

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Manejo de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en cítricos de Baja California Sur, México.

POR:

PAUL RICKY ORTIZ MEJIAZ

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**MONOGRAFIA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:

M.C. Sergio Hernández Rodríguez

VOCAL:

M.C. Javier López Hernández

VOCAL:

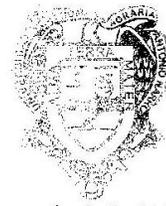
Dr. Aldo I. Ortega Morales

VOCAL SUPLENTE:

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



**División de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Manejo de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en cítricos de Baja California Sur, México.

POR:

PAUL RICKY ORTIZ MEJIAZ

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:

M.C. Sergio Hernández Rodríguez

ASESOR:

M.C. Javier López Hernández

ASESOR:

Dr. Aldo I. Ortega Morales

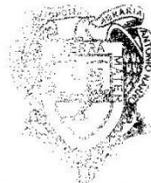
VOCAL SUPLENTE:

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE

CARRERAS AGRONÓMICAS

Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



División de la Misión de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2013

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**: por brindarme la oportunidad de nacer, por ser mí guía, por permitir enfrentarme a los obstáculos con la fortaleza, la salud y la sabiduría necesaria para alcanzar mis metas y propósitos: Porque en cada caída siempre está presente para levantarme y seguir adelante.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por darme la oportunidad de formarme como profesionista y crecer intelectualmente dentro de sus instalaciones; por abrirme sus puertas para estudiar y por ser una Universidad que lleva en alto las ideologías de su fundador Don Antonio Narro por ello agradezco infinitamente a mi “Alma Terra Mater”.

Al **M.C. Sergio Hernández Rodríguez**, por su amistad e instruirme y darme la oportunidad para realizar esta monografía.

Al **Dr. Aldo I. Ortega Morales**, por su amistad, por su gran apoyo en la elaboración de esta monografía.

Al **Ing. Ignacio Sánchez Navarro**, por instruirme y apoyarme en la elaboración de este trabajo y por formar parte de su equipo (JLSV los Cabos).

Al **Ing. Ramón Galaviz Irazoqui**, por su amistad y por su grato apoyo en la elaboración de esta monografía y por formar parte de su equipo (CESAVE B.C.S.).

Mis más sinceros agradecimientos **atodo el personal académico del Departamento de Parasitología**, por todas sus atenciones brindadas, por compartir sus conocimientos y por darme las herramientas necesarias para desempeñarme en el ámbito profesional.

A **mis compañeros de trabajo, Enrique, Nacho, Jesús, Nora, Viridiana y otros de Sanidad Vegetal**, por sus consejos y enseñanzas.

A **mis amigos Ramón, Oscar, Abel, Elida, Fidel, Félix, Adelfo, Sarai, Antonio y otros Parasitólogos y otros amigos de la Universidad** por brindarme su apoyo incondicional cuando más los necesite, por sus sabios consejos y palabras de aliento.

DEDICATORIAS

A mis honorables padres:

Lorenzo Ortiz Gang(†), quien me enseñó que en la vida todo tiene un costo para lograrlo y realizarlo requiere de mucho esfuerzo; pero en esta vida todo es posible y él me enseñó a trabajar y ganar lo que tengo, de haberme dado todo en bandeja de plata el triunfo no tendría sentido, “sin sacrificio no hay victoria” gracias papá.

Nicolasa Mejías Hernández, por creer y confiar en mí; por darme estudio, por ser mi gran fortaleza y guía a seguir, por ser una gran mujer que siempre me apoyó en las buenas y en las malas, cuando me creí derrotado y por crear en mi la ilusión de tener una profesión. Es un honor tenerla como madre porque me enseñó que en la vida no hay que rendirse, que todo se puede lograr cuando se pone empeño y dedicación.

A mis hermanos:

Jorge Alberto, Luis Fernando, Ivonne, por su inmenso apoyo económico e incondicional que mostraron durante la realización de mi carrera y por tener las esperanzas en mí. Me siento orgulloso de tenerlos como familia a todos.

A mi novia:

Sayuri Girón Nomura, por estar a mi lado durante estos últimos años, por estar a mi lado en las buena y malas, te amo.

RESUMEN

El Psílido Asiático de los Cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) es vector de la bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus*, causante de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB); tanto el vector como la enfermedad están presentes en México desde hace algunos años, por lo que se convierten en una amenaza para la citricultura Nacional. En el estado de Baja California Sur, la citricultura es una actividad importante desde el punto de vista económico y social y la enfermedad de HLB se ha detectado en Cabo San Lucas, San José, Caduaño, Miraflores, Santiago, Las Cuevas, Campamento, Santa Cruz, La Rivera, Buenavista, Pescadero, Los Barriles y San Bartolo; en donde el vector ha estado presente desde años atrás transmitiendo el patógeno causante de la enfermedad.

En el Estado de Baja California Sur, se ha establecido un Protocolo de actuación ante la emergencia por la detección de Huanglongbing y su vector. El manejo integrado de la enfermedad en cítricos involucra varias acciones a seguir, siendo de cabal importancia, la identificación correcta del psílido asiático, realizar los muestreos de manera frecuentemente mediante trampas cromáticas e inspecciones visuales; para detectar el vector lo más pronto posible y tomar acciones para evitar que la enfermedad se incremente o disemine a otras regiones que estén libre de ella. Así mismo, el uso de diversas tácticas de control disponibles en la actualidad.

Palabras clave: Psílido Asiático, Cítricos, Vector, Huanglongbing, Baja California Sur.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Distribución mundial del HLB.....	3
2.2. HLB en México	4
2.3. Impacto económico en México	6
2.4. Distribución de la enfermedad de Huanglongbing en el estado de Baja California Sur ..	6
2.5. Condiciones que favorecen la dispersión del HLB en Baja California Sur.....	8
2.6. Importancia de la enfermedad	8
2.7. Hospederos.....	8
2.8. Síntomas del Huanglongbing.....	10
2.9. Diseminación de la enfermedad.....	13
2.10. Taxonomía de la bacteria	14
2.11. Manejo integrado del HLB	14
2.11.1. Manejo de plantas enfermas	14
2.11.2. Manejo del vector.....	15
2.11.2.1. Ubicación taxonómica del vector.....	15
2.11.2.2. Biología y hábitos del vector	15

2.11.2.3. Distribución mundial de Diaphorina citri.....	19
2.11.2.4. Distribución de Diaphorina citri en México	19
2.11.2.5. Distribución de Diaphorina citri en Baja California Sur	20
2.11.2.6. Muestreo para Diaphorina citri.....	20
2.11.2.7. Métodos de control.....	20
2.11.2.7.1. Control legal	20
2.11.2.7.2. Control biorracional	20
2.11.2.7.3. Control cultural	21
2.11.2.7.4. Control biológico.....	21
2.11.2.7.5. Control químico	23
3. CONCLUSIÓN.....	25
4. LITERATURA CITADA	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución mundial de <i>Ca. I. asiaticus</i> , <i>africanus</i> y <i>americanus</i>	4
Figura 2. Distribución nacional de <i>Ca. I. asiaticus</i> en México.....	5
Figura 3. Focos de infección de HLB en el estado de Baja California Sur.	7
Figura 4. Síntomas de HLB en hojas de cítricos	10
Figura 5. Síntomas de maduración irregular en frutos de limon mexicano.....	12
Figura 6. Asimetría de fruto en naranja dulce afectado por HLB.....	12
Figura 7. Huevo de <i>Diaphorina citri</i>	17
Figura 8. Ninfas de <i>Diaphorina citri</i>	18
Figura 9. Adulto de <i>Diaphorina citri</i>	19
Figura 10. Distribución mundial de <i>Diaphorina citri</i>	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Hospederos donde se ha encontrado HLB (Albert y Manjunath, 2004).	9
--	---

1. INTRODUCCIÓN

El HLB es una abreviatura de Huanglongbing, palabra de origen chino que significa enfermedad del brote amarillo y es considerada como la enfermedad más destructiva para los cítricos en el mundo debido a la severidad de los efectos sobre la productividad, la rapidez con la que se dispersa y porque afecta a todas las especies de cítricos (DGSV, 2011).

La enfermedad es causada por tres especies de bacterias Gram negativas, limitadas al floema, pertenecientes al género *Candidatus* existen tres formas comunes de HLB: la forma Africana (*Ca. I. africanus*); la forma americana (*Ca. I. americanus*); y la forma asiática (*Ca. I. asiaticus*) transmitida por el psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Trujillo, 2009).

La enfermedad fue detectada por primera vez en Asia (China), a finales del siglo XIX, posteriormente se reportó en África del Sur a principios del siglo XX, lo que propició que a través de los años se diseminara hacia varios países de ambos continentes (Bove ., 2008).

En se reportó por primera vez en Julio de 2009 en la localidad de El Cuyo en el Municipio de Tizimín, Yucatán (SENASICA, 2010). En Noviembre del mismo año, un nuevo foco de la misma especie es reportado en los Estados de Jalisco y Nayarit (Trujillo, 2010).

En el Estado de Baja California se detectó en el mes de Julio y se confirmó en Agosto de 2011; específicamente en la Zona Hotelera del área de FONATUR en San José del Cabo y posteriormente se diseminó a otras áreas del estado (DGSV,2011).

El manejo de la enfermedad en Baja California Sur, involucra la eliminación de cítricos enfermos, la identificación correcta del psílido vector monitoreo del insecto de manera visual y con trampas amarillas pegajosa, uso de diferentes tácticas de control; tales como control legal, control cultural, control etológico, control biológico y control químico (DGSV, 2011).

1.1. Objetivo

Recopilar información sobre la enfermedad Huanglongbing (HLB) en cítricos y su manejo integrado.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Distribución mundial del HLB

La enfermedad se reportó por primera vez en el continente Asiático en China a finales del siglo XIX (Zhao, 1981). Posteriormente se reportó en 1920 en Taiwan y las islas Filipinas (Otake, 1990). A finales de ese mismo año se detecta una nueva especie en Sudáfrica (Van Der Merwe y Andersen, 1937), la cual fue nombrada *Candidatus liberibacter africanus* Laf(Trujillo, 2010; Halbert, 2004).

Hasta el año 2004, el HLB se consideraba restringido a los Continentes Asiático y Africano; sin embargo, en Febrero del 2004 se detectó en la localidad de Araracuara, Sao Paulo, Brasil (Coleta-Filho *et al.*, 2004); posteriormente se reportó una nueva especie de *Candidatus* en cítricos a la que se nombró *Ca. liberibacter americanus* Lam(Teixeira *et al.*, 2005).

En agosto del 2005, se reportó a *Ca. liberibacter asiaticus* en Florida (Trujillo, 2010); esto es siete años después de la introducción del vector *Diaphorina citri* (Bove, *et al.*, 2008); en 2007 se informa de su presencia en Cuba y en el 2009 en México (Trujillo, 2010).

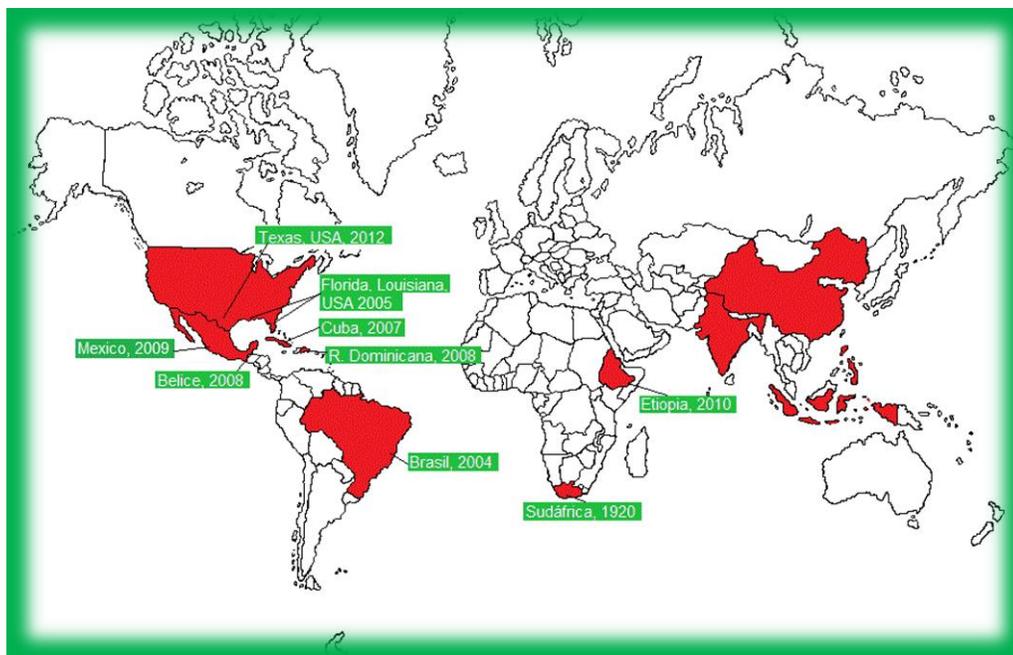


Figura 1. Distribución mundial de *Ca. I. asiaticus*, *africanus* y *americanus*.

2.2. HLB en México

El HLB de la especie *Ca. I. asiaticus* se reportó por primera vez en México en Julio de 2009 en la localidad de El Cuyo en el Municipio de Tizimín, Yucatán (SENASICA, 2010). En Noviembre del mismo año, un nuevo foco de la misma especie es reportado en los Estados de Jalisco y Nayarit. En 2010 Sinaloa y Colima reportan la presencia de la enfermedad (Trujillo, 2010; Polek, 2007).

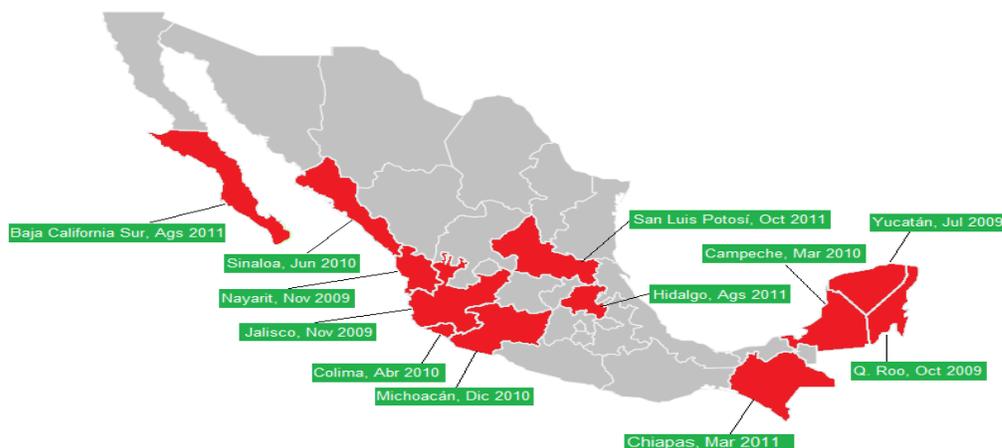


Figura 2. Distribución nacional de *Ca. I. asiaticus* en México

La detección de HLB en plantas se presenta por lo general siete años después de la introducción del vector a una región. Se detectó en julio del año 2009 en Yucatán, semanas después en Quintana Roo y en Noviembre en los Estados de Nayarit y Jalisco. En Marzo del 2010 la enfermedad se encontró en Campeche, en Abril en Colima y en Junio en Sinaloa; de tal forma que en menos de un año, el HLB ya estaba presente en 7 Estados de México (Trujillo, 2010). Los síntomas de la enfermedad a nivel Mundial se han detectado principalmente en cítricos dulces, sin embargo en México, los síntomas se han detectado primeramente en limón mexicano *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle (Trujillo, 2010).

2.3. Impacto económico en México

En México, el HLB representa una seria amenaza para las 526 mil hectáreas establecidas con cítricos, distribuidas en 23 entidades federativas; lo que representa una producción de 6.7 millones de toneladas anuales, con un valor de \$ 8,050,000. En beneficios de más de 67 mil productores, esta actividad genera aproximadamente 70 mil empleos directos, 250 mil indirectos y a la contratación estimada de 28 millones de jornales por año (SIAP, 2006).

La superficie total de cítricos que se encuentra establecida en el Estado de Baja California Sur es de 2,490 has. (Con 2180 has. de superficie comercial, 120 has de traspatio y 190 has. en desarrollo) y con una superficie en producción de 2,180 has. La producción Estatal de naranja es de 28,340 Ton., con un rendimiento de 13 Ton. /hectárea, con un valor de la producción de \$ 70, 850,000.00, con un precio medio rural de \$2,500.00 por tonelada; lo cual representa un riesgo potencial ante el ataque de la enfermedad del HLB (SIAP, 2006). Los principales destinos de la producción son cinco Municipios del Estado de B.C.S. y los mercados de abasto de: Guadalajara, Jalisco, Monterrey, México, D.F. y Tijuana (Orozco, 1995).

2.4. Distribución de la enfermedad de Huanglongbing en el estado de Baja California Sur

En el estado de Baja California Sur el HLB se detectó en el municipio de Los Cabos en el Mes de julio con una corroboración y afirmación ante la Dirección General de Sanidad Vegetal en Agosto de 2011. Un mes después; específicamente en la Zona Hotelera del área de FONATUR (Condominios Club La Costa, San José del Cabo) fue el punto donde se detectó y en donde enseguida se llevó a cabo el

derribo de los primeros árboles con síntomas de HLB, la mayoría era de limón Mexicano (Salcedo, 2010).

El HLB de los cítricos se encuentra localizado al sur de la Península de Baja California Sur, su desplazamiento está dirigido hacia el norte del Estado (SAGARPA, 2010).

Con el proceso de monitoreo, se ha observado que su distribución es rápida y acelerada debido a la movilización de personas, vehículos y vientos. Sin embargo la movilización de plantas hospederas de *D. citri* ejercida a través de viveros, son el principal riesgo que puede dispersar al vector infectado de la enfermedad por que no se cuenta con una regularización de la movilización de material vegetal ni con puntos de verificación fitosanitaria para mitigar el riesgo (SENASICA, 2010).

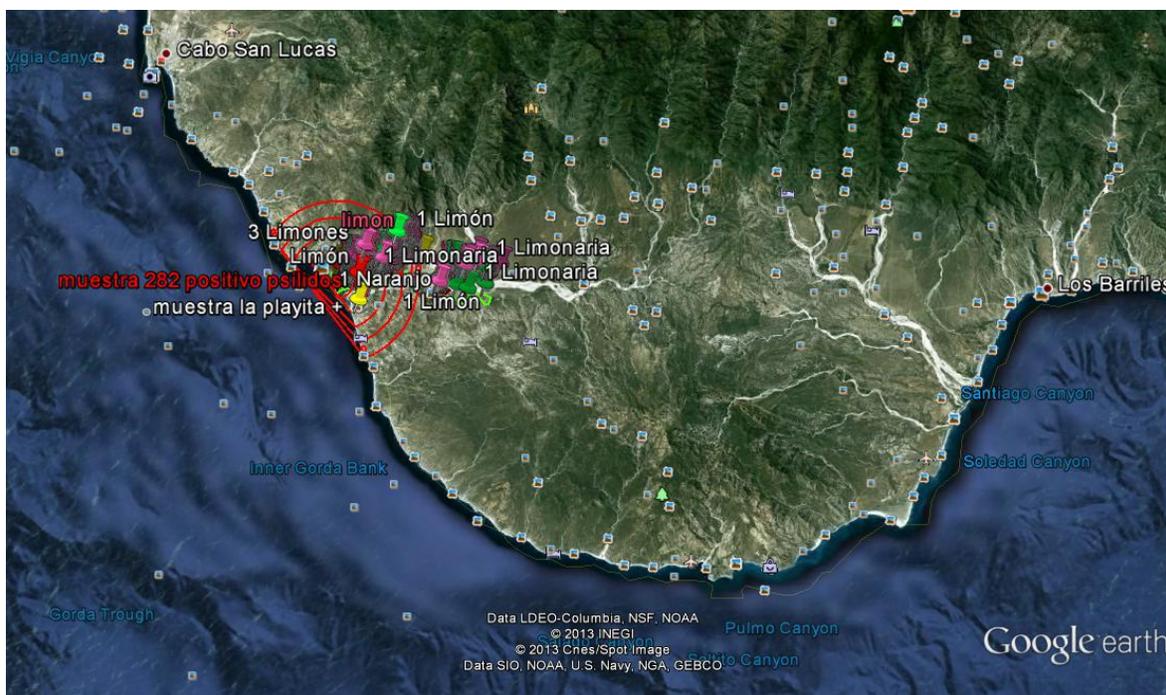


Figura 3. Focos de infección de HLB en el estado de Baja California Sur.

2.5. Condiciones que favorecen la dispersión del HLB en Baja California Sur.

La principal región productora de cítrico de Baja California Sur, se localiza en la zona norte del Estado en el municipio de Comondú, a una altura de 0 a 200 msnm; predominan los climas (Comondú, la Paz y los Cabos) y las cuales tienen precipitaciones anuales de mm, distribuidas en cuatro meses al año (20 Junio al 20 de Octubre) y temperatura media anual de 26° C con máximas de 36° C y mínima de 16° C (INEGI, 2013). Las temperaturas y los ocho meses secos al año son propicios para que *D. citri* se reproduzca y se propague en la región (SENASICA, 2010).

2.6. Importancia de la enfermedad

El HLB afecta a la familia de las Rutáceas, especialmente a los cítricos como son: limones (*Citrus limon* L.), limón rugoso (*C. jambhiri* Lushington), naranja agria (*C. aurantium* L.), pomelo (*C. paradisi* Macfad) y lima (*C. aurantiifolia* Chirstm). También existen hospederos alternativos, siendo sus *preferidos* los del género *Murraya* spp. (*Murrayapaniculata*– mirto) (Manjunath *et al.*, 2008). En la península del Estado de Baja California Sur, *D. citri* tiene mayor preferencia en árboles de limón Mexicano (*Citrus limon*), dado que las condiciones climáticas favorecen a esta planta con un incremento de follaje o brotaciones nuevas que atraen a este insecto vector (López, 2005).

2.7. Hospederos

El HLB afecta muchas especies de cítricos, entre ellos la naranja (*Citrus sinensis* (L.)), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y tangerina (*Citrus deliciosa* Tenora) (INISAV, 1999). Las afectaciones son menores o inexistentes en naranja trifoliada con

sus híbridos, lima mexicana (*Citrus aurantifolia* (Christm.)) y pomelo (*Citrus paradisi* Macfad) (su, 2011). Algunos otros hospederos se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Hospederos donde se ha encontrado HLB (Albert y Manjunath, 2004).

Familia	Nombre científico	Nombre común en español
<i>Apocynaceae</i>	<i>Cactharantus roseus</i>	Vinca
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Cuscuta australis</i>	Cúscuta
	<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima mexicana
	<i>Citrus aurantium</i>	Naranja agria
	<i>Citrus grandis</i>	Pomelo
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus limon</i>	Limón
	<i>Citrus paradisi</i>	toronja
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce
	<i>Citrus sp.</i>	Cítricos en general
	<i>Murrayapaniculata</i>	limonaria

2.8. Síntomas del Huanglongbing

En Brasil y Florida los síntomas reportados son frecuentemente más severos en naranjo dulce y mandarina. En híbridos de toronja, limón y naranjo agrio aparentemente son moderados; mientras que en lima, pomelo y naranjo trifoliado están considerados como más tolerantes (Manicom y van Vuuren, 1990). Sin embargo, estudios realizados en México en la Península de Yucatán y la zona del pacífico donde se detectó a la enfermedad, indican que los síntomas son más severos en cítricos agrios como limón mexicano, limón persa, limón volkameriano y naranja agria; en contraste con los cítricos dulces como naranja dulce y mandarina, los cuales expresaron síntomas menos severos y con un periodo de incubación mayor (García, 2007).

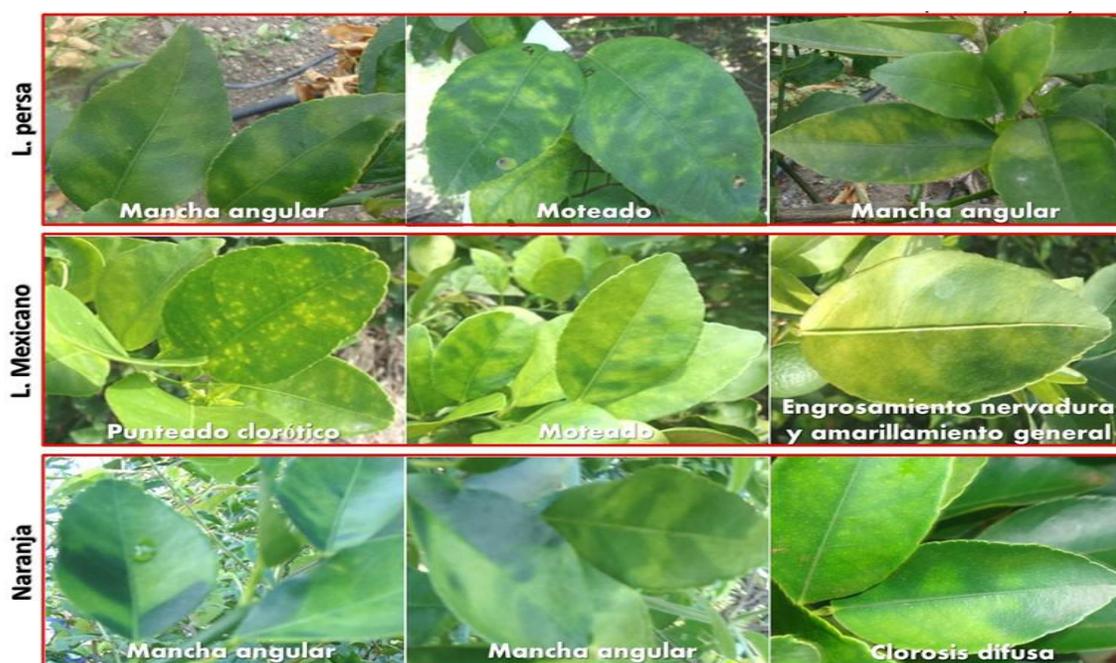


Figura 4. Síntomas de HLB en hojas de cítricos

En las condiciones de México y de acuerdo con la normatividad y plan de acción para el manejo del HLB establecido por SENASICA, donde imperó el principio de erradicación en la mayoría de los árboles positivos, la visualización de los síntomas se limita a hojas y frutos. En hojas es posible observar una progresión de síntomas desde puntos cloróticos, manchas angulares, acorchamiento y engrosamiento de nervaduras, moteados y clorosis difusa, hasta que el amarillamiento en la lámina foliar es generalizado y ocurre la defoliación. En frutos, solo en limón mexicano se ha observado el fenómeno de maduración irregular iniciando por un color amarillento en la parte basal (Robles-González *et al.*, 2010). En la Península de Baja California Sur, se ha observado que el mayor índice de árboles enfermos por HLB ha sido reportado en limón mexicano (*Citrus limon*), dado que *D. citri* tiene mayor preferencia por esta planta; ya que por las épocas del año y las condiciones climáticas presentes, el limón mexicano tiene gran incremento de brotes tiernos que atraen al insecto vector como fuente de alimento y así mismo quedando en riesgo de contraer la bacteria (SENASICA, 2010).



Figura 5. Síntomas de maduración irregular en frutos de limon mexicano

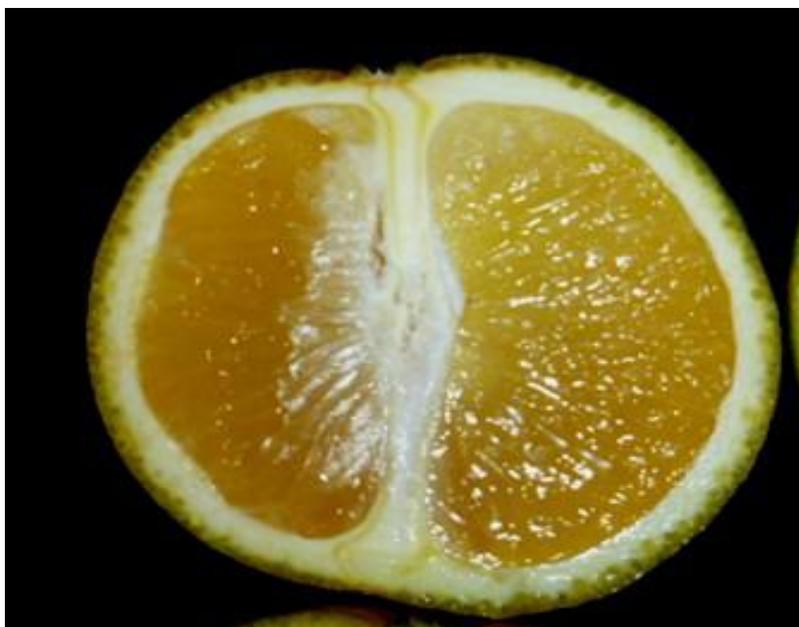


Figura 6. Asimetría de fruto en naranja dulce afectado por HLB

2.9. Diseminación de la enfermedad

La principal forma de diseminación de este patógeno es a través de dos vectores: *Diaphorina citri* (Kuwayama) para las variantes asiática y americana, y *Triozaerytrae* (Del Guercio) para la africana (López et al., 2009).

Un comportamiento típico del insecto adulto es saltar de las hojas cuando éstas son movidas, al estar sobrepobladas o cuando poseen pocas condiciones para su desarrollo, efectuando un vuelo de tres a cinco metros, y diseminando así la enfermedad dentro de la plantación, ya que en todos los casos se alimenta. En algunas ocasiones, estos vuelos toman una altura de 5 a 7 metros del suelo, de donde los insectos son arrastrados por las corrientes del aire y trasladados a distancias de 0.5 a 4 km, y aún mayores. Otra forma importante de diseminar el patógeno a grandes distancias es mediante el traslado de yemas y plantas contaminadas, razón por la cual los países afectados han implementado programas de certificación estrictos, mediante los cuales garantizan que las plantas que llevan a campo están libres de éste y otros patógenos (DGSV, 2010)

También es conveniente mencionar que el *psílido asiático*, aparte de alimentarse de brotes tiernos de los cítricos, se alimenta de la planta ornamental conocida como limonaria, mirto o jazmín (*Murrayapaniculata*), considerada el hospedero preferido por el insecto, lo que dificulta su control, ya que es común encontrar esta especie en jardines, avenidas y traspatios de zonas urbanas. Además de lo anterior, la limonaria es otro hospedante del *Huanglongbing* (INISAV, 1999).

2.10. Taxonomía de la bacteria

Garnieret *al.* (2000) cambiaron el nombre genérico de *Liberobacter* a *Liberibacter*, siguiendo el Código Internacional de la Nomenclatura de Bacterias, el cual establece que “bacter” es del género masculino y “Liber” es de origen Latino, la vocal de conexión debe ser una “i.”

Dominio: Bacteria

Phyllum: Proteobacteria

Clase: Alphaproteobacteria

Orden: Rhizobiales

Familia: Phyllobacteriaceae

Género: *Candidatus*

Especie: *Ca. Liberibacter asiaticus*

2.11. Manejo integrado del HLB

2.11.1. Manejo de plantas enfermas

En el Estado de Baja California Sur, el manejo de plantas enfermas se realiza mediante la eliminación o derribo de estas, a base del control cultural, mediante la utilización de motosierras y machetes. Para evitar rebrotes en trocos de plantas eliminados se utilizan productos desecantes (herbicidas) para evitar brotaciones nuevas y así asegurar la muerte total del árbol enfermo; Las ramas y restos de árboles eliminados son transportados a áreas confinadas en el basurero municipal, para posteriormente proceder con la quema de estas (Mayorga, 2010).

2.11.2. Manejo del vector

2.11.2.1. Ubicación taxonómica del vector

Triplehorn & Johnson (2005) ubican taxonómicamente al Psílido asiático *Diaphorina citri* Kawayama de la siguiente manera:

Dominio: Eukarya

Reino: Animal

Phylum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Superfamilia: Psylloidea

Familia: Psyllidae

Género: *Diaphorina*

Especie: *Diaphorina citri* Kawayama

Nombres comunes: Psílido asiático, Psílido asiático de los cítricos.

2.11.2.2. Biología y hábitos del vector

La duración del período embrionario varía de 9,7 días a 15° C a 3,5 días a 28° C. Los huevos son colocados en el extremo de los brotes tiernos, sobre y entre hojas tiernas desplegadas, apareciendo con frecuencia un gran número en una misma rama. La oviposición está condicionada a la presencia de brotes tiernos. La hembra

alcanza a poner 800 huevos en toda su vida. Posteriormente nacen las ninfas, que son sedentarias. Estas se establecen sobre las ramitas tiernas y sobre los pecíolos, formando colonias con un número variable de individuos. Las ninfas excretan una sustancia blanca cerosa a manera de hilos que se deposita sobre las hojas. Los adultos tienen poca capacidad para sostener vuelos muy largos, pero pueden ser transportados a grandes distancias por las corrientes de aire. La duración del ciclo biológico (huevo-adulto) varía de 14,1 a 49,3 días, a 28°C a 15°C, respectivamente, siendo las temperaturas de 25 a 28°C las más adecuadas para su desarrollo. El psílido no se desarrolla a temperaturas de 33°C y 10°C. Presenta un pico poblacional al final de la primavera e inicios del verano que coincide con el período de brotación de los cítricos (Buitendag y von Broembsen, 1993).

La duración total del ciclo (de huevo a adulto) es de 20 a 40 días, con una longevidad de 3 a 4 meses, dependiendo de las condiciones climáticas. La fase en que adquiere la bacteria se da entre el 4º y 5º estadio ninfal y el estado adulto. El vector no transmite la enfermedad de forma o de manera transovárica a la descendencia, solamente adultos la transmiten hasta el final de su vida (Buitendag & von Broembsen, 1993).

Los huevos son de forma ovoide, alargados, con prolongación en una de las puntas, de color amarillo claro (cuando son recién depositados) y se tornan a color brillante anaranjado. Miden aproximadamente 0.30 mm de longitud y 0.14 mm de ancho. Son colocados en el extremo de los brotes tiernos, sobre y entre las hojas desplegadas (Manjunath *et al.*, 2008).



Figura 7. Huevo de *Diaphorina citri*

Las ninfas son aplanadas dorsoventralmente, de color anaranjado o amarillento, sin manchas abdominales, con esbozos alares (alas pequeñas en formación) abultados, un par de ojos rojos compuestos y dos antenas de color negro; presentan filamentos a lo largo del abdomen. Los primordios de las alas son conspicuos; con hilos cerosos cortos y pueden estar presentes sólo en el ápice del abdomen. Tienen 5 estadios ninfales: en el primer estadio miden 0.30 mm de longitud y 0.17 mm de ancho; los del segundo estadio miden 0.45 mm de ancho y 0.25 de ancho; en el tercer estadio miden 0.74 mm de longitud y 0.43 de ancho; el cuarto estadio miden 1mm de longitud y 0.70 mm de ancho; el ultimo estadio (5to) miden 1.60 mm de longitud y 1.02 mm de ancho (Manjunath *et al.*, 2008).



Figura 8. Ninfas de *Diaphorina citri*

El adulto presenta un cuerpo de color marrón moteado (pardo amarillento), está recubierto de polvo ceroso; tiene ojos rojos; la cabeza de color marrón claro; el primer par de alas más ancho en el extremo, con áreas color oscuro (principalmente en los bordes). Las antenas presentan el ápice negro con dos manchas marrón claro en la parte media. Los machos son levemente más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen roma, mientras que el abdomen de la hembra termina en una punta bien marcada. Los adultos pueden medir entre 3-4 mm. El tamaño promedio de las hembras es de 3.3 mm de largo y 1 mm de ancho, en tanto que el de los machos es 2.7 mm de largo y 0.8 mm de ancho. Generalmente se encuentran en posición inclinada con la parte posterior del cuerpo hacia arriba; tienen poca capacidad para mantener vuelos muy largos y cuando son molestados saltan rápidamente (Manjunath *et al.*, 2008).



Figura 9. Adulto de *Diaphorina citri*

2.11.2.3. Distribución mundial de *Diaphorina citri*

Diaphorina citri está ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales de Asia; y también se encuentra difundida en el continente americano, (Manjunath *et al.*, 2008).

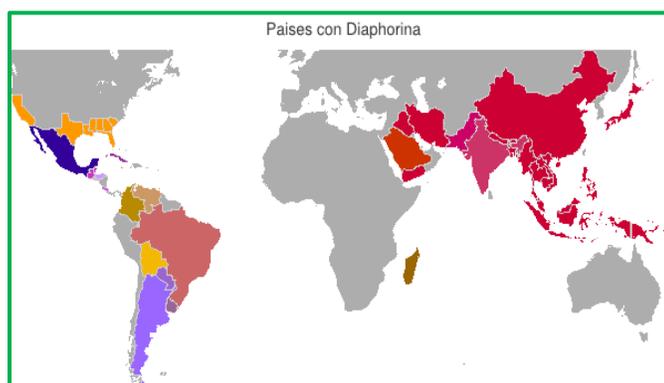


Figura 10. Distribución mundial de *Diaphorina citri*

2.11.2.4. Distribución de *Diaphorina citri* en México

El psílido se reportó oficialmente en el estado de Querétaro en el año 2004 aunque algunos especialistas en cítricos mencionan que probablemente está presente

desde antes del año 2002, posteriormente se ha detectado en todas las zonas cítricas del país; (Manjunath *et al.*, 2008).

2.11.2.5. Distribución de *Diaphorina citri* en Baja California Sur

No se tiene un dato exacto en cuanto a la fecha de su primera detección de *D. citri*, en la península, a la fecha el insecto se encuentra establecido y distribuido en todo el estado de Baja California Sur, dado que las condiciones climáticas favorecen para su rápido desarrollo, reproducción y adaptabilidad (Orozco, 1995).

2.11.2.6. Muestreo para *Diaphorina citri*

El muestreo se realiza en ramas y brotes, abarcando en 1% del total de las plantas; se observan los 4 cuadrantes de la planta; en lotes chicos (menos de 1ha) se inspeccionan 10 plantas y se puede complementar con el empleo de trampas adhesivas amarillas (1 trampa cada 100 plantas en huertos); en zona urbana se hace a criterio del inspector (DGSV, 2010).

2.11.2.7. Métodos de control

2.11.2.7.1. Control legal

Se fundamenta en la NOM-EM-047-FITO-2009, por la que se establece las acciones fitosanitarias para mitigar el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos *Candidatus liberibacter* spp. En el territorio nacional, publicada el 8 de julio de 2009 (DGSV, 2011).

2.11.2.7.2. Control biorracional

Se realiza a base de aplicaciones de insecticidas orgánicos en zona de huertas y traspatio, utilizando productos orgánicos como puré spray en dosis de 1.5l/100 litros

de agua y detergente líquido en dosis de 800ml/100 litros de agua. Las aplicaciones se realizan de manera generalizada en todo el municipio de Los Cabos con maquinas(parihuelas), aspersores de motor y para el caso de las huertas comerciales por medio de avionetas (DGSV, 2010).

2.11.2.7.3. Control cultural

El HLB no tiene curación y eventualmente las plantas infectadas mueren en un plazo de aproximadamente diez años, aunque esto es variable. Para disminuir la propagación de la enfermedad se realiza la eliminación de plantas enfermas y de hospederos alternos además se les aplico un herbicida para evitar rebrotes (SENASICA, 2010).

2.11.2.7.4. Control biológico

Se realizan liberaciones de *Chrysoperla carnea* Stephenen todo el Estado; principalmente en las áreas afectadas por la enfermedad de HLB y donde se presentó mayor incidencia de *D. citri* para bajar las densidades de población del insecto vector y así evitar que este migre para otras áreas donde a la fecha no se detecta la enfermedad. Se liberan por lo menos 10,000 huevecillos de crisopa mezclados con vermiculita (SENASICA, 2010).

El psílido es comúnmente atacado por mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae); los coccinélidos han sido reportados como agentes biológicos más importantes del control de *D. citri* entre las que destacan *Harmonia axyridis* Pallas, *Olla v-nigrum* Mulsant, *Exochomus childreni* Mulsant, *Cycloneda sanguinea* L., *Curinuscoeruleus* Mulsant *Coccinella septempunctata* L., *C. rependa* Thunberg, *Cheilomenes sexmaculata* Fab. *Chilocorus nigrita* (Fab.), *Scymnus* spp. (Michaud and

Olsen 2004), *Brachiacantha decora* e *Hippodamiaconvergens*; Sírfidos (Diptera: Syrphidae) y arañas (Araneae) (González *et al.* 2003).

No se han encontrado huevos de *D. citri* parasitados y los adultos parecen estar bastante libres de enemigos naturales . Algunas especies de arañas pueden ser depredadores importantes de *D. citri* (Al-Ghamdi, 2000).

Tamarixia radiata es una especie originaria de la India, que ha sido introducida en las Islas Reunión controlando con éxito al psílido asiático en dicha localidad. Esta especie fue también introducida con éxito en la Isla de Guadalupe, sin embargo la introducción del parasitoide en otros países no ha sido tan exitosa, bien sea debido a factores ambientales, presencia de hiperparásitos o competencia con depredadores sobre el mismo huésped. *T. radiata* es un ectoparásito cuyas larvas se alimentan a expensas de las ninfas de *D. citri* debajo de su cuerpo, pupan allí mismos tejiendo un capullo adherido a la superficie de la hoja y emergen a través del integumento del huésped o momia por la parte dorsal del tórax. Otro factor de mortalidad causado por los adultos de este parásito es la succión de la hemolinfa al producir heridas en la cutícula de las ninfas, esto les proporciona proteínas a las hembras para la ovoposición. (Chien *et al.*, 1989).

El género *Tamarixia* se reportó por primera vez en Tamaulipas, atacando a *D. citri* en hojas de lima mexicana. La especie *T. radiata* posee la habilidad de adaptarse a diferentes condiciones y debido a ello se ha utilizado exitosamente en programas de control biológico del psílido en otras partes del mundo (Aubert *et al.*, 1987).

Entre las especies de hongos entomopatógenos que atacan al psílido asiático de los cítricos se encuentran: *Isaria fumosorosea* Wize; *Hirsutella citriformis* Speare; *Lecanicillium lecanii*. En indicó que los hongos entomopatógenos *Cladosporium* sp. y *Capnodium citri* Mont., podrían ser una buena alternativa para el control de *D. citri*, al determinar en Isla Reunión una mortandad de ninfas entre 60% y 70%, cuando se presentaba humedad relativa mínima diaria superior al 87.9%. Es común observar *H. citriformis* Speare controlando psílicos cuando la humedad relativa fuese mayor al 80% (Aubert *et al.*, 1987).

2.11.2.7.5. Control químico

El control químico se dirige principalmente hacia el vivero, plantaciones de fomento y plantaciones jóvenes, puesto que los árboles maduros soportan mejor los daños causados por el vector (Alemán *et al.*, 2007). En Brasil, los insecticidas que han ejercido un buen control sobre el psílido asiático de los cítricos son productos sistémicos en períodos de lluvia y de movimiento de savia como son el Temik y el imidacloprid (Childers y Rogers 2005), entre otros; y productos de contacto en períodos de sequía como son Dimetoato, Ethion, Malathión, Piretroides, Carbamatos y Abamectina. En un trabajo realizado en Florida por Childers y Rogers (2005), encontraron que los insecticidas foliares: Actara, Danitol y Lorsban proporcionaron buenos derrumbes y alta residualidad del psílido asiático de los cítricos.

Los insecticidas (Dimetoato, monocrotofos, fosfamidón, confidor, decametrina, y fenvalerato), productos vegetales (aceite de neem, aceites en aerosol (petróleo)) y reguladores del crecimiento de insectos han sido probados contra el psílido asiático de los cítricos con resultados alentadores (Ahmed *et al.*, 2004).

De dos a tres aspersiones con intervalos de 10 a 15 días se han encontrado ser eficaces contra el psílido asiático de los cítricos. Muchos insecticidas sintéticos han sido probados contra este psílido, entre los cuales se mencionan diazinon, malathion, methyldemeton, dimethoato, phosphamidon, monocrotophos, oxydemeton-methyl, phosalone, quinalphos y phosmet. Sin embargo, generalmente se acepta que los aceites de petróleo son más efectivos contra estos insectos pequeños e inmóviles, los cuales quedan cubiertos por una fina película de aceite y por tanto mueren (Rae *et al.*, 1997).

3.CONCLUSIÓN

De acuerdo a la información recabada se puede concluir que la enfermedad Huanglongbing (HLB) es ocasionada por la bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus* la cual es transmitida por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama).

El manejo integrado de la enfermedad Huanglongbing (HLB) se basa en la remoción y quema de los cítricos enfermos, así como el manejo del insecto vector.

El control del vector es de suma importancia, ya que si las poblaciones de este se incrementan y se diseminan a otras áreas pueden ocasionar pérdidas de importancia económica a la citricultura de Baja California Sur.

Se recomienda llevar a cabo programas de MIP para el control del psílido asiático en la región citrícola de B.C.S. La falta de conocimiento especializado para el control de esta importante plaga agrícola, ha propiciado su dispersión por casi todo el territorio nacional. Se recomienda establecer campañas de capacitación al personal encargado de las inspecciones fitosanitarias en todos los cordones agrícolas del país.

Considerando la importancia económica de los daños ocasionados por el Psílido asiático sobre los cultivos citrícolas del país, se recomienda que esta especie sea considerada como plaga clave para el cultivo del limón en los programas de SAGARPA para el control de plagas.

Finalmente, se recomienda realizar pruebas entomológicas de parasitoidismo con aquellas especies de parasitoides nativas de B.C.S. para conocer los efectos que pudieran tener estas especies sobre el Psílido asiático.

4.LITERATURA CITADA

- Ahmed, S., N. Ahmad.,&K.R. Rasool, 2004. Studies on Population Dynamics and Chemical Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*.Int. J. Agri. Biol. 6(6):970-73
- Alemán,J., H. Baños y J. Ravelo, 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. Rev. Protección Veg. 22(3):154-165
- Al-Ghamdi, 2000.A field study on synchrony between the populations of citrus Psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) [sic.] (Homoptera: Psyllidae) and its natural enemies in western Saudi Arabia. Bull. Fac. Agric., Cairo University 51: 227-238.
- Aubert, B. 1987.*Triozaerytreaedel* Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. Fruits 42:149-162.
- Bove, J. M. 2008. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. Journal Plant Path. 88(1): 7-37.
- Buitendag, C.H. and L.A. von Broembsen, 1993.Living with citrus greening in South Africa.Pages 269-273 in P. Moreno, J.V. daGraça and L.W. Timmer, Eds. Proceedings of the Twelfth Conference of the International Organization of Citrus Virologists.
- Chien, C.C., S.C. Chiu, S.C., Ku, 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan.Fruits 44(7-8):404-407.
- Childers, C. C. y M.E. Rogers, 2005. Chemical control and management approaches of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera:psyllidae) in Florida citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 118:49-53
- Coletta-Filho, H. D., Targon, M.A. Takita., J.D. De Negri., J. D., J. Pompeu, J., Jr, M.A. Machado.,A.M. Amaral, &G.W. Muller, G. W. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*' in Brazil.PlantDis 88, 1382.

Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV).2010. Protocolo de actuación para la detección de huanglongbing.[En línea] http://www.hlb.org.mx/PDF/NORMA_protocolo_actuación [fecha de consulta 16/Enero/2013].

Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV).2011. Campaña contra el HLB. [En línea] <http://www.cesavep./sitesavep/Descarga/Ptas> [fecha de consulta 10/Febrero/2013].

García, D. 2007. Distribución del huanglongbing (HLB) -Greening en el mundo. Dirección de Vigilancia y Monitoreo. SENASA. Argentina.

Garnier M., S. Jagoueix-Eveillard., P.R. Cronje.,G.F. Le Roux., J.M. Bové J. M. 2000. Genomic characterization of a Liberibacter present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrumcapense*, in the Western Cape province of South Africa. Proposal of „*Candidatus Liberibacter africanus subsp. capensis*.“ International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 50:2119-2125.

Gonzalez, C., M. Borges, D., J. Hernández R. 2003. Inventory of natural enemies of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Cuba. Proc. International Soc. Citriculture 9:859.

Halbert, S.E. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist, 87(3): 330-353.

INEGI. 2013. LosCabos, Baja California Sur. [en línea] <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=03>. [Fecha de consulta 10/05/2013].

Instituto Nacional de Investigacion de Sanidad Vgetal (INISAV). 1999. La enfermedad del enverdecimiento de los cítricos y su vector (*Diaphorina citri* Kuwayana). Boletín Técnico. La Habana, Cuba. 5 (1).

- López A., J. I. 2005. Ocurrencia en México del Psílido asiático *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). En: Memorias del VII Congreso Internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chih., Méx.p.66
- López, A. S., F.G. Frare., E. Bertolini., M. Cambra., G.N. Fernández.,J. A. Ayres.,,R.D. Marin., M.J. Bové, 2009. Liberibacters associated with citrus huanglongbing in Brazil: *Candidatus* Liberibacter asiaticus is heat tolerant, *Ca. L. americanus* is heat sensitive. Plant Dis-ease 93:257-267.
- Manicom, B. Q. S.P. Van Vauuren, S. P. 1990. Symptoms of greening disease with special emphasis on African greening.127-131 pp.*In*: proceedings of the 4th Inter-national Asia-Pacific Conference on Citrus Rehabilita-tion. FAO-UNDP, Chiang-Mai, Thailand.
- Manjunath, K.L., S.L. Halbert, C. Ramadugo, S. Webb and R.F. Lee. 2008. Detection of *Candidatus* Liberibacter asiaticus in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus Huanglongbing in Florida. Phytopathology 98:387-396.
- Mayorga, F.J. 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, D.F.
- Orozco S., S. 1995. Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México, Universidad Autónoma Chapingo, México. 150 pp.
- Otake, A. 1990. Bibliography of citrus greening disease and its vectors attached with indices, and a critical review on the ecology of the vectors and theirs control. Japanese International Cooperation Agency 16 p.
- Polek M. G. 2007.Citrus bacterial canker disease and Huanglongbing (Citrus greening).ANR.Publ. 8218.University of California. Davis.
- Rae DJ, WG Liang, DM Watson, GA. Beattie, MD. Huang. 1997. Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri*

(Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China. Intern J Pest Management. 43(1):71-75.

Robles-González, M. M., Velázquez-Monreal, J. J., Manzanilla-Ramírez, M. A., Orozco-Santos, M., Flores-Virgen, R. y Medina-Urrutia, V. M. 2010. Síntomas del Huanglongbing en Limón Mexicano. Primeras observaciones. En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 141- 149 p.

Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, pesca y alimentación (SAGARPA), 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, 16 de Agosto de 2010.

Salcedo, D., R. 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>. [fecha de consulta 05 de mayo de 2013].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera).2006. Documento interno. Departamento de Estadística. [en línea]<http://www.siap.com.mx>[fecha de consulta 05 de mayo de 2013].

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2010. El psílido asiático en México. Diario Oficial de la Federación.

Su, H. 2011. A Rapid, Less-Costly and Accurate Detection of Citrus Greening (HLB) Pathogen in the Aspac Region (Year 2).[En línea]<http://www.agnet.org/library/ac/2008m/>:[Fecha de consulta:14-09-2011].

Teixeira, D. C., J.L. Danet, S. Eveillard.,E.C. Martins., W.C. C. Jesus., Jr., P.T. Yamamoto., S.A. Lopes., E.B. Bassanezi.,A.J. Ayres., Saillard, C., and Bové, J.

- M. 2005. Citrus huanglongbing in São Paulo, Brazil: PCR detection of the *Candidatus Liberibacter* species associated with the disease. *Mol. Cell. Probes* 19:173-179.
- Triplehorn, C. A. and N.F. Johnson, (2005) *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7th Ed). Brooks / Thomson Cole USA. P.60
- Trujillo A., J. 2010. Detección de Huanglongbing (*Candidatus liberibacter asiaticus*) en el municipio de Tizimín, Yucatán, México. Dirección General de Sanidad Vegetal SAGARPA/SENASICA. Organización, Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO). Notificaciones oficiales de Plagas.
- Trujillo, A., J. 2011. Detección de Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en los Municipios de Mazatlán y Escuinapa, Sinaloa, México. Dirección General de Sanidad Vegetal SAGARPA/SENASICA. Organización, Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO). Notificaciones oficiales de Plagas.
- Van der Merwe, A. J. and F.G. Andersen, 1937. Chromium and manganese toxicity. Is it important in Transvaal citrus greening? *Farming in South Africa*. 12:439-440.
- Zhao, X. Y. 1981. Citrus yellow shoot disease (Huanglongbing) a review. *Proceedings of the International Society of Citriculture*. 1:466-469.