreal, M Orozco-Santos, MA Manzanilla-Ramírez MA, R Flores-Virgen, H Arredondo-Bernal, AB Archila-Marroquín, MC Núñez-Camargo, M BarbaReynoso, JG Reyes-Martínez y JI Rodríguez-Acevedo. 2010. Bioecología del Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en limón mexicano en Colima. Memorias del VI Congreso Internacional Citrícola. Tecomán Colima. pp. 31-72.
- Rogers ME, PA Stansly and LL Stelinski. 2009. Florida Citrus Pest Management Guide: Asian Citrus Psyllid and

- Citrus Leafminer. U. of Florida. IFAS Extensión ENY-734.
- Roistacher CN. 1996. The economics of living with citrus diseases: huanglongbing (greening) in Thailand. Proc. 13th Conf. Intl. Org. Citrus Virol. IOCV Univ. Calif. Riverside, CA. 279-285.
- SAGARPA. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350.
- Salcedo D, R Hinojosa, G Mora, I Covarrubias, F DePaolis, C Cíntora y S Mora. 2010. Evaluación del impacto económico de Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. IICA. Oficina del IICA en México. México, D.F. En línea: <http://portal.hlbcolima.org/descargas/item/59-cadena-citricola-mexicana.html>.
- Sandoval-Rincón JA, SA Curti-Díaz, UA Díaz-Zorrilla, V M Medina-Urrutia y M Robles-González. 2010. Alternativas para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama). VI Simposio Internacional Citrícola. Tecomán-Colima.
- SENASICA. 2011. Boletín Epidemiológico HLB y *Diaphorina citri*, junio 2011. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección de Regulación Fitosanitaria. México, D.F.
- SENASICA. 2012a. Comunicado, Notificaciones y Noticias sobre HLB y su Vector. Consultado el: 23/01/2012. En: <http://www.senasica.gob.mx/?id=2505>.
- SENASICA. 2012b. Huanglongbing. Consultado el: 23/01/2012. En: <http://www.senasica.gob.mx/?id=1013>.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Anuario estadístico de la producción pesquera.

SINAVEF. 2010. Reporte Epidemiológico Huanglongbing (HLB). Febrero de 2010. SENASICA. San Luis Potosí, SLP.

SINAVEF. 2011. Boletín climático fitosanitario nacional. [online] disponible en <http://portal.sinavef.gob.mx/climatologia.html> (Consultado el 19 de junio de 2011).

Southwick SM y TL Davenport. 1986. Characterization of water stress y low temperature effects on flower induction in Citrus. *Plant Physiol.* 81:26-29.

Teixeira DC, AJ Ayres, EW Kitajima, FAO Tanaka, JL Danet, S Eveillard, C Saillard, JM Bové. 2005. First report of a Huanglongbing-like disease of citrus in Sao Paulo State, Brazil and its association of a new *Liberibacter* species, "*Candidatus Liberibacter americanus*", with the disease. *Plant Dis.* 89:107.

Torres MG y RP Parra. 2008. Bioecology of *Diaphorina citri* and *Tamarixia radiata*: zoning for citrus groves of the State of Sao Paulo. *In* Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, Orlando Florida, December 2008. pp 311.

Valiente JI and G Albrigo. 2004. Flower bud induction of sweet orange trees (*Citrus sinensis* L. (Osbeck)). Effect of low temperatures, crop load and bud age. *J Amer. Soc Hort. Sci* 129(2):158-164. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fenolog%C3%ADa>.

Xueyuan Zhao, 2010. Background, current situation and management of the HLB and its vector in China. 2do Taller Internacional sobre HLB, Mérida, México.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo otorgado para la realización de los trabajos experimentales cuya información está vertida en esta publicación al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora A.C., y a Fundación Produce Sonora A.C.

Así mismo, al Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sonora y a las Juntas Locales de Sanidad Vegetal del Valle del Yaqui, Valle del Mayo y Huatabampo, quienes hacen posible la impresión de esta publicación.

A los integrantes del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora, de las Juntas Locales de Sanidad Vegetal del sur de Sonora, así como del Grupo Técnico Fitosanitario Sur de Sonora, por compartir su experiencia y conocimiento en torno a este tema.

Finalmente, al Ing. MT Pedro Luis Robles García sus atinadas sugerencias para las correcciones de esta publicación.

**TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL
PSÍLIDO *Diaphorina citri* Kuwayama (HEMIPTERA:
PSYLLIDAE) EN CÍTRICOS EN SONORA**

La presente publicación se terminó de imprimir el
mes de julio de 2012 en los talleres gráficos FVS,
Chihuahua No. 140 norte, Zona Norte, Cd. Obregón, Sonora.
Tel / Fax (644) 414 35-90 y 414 99-44

Su tiraje fue de 500 ejemplares.