



UNIVERSIDAD VERACRUZANA



FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS XALAPA

**MONOGRAFIA DEL HUANGLONGBING (*Candidatus liberibacter spp*)
DE LOS CITRICOS**

TRABAJO DE EXPERIENCIA RECEPCIONAL

PRESENTA

IRIS DE LOS SANTOS MORALES

XALAPA ENRIQUEZ, VER.

ENERO, 2013

El presente trabajo de experiencia recepcional titulado: **MONOGRAFIA DEL HUANGLONGBING (*Candidatus liberibacter spp*) DE LOS CITRICOS** fue realizado por la C. Iris de los Santos Morales; bajo la dirección de la maestra de experiencia recepcional la Dra. Gabriela Sánchez Viveros, la asesoría del Ing. Eric Estrada Cruz, y del M.C. Gabriel May Mora. El cuál ha sido revisado y aprobado por los mismos.

Dra. Gabriela Sánchez Viveros

Director de Tesis y Maestra de Experiencia Recepcional

Ing. Eric Estrada Cruz

Asesor

M.C. Gabriel May Mora

Asesor

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Gabriela Sánchez Viveros por compartirme sus conocimientos, motivarme a mejorar continuamente, y por su paciencia y disposición para llevar a feliz término el trabajo de experiencia recepcional.

Un sincero agradecimiento al Ing. Eric Estrada Cruz por compartirme su experiencia, conocimiento y dedicación, así como también a la Sra. Consuelo Hernández por su apoyo y paciencia.

A los maestros de la facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, por compartirme todos sus conocimientos durante el tiempo que estuve en la facultad. En especial al Ing. Gabriel May Mora por su dedicación.

DEDICATORIAS

A Dios

Por haberme permitido llegar a cumplir otro más de mis objetivos profesionales, y por cada una de las bendiciones de amor, fortaleza y sabiduría.

A mis padres

Por todo el apoyo incondicional, confianza y respeto que me han brindado en cada una de mis decisiones, pero sobre todo por su amor absoluto que siempre me han demostrado.

A mis hermanos

Diana, Nora, Iván, por su confianza, cariño y buenos consejos que me han animado a seguir adelante.

A mis amigos

Por haber compartido agradables momentos durante todo este tiempo en especial a Claudia y Karen por haber estado conmigo cuando las necesite.

Dios los bendiga

Iris De Los Santos M.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE CUADROS	III
Resumen.....	1
I. Introducción	2
II. Objetivo.	3
III. Justificación	3
IV. MARCO DE REFERENCIA.....	4
4.1 Origen.....	4
4.2 Producción de cítricos en México.....	5
4.3 Producción de cítricos en Veracruz.....	5
4.4 Generalidades del cultivo.....	7
4.4.1 Preparación del terreno.....	7
4.4.2 Trasplante.....	8
4.4.3 Distancia de la plantación	8
4.5 Plagas y Enfermedades	9
4.6 Huanglongbing (HLB)	15
4.6.1 Antecedentes.....	16
4.6.2 Distribución geográfica.....	17
4.6.3 Importancia económica	19
4.6.4 Agente causal	20
4.6.5 Plantas hospederas	20
4.6.6 Sintomatología	22
4.6.7 Diseminación del HLB.....	24
4.6.7.1 <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama	25
4.6.7.2 Ciclo de vida del insecto y reproducción.....	26
4.6.7.3 Distribución mundial	27
4.6.7.4 <i>Trioza erytreae</i> (Psilida africana de los cítricos)	29
4.6.8 Métodos probados para la detección del huanglongbing.....	30
4.6.9 Norma oficial del Huanglongbing	31
V. CONCLUSIÓN.....	32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Origen de los cítricos en Asia oriental.	4
Figura 2. Cítricos que se producen en el estado de Veracruz. A) Naranja, B) limón, C) toronja, D) tangerina, E) mandarina y F) pomelo.	6
Figura 3. A) Pulgón alimentándose de los brotes vegetativos nuevos de limón persa; B) acercamiento de pulgón (<i>Toxoptera spp</i>).....	10
Figura 4. Escama de Nieve (<i>Unaspis citri</i>) en hojas de limón persa.	10
Figura 5. Hojas de Toronja dañadas por Minador (<i>Phyllocnistis citrella</i>).	11
Figura 6. Daño de Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>) en frutos (A) y hojas (B) de limón.	12
Figura 7. <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama.....	12
Figura 8. Hoja con Mancha Grasienta (<i>Mycosphaerella citri</i>).	13
Figura 9. Daño de Fumagina (<i>Capnodium citri</i>) en el haz de hojas de limón persa.	14
Figura 10. Roña (<i>Elsinoe fawcettii</i>) en frutos (A) y hojas (B) de mandarina fremount (Imagen proporcionada por el Ing. Estrada).....	14
Figura 11. Hojas y fruto del manchado sectorial del fruto o Wood Pocket en limón persa (DGSV, 2011). (Imagen proporcionada por el Ing. Estrada).....	15
Figura 12. Distribución Mundial de <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> , <i>C.</i> <i>Liberibacter africanus</i> y <i>C. Liberibacter americanus</i>	17
Figura 13. Distribución nacional de <i>Candidatus liberibacter</i> en México.	18
Figura 14. Significado de la palabra Huanglongbing (Elaboración propia).....	20
Figura 15. A-H) Síntomas de Huanglongbing en hojas de cítricos.	23
Figura 16. Frutos de cítricos con síntomas de <i>Candidatus liberibacter</i> <i>asiaticus</i> . A) Frutos deformes; B) semillas atrofiadas, oscuras y abortadas; C) frutos pequeños, D) mancha amarilla en el disco E), inversión de color F) columnela del fruto deforme.....	24
Figura 17. A) Colonia de ninfas y B) adultos de <i>Diaphorina citri</i> K.	26
Figura 18. Distribución mundial de <i>Diaphorina citri</i>	28
Figura 19. Distribución nacional de Psilidos infectivos de <i>Diaphorina citri</i>	28
Figura 20. Psilido Africano <i>Trioza erytreae</i> (Del Guercio).	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de Huanglongbing (Mora, 2012).	16
Cuadro 2. Principales plantas reportadas como hospederas del Huanglongbing.	21
Cuadro 3. Jerarquía Taxonomica del Psilido asiático (Vargas, 2008).	25
Cuadro 4. Jerarquía Taxonómica del Psilido africano (OIRSA, 2009).	29

Resumen

Este trabajo es una recopilación de información bibliográfica actualizada sobre el Huanglongbing (*Candidatus liberibacter spp*) de los cítricos. En las primeras secciones se presenta una descripción generalizada del origen de los cítricos, la producción en México con énfasis en el estado de Veracruz; así como las actividades agronómicas que se realizan para el establecimiento de huertos cítricos. En las siguientes secciones se describen las principales plagas y enfermedades que tienen incidencia en los cítricos, que causan mermas en la producción de diversas especies de cítricos. En las últimas secciones, se detalla la sintomatología que provoca la presencia de la bacteria del Huanglongbing (*Candidatus liberibacter spp*) y su vector el psilido asiático (*Diaphorina citri* K.). También se incluye en este trabajo información relevante sobre las principales técnicas para la detección, la delimitación y el seguimiento de la enfermedad de HLB. El presente reporte monográfico de Huanglongbing puede servir como un documento de consulta para maestros, estudiantes y asesores técnicos interesados en la producción de cítricos, así como en la detección y control de HLB.

I. Introducción

La citricultura en México representa una actividad socioeconómica de gran importancia, ya que cuenta con una superficie de 549 mil hectáreas, de las cuales se obtienen alrededor de 6,343,964 millones de toneladas anualmente. Producción que le permite ocupara a nivel mundial, el quinto lugar y el segundo en limas y limones (SIAP, 2010). A nivel nacional, el estado de Veracruz ocupa el primer lugar en la producción de cítricos. Este cultivo posee una gran variedad de plagas y enfermedades, pero dentro de las más limitantes se encuentran el cancro o cáncer de los cítricos, virus de la tristeza de los cítricos, leprosis y Huanglongbing (*Candidatus liberibacter spp*). La incidencia de plagas y enfermedades son la principal limitante para el incremento y calidad de la producción de cítricos en el país, aunado a la confusión y/o desconocimiento de los asesores técnicos y productores sobre su sintomatología y control. El Huanglongbing (HLB) es una enfermedad bacteriana que ocasiona daños en el sistema vascular del floema y es transmitida principalmente por los psilidos: *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*. El HLB se caracteriza por que los árboles de cítricos presentan síntomas de moteado asimétrico amarillo, muerte de hojas, sectorización de ramas amarillas, deformación de frutos o frutos desbalanceados y declinamiento o muerte del árbol. La detección oportuna de esta enfermedad permite aplicar técnicas de control agronómicas, que disminuyan su incidencia y propagación. La detección de la HLB inicia con la exploración para la detección, la delimitación y el seguimiento de la enfermedad, de acuerdo al protocolo para la detección de HLB (SENASICA, 2010). Sin embargo, la información referente a las técnicas de detección es insuficiente, se encuentra muy dispersa, y la poca información que se tiene es muy limitada. Por lo que es necesario generar un documento bibliográfico que recopile información actualizada sobre las técnicas directas para la detección oportuna de esta enfermedad, que sirva de consulta para maestros, estudiantes y asesores técnicos interesados en la detección, control de HLB y la producción de cítricos.

II. Objetivo

Generar un documento bibliográfico sobre generalidades de los cítricos, la bacteria del Huanglongbing (*Candidatus liberibacter spp*) y su vector el psilido asiático (*Diaphorina citri* K.); así como sus síntomas y métodos de detección que sirva como un documento de consulta para maestros, estudiantes, y asesores técnicos interesados en la producción de cítricos.

III. Justificación

A nivel mundial, el aprovechamiento de los aceites y los derivados de los cítricos representa una alternativa importante de mercado e industrialización. Los principales países productores de cítricos a nivel mundial son Brasil, China, Estados Unidos, India y México (Faostat, 2010). Sin embargo, estos países enfrentan mermas drásticas en su producción por la alta incidencia de plagas y enfermedades. El Huanglongbing ó greening HLB infecta principalmente a las plantas de la familia rutáceae que incluye 1600 spp, siendo el género *Citrus* el más susceptible (Bellis *et al*; 2005). La incidencia de HLB y enfermedades como la Leprosis, Virus de la Tristeza de los Cítricos y Cancro disminuyen su producción. En México, la incidencia de HLB es una de las enfermedades con mayor impacto tanto social como económico en áreas citrícolas. A pesar de la alta incidencia del HLB en los cultivos citrícolas, existe un desconocimiento y confusión entre los productores y los asesores técnicos sobre los síntomas que ocasiona esta enfermedad. Lo anterior, dificulta el desarrollo y/o aplicación de técnicas para el control del HLB y su vector.

IV. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Origen

El origen de los cítricos se centra en las regiones subtropicales y tropicales de Asia oriental de y se han ido introduciendo en todas las regiones del mundo que presenten clima cálido (Figura 1; Almudena, 2010). Las primeras plantaciones comerciales para el consumo en fresco datan a finales del siglo XVIII, y se han extendido hasta las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44°N 41°S, alcanzando una extensa superficie destinada a este cultivo (Agustí, 2003).

En México los cítricos fueron introducidos por la región de Tonalá en el estado de Veracruz en 1518 por Bernal Díaz del Castillo, sin embargo como actividad comercial data a principios del siglo pasado (Suarez, 2008).

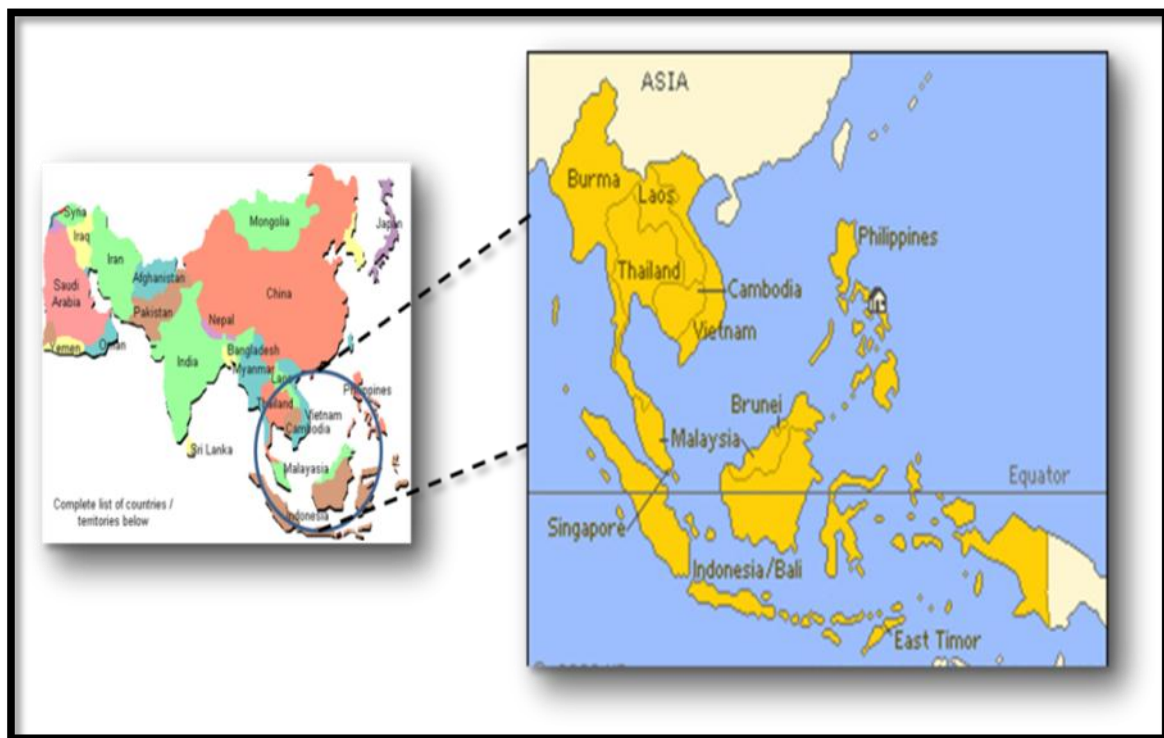


Figura 1. Origen de los cítricos en Asia oriental.

4.2 Producción de cítricos en México

A nivel mundial, México ocupa el quinto lugar en producción de cítricos (FAOSTAT, 2010). Actualmente, se cultivan alrededor de 560,145.63 ha⁻¹ en el 2011, los estados con mayor producción fueron Veracruz, Michoacán, Tamaulipas, Colima y San Luis Potosí (SIAP, 2011). La superficie citrícola se encuentra bajo el sistema ejidal y comunal de 67 mil productores, distribuidos en 23 estados de la república mexicana, trayendo así un beneficio de más de 10,200 millones de pesos que se obtienen todos los años por la producción de esta fruta (Sánchez *et al.*, 2011).

4.3 Producción de cítricos en Veracruz

El estado de Veracruz se encuentra dividido en 212 municipios (INEGI, 2010) de los cuales 107 municipios se dedican a la producción de cítricos. Veracruz es el primer productor de cítricos a nivel nacional con 3'103,633.35 ton anuales, destacando por su producción la región de Temapache (624,029.99 ton), Martínez de la Torre (442,518.00 ton), Papantla (234,797.00 ton), Tihuatlan (209,995.00 ton) y Gutiérrez Zamora (128,417.00 ton).

La mayor producción de cítricos corresponde a naranja (1'982,951.78 ton; Figura 2A), limón (519,914.99 ton; Figura 2B) y Toronja (235,775.70 ton; Figura 2C). En menor proporción se producen Tangerina (Figura 2D), Mandarina (Figura 2E) y Tangelo ((Figura 2F; SIAP 2011), esto hace que se tenga una generación de empleos directos 70 mil, empleos indirectos 250 mil (SAGARPA 2009).

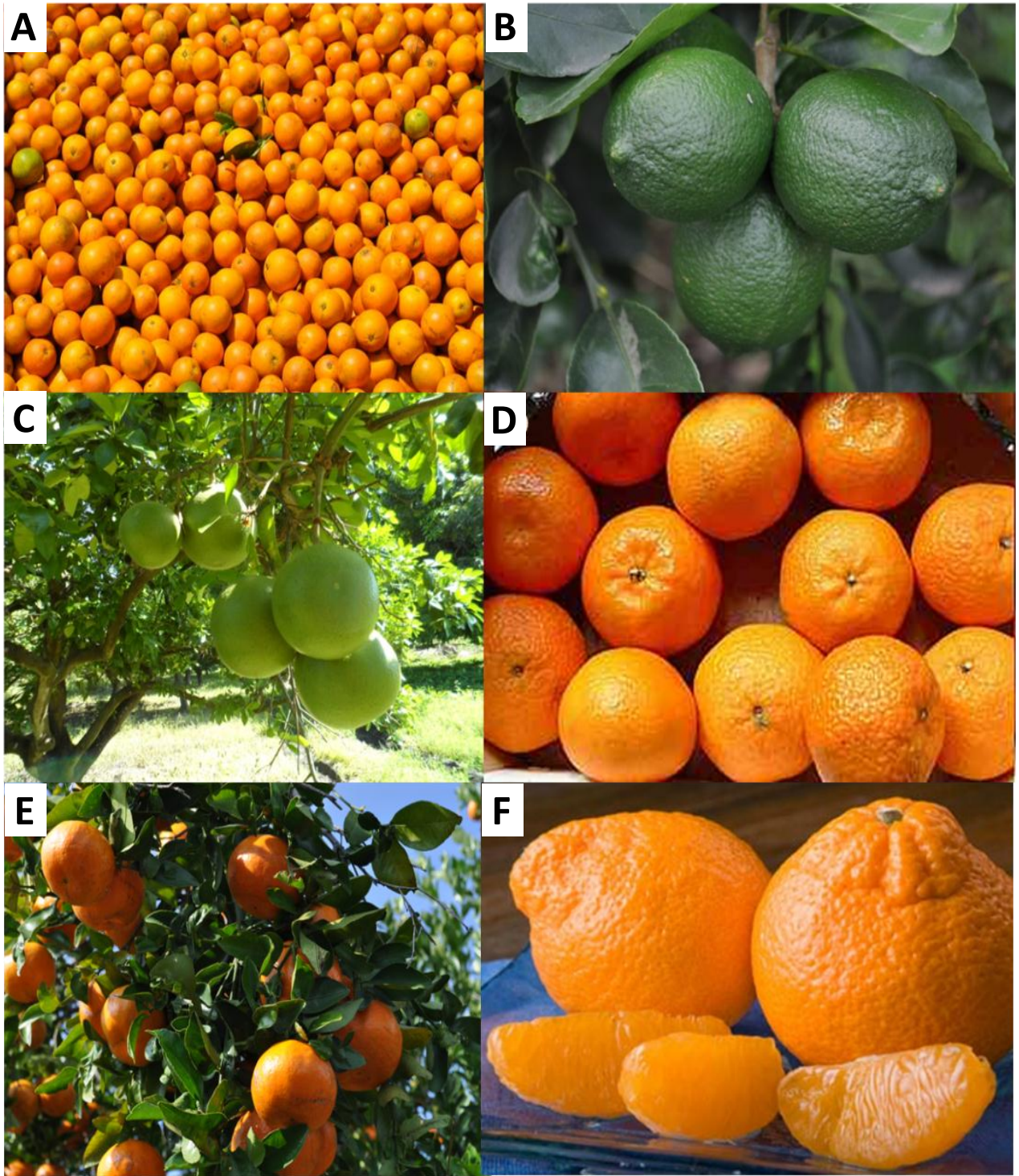


Figura 2. Cítricos que se producen en el estado de Veracruz. A) Naranja, B) limón, C) toronja, D) tangerina, E) mandarina y F) pomelo.

4.4 Generalidades del cultivo

4.4.1 Preparación del terreno

El establecimiento de un huerto cítrico debe realizarse en un terreno apropiado para el cultivo cumpliendo con las exigencias agroclimáticas y edáficas, por lo tanto se debe realizar una buena preparación del suelo con dos o tres meses de anticipación al trasplante (Gob. Del Edo. de Veracruz, 2011). Los mejores suelos para el establecimiento de un huerto cítricos deben ser profundos y de buen drenaje, las texturas más propicias son de medias a ligeras, con pH de neutro a ligeramente ácido. Las condiciones climáticas que favorecen la producción de Cítricos son temperaturas óptimas de 24 a 32°C. (Samaniego *et al.*, 2008). Antes establecer el cultivo en campo, se debe realizar la germinación y promoción de crecimiento de las plantas en vivero. Durante la fase de vivero se realizan actividades de germinación, selección de sustrato, riego y fertilización.

Germinación. La germinación de la semilla varía entre la mayoría de los cítricos. Generalmente, bajo condiciones idóneas de luz y temperatura la germinación inicia a los 20 o 30 días después de colocadas a germinar y se completa a los 45 días. La temperatura óptima es de 25 °C (Gob. Del Edo. de Veracruz, 2011).

Sustrato. Los sustratos son materiales orgánicos e inorgánicos, inertes o químicamente activos que se adecuan dependiendo su finalidad de producción utilizándose con finalidades de germinación de semillas, desarrollo y producción de plántulas y no deben de estar contaminados de sustancias tóxicas, hongos o nematodos. Para el caso de los cítricos, Maldonado (2010) recomienda aprovechar los subproductos de origen mineral, vegetal y animal que puedan conseguirse con facilidad como: turba, arena, cascaras vegetales, tepezil, tierra de monte, vermiculita y otros componentes.

Riego. Para el vivero, se recomienda utilizar el sistema de riego por goteo, empleando goteros auto compensados de 4 a 8 L/hora. Cada gotero, tiene la capacidad de distribuir agua a ocho y hasta 16 plantas a través de los tubines, con un gasto de agua aproximado de 0.5 L/h por planta (Sandoval *et al.*, 2011).

Fertilización. Para fertilizar las plantas en el vivero, se pueden utilizar los fertilizantes: Nitrato de calcio, fosfato monoamónico y otros fertilizantes solubles más complejos. No deben emplearse dosis altas para evitar quemaduras en las hojas o provocar desbalance nutrimental. También se puede utilizar fertilizantes de liberación lenta, los cuales disminuyen las pérdidas de nitrógeno por lixiviación y se concentran en el área radical de las plantas (Sandoval, 2011).

4.4.2 Trasplante

Cuando las plantas alcanzan unos 40-50 cm de altura estarán listas para el trasplante a campo. Las plantas deben trasplantarse de forma definitiva a campo cuando el suelo presente 80% de humedad, o bien si se cuenta con un sistema de riego se puede trasplantar en cualquier época del año (Curtí *et al.*, 2000).

4.4.3 Distancia de la plantación

La mayoría de las especies de cítricos que tienen un buen manejo agronómico pueden tener una vida productiva mayor a 30 años (Samaniego *et al.*, 2008). La distancia de la plantación depende del tamaño que lleguen alcanzar los árboles en la etapa adulta pero también depende de la especie, clima y tipo de suelo donde se desarrollen (Curtí 1998). Curtí *et al.* (2000) recomiendan que la distancia de los cítricos dependa del tipo de suelo y sistema que el productor quiera implementar. Los sistemas de distribución de cítricos más recomendables en campo son Marco real, Rectangular y Tres bolillos. De estos tres sistemas de siembra se ha observado que el Marco real es más productivo en comparación al Tres bolillos, ya que los arboles tienen mayor aireación y aprovechan mejor la luz solar (Curtí *et al.*, 1998).

4.5 Plagas y Enfermedades

La presencia de plagas y enfermedades en los cultivos cítricos representan una gran amenaza para la producción y calidad de los frutos. Cuando la incidencia de plagas y enfermedades es muy alta llegan a producir hasta la pérdida total del árbol. Aun cuando las condiciones climáticas de cálido-húmedo del estado de Veracruz, benefician el desarrollo y predominancia de plagas y enfermedades un adecuado programa de prevención y control de las plagas y enfermedades permite disminuir su incidencia en los huertos cítricos del estado.

En los cultivos de cítricos las plagas representan un aspecto de gran interés, ya que diversas especies de artrópodos viven a expensas de estas plantas y su presencia hace que afecte tanto a la producción como a la calidad del fruto (Agustí, 2003). A continuación se describen algunas de las plagas con mayor incidencia en cítricos del Estado de Veracruz:

Pulgón (*Toxoptera spp*): Existen varias especies de pulgones como el pulgón verde (*Aphis citricola*), pulgón café (*Toxoptera aurantii*) y el pulgón del algodón o del melón (*Aphis gossypii*), su presencia afecta de manera directa e indirecta a los cultivos de cítricos. Los pulgones se alimentan de las hojas en fase de crecimiento, flores antes de abrirse, y de los brotes vegetativos nuevos (Figura 3A). Los pulgones se encuentran alimentándose de las hojas, preferentemente en el envés, ocasionando un enroscamiento en las hojas, lo que va disminuir el área fotosintética del árbol y segregando mielecilla que facilita la aparición del hongo *Capnodium citri* (Fumagina). También de manera indirecta afecta como vector transmisor de enfermedades virales, ocasionado por la inyección de toxinas en la savia que produce una reacción fitotóxica que causa deformación de las hojas y falta de vigor en el árbol (Agustí, 2003).



Figura 3. A) Pulgón alimentándose de los brotes vegetativos nuevos de limón persa; B) acercamiento de pulgón (*Toxoptera spp*).

Escama de Nieve: (*Unaspis citri*). Esta escama recibe su nombre debido al color blanco de su cuerpo que da aspecto de nieve adherida a las hojas o la corteza del árbol (Figura 4). La escama se caracteriza por alimentarse por succión de la savia de hojas, frutos, ramas y troncos, atacando más a estos dos últimos en las huertas de limón persa. Su presencia ocasiona grietas en la corteza, y favorece la entrada a *Phytophthora spp* (Gomosis). El color blanco representa a la escama macho, mientras que el color de la hembra es parecido al del tronco al que se encuentra adherida. Cuando la plaga se presenta en grandes poblaciones disminuye el desarrollo, la producción y calidad del cultivo (Davies *et al.*, 1999; Curtí *et al.*, 2000).



Figura 4. Escama de Nieve (*Unaspis citri*) en hojas de limón persa.

Minador (*Phyllocnistis citrella*). Es un gusano de color blanco grisáceo que origina daños en las brotaciones de las hojas como en ramas tiernas recién formadas, creando minas en forma de serpentina por donde se va alimentando (Figura 5). Ocasionalmente daña el envés de las hojas por lo que las hojas tienden a deformarse y el limbo se enrolla hacia el envés. El área afectada adquiere un aspecto amarillento en la parte del haz. En plantas jóvenes la incidencia del minador ocasiona severos daños, ya que ataca cada hoja nueva, lo cual afecta el crecimiento y desarrollo normal de la planta. En arboles maduros el ataque severo del minador puede afectar la floración y fructificación.



Figura 5. Hojas de Toronja dañadas por Minador (*Phyllocnistis citrella*).

Ácaro Blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks). Los ácaros comprenden entre un 15 y 20 % de las especies plaga de mayor incidencia económica en los cítricos (Cabrera *et al.*, 2007). El ácaro blanco es una de las especies de mayor importancia económica en todo el mundo (Mesa *et al.*, 2012), ataca a las hojas tiernas, yemas, brotes y frutos (Curtí *et al.*, 2000), causando malformaciones en las hojas terminales y brotes de la flor, así también torceduras y distorsión en el crecimiento terminal de la planta (Cabrera *et al.*, 2007), ya que al alimentarse causa una variedad de síntomas y reacciones específicas por efecto de la posible toxina que inyecta en las regiones de crecimiento de la planta (Mesa *et al.*, 2012).



Figura 6. Daño de Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) en frutos (A) y hojas (B) de limón.

Psilido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* K). El Psilido asiático de los Cítricos es una especie de origen asiática introducida en México que se reportó por primera vez en Campeche en el 2002 (Armenta *et al.*, 2010). Esta plaga ocasiona daños a la planta por la trasmisión del patógeno *Candidatus liberibacter spp* al alimentarse de la savia que circula por el floema originando la restricción de este mismo causando en la producción de cítricos pérdidas hasta de un 30 % (Loya *et al.*, 2010). Siendo esta plaga una de las principales transmisoras de la enfermedad de HLB, tema central de esta investigación y que se describe más adelante a detalle.

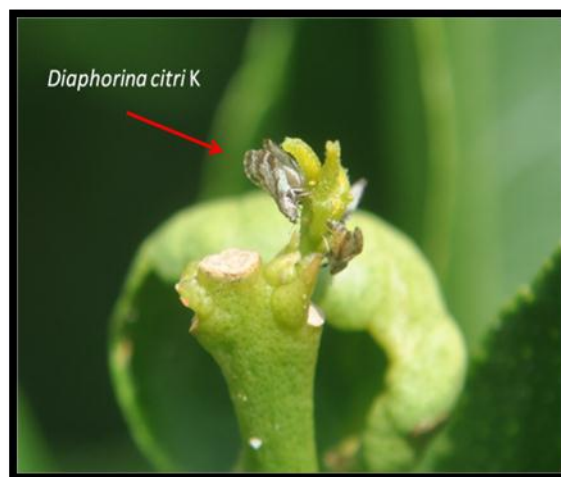


Figura 7. *Diaphorina citri* Kuwayama.

Algunas de las enfermedades de mayor importancia que afectan a los cítricos en la región de Veracruz se describen a continuación.

Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*). Esta enfermedad se considera de gran importancia para las regiones cálido húmedo de México. Los daños de mayor importancia que ocasiona este hongo son: defoliación, pérdida del vigor del árbol y disminución del rendimiento (Curtí *et al.*, 2000). Los primeros síntomas aparecen en el envés de las hojas donde se puede apreciar un ligero ampollamiento, mientras que en el haz se puede distinguir un amarillamiento del tejido, cuando la enfermedad se muestra avanzada presenta una mancha de aspecto grasoso.



Figura 8. Hoja con Mancha Grasienta (*Mycosphaerella citri*).

Fumagina (*Capnodium citri*). Este hongo ocasiona la Fumagina, que se transmite a través de la melaza (heces fecales) que producen las cochinillas, áfidos o algún otro insecto (Colombo, 2005). El hongo no parasita directamente al tejido vegetal sino que su acción es nutrirse de la mielecilla (savia bruta o fotosintatos). La presencia de esta enfermedad se visualiza fácilmente ya que es similar al tizne, creando una capa que puede cubrir las hojas, los frutos y otras partes de la planta dificultando seriamente la actividad fotosintética (Agustí, 2003). Por otra parte, su incidencia repercute sobre la cosecha y la calidad del fruto al retardar su coloración lo que hace pierda su valor económico. Lo recomendable es el control de los insectos cuya presencia facilita el ataque de la fumagina.



Figura 9. Daño de Fumagina (*Capnodium citri*) en el haz de hojas de limón persa.

Roña (*Elsinoe fawcettii*). Los síntomas de esta enfermedad se presentan en las hojas jóvenes como pequeños puntos semitranslucidos. Este hongo ataca a los tejidos de las frutas y se desarrolla en las hojas presentándose como manchas pequeñas a medida que la enfermedad va avanzando. Las hojas comienzan a distorsionarse y los frutos presentan lesiones o costras irregulares, que a menudo se rajan y son ligeramente levantadas. Las hojas son más susceptibles a la roña cuando empiezan a emerger las yemas y se vuelven inmunes cuando completan su crecimiento (Curtí, 2000).



Figura 10. Roña (*Elsinoe fawcettii*) en frutos (A) y hojas (B) de mandarina fremount (Imagen proporcionada por el Ing. Estrada).

Manchado Sectorial del Fruto o Wood pocket. Es una enfermedad que se presenta solamente en limón persa y que provoca una malformación congénita que se propaga por injerto. Cuando las yemas no son certificadas presentan el aspecto de manchones cloróticos distribuidos irregularmente en las hojas (De la Osa *et al.*, 2005). Por otra parte las ramas y el tronco muestran gomosis y lesiones necróticas, este último también presenta escaso desarrollo induciendo una producción baja de frutos y declinamiento, provocando la muerte del árbol (Figura 11).



Figura 11. Hojas y fruto del manchado sectorial del fruto o Wood Pocket en limón persa (DGSV, 2011; Imagen proporcionada por el Ing. Estrada).

4.6 Huanglongbing (HLB)

En el Cuadro 1, se muestra la taxonomía de la bacteria que causa el Huanglongbing de acuerdo con Mora (2012):

Cuadro 1. Taxonomía de Huanglongbing (Mora, 2012).

Jerarquía Taxonómica

Clase: *Alphaproteobacteria*

Orden: *Rhizobiales*

Familia: *Rhizobiaceae*

Género: *Candidatus liberibacter*

Especie: *Candidatus liberibacter africanus*

Candidatus liberibacter asiaticus

Candidatus liberibacter americanus

4.6.1 Antecedentes

La enfermedad del huanglongbing también conocido como la enfermedad de los brotes amarillos, dragón amarillo o en inglés greening se considera como una de las enfermedades más devastadoras de los cítricos en los últimos diez años a nivel mundial, mucho más grave que el virus de la tristeza y representa una gran amenaza peligrosa para las regiones cítricas (Bové, 2006) ya que no existe ningún tipo de cura para los árboles infectados por esta bacteria (Velázquez, 2011; Albrech, 2012). En 1919, el HLB se detectó por primera vez en Asia, al sur de China en la provincia de Guandong (Bové, 2006). Así mismo para, los años 1920 se reportó en Taiwán y en las islas Filipinas. Posteriormente en 1929 cultivadores de cítricos en Sudáfrica revelan por primera vez una nueva especie de *Candidatus liberibacter* y la llaman la enfermedad de los brotes amarillos y greening (Mora, 2012; OIRSA, 2008). El incremento de la producción de cítricos en los países antes mencionados provocó la diseminación del vector (*Diaphorina citri* K.), y favoreció el incremento en incidencia de HLB en países de ambos continentes (SAGARPA, 2009). Por varios años se creía que esta enfermedad era causada por la deficiencia de minerales o por toxicidad. Hasta que Lin en 1956 demostró su transmisión por injertos (OIRSA, 2008).

4.6.2 Distribución geográfica

Actualmente, los países con mayor incidencia de HLB son Arabia Saudita; Bangladesh, Bhután, Birmania (Myanmar), Camboya, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón, Malasia, Nepal, Papúa Nueva Guinea, Paquistán, Tailandia, Taiwán, Timor Oriental, Vietnam, Yemen, Laos, Somalia, Australia, Bangladesh, Kenia, Swazilandia, Belice, Madagascar, Brasil, Tanzania, Burundi, Malawi, Mauricio, México, Camerún, Myanmar, Zimbawe, Namibia, Cuba, Estados Unidos, Nicaragua, Georgia, República centro Africana, Guatemala, Haití, República Dominicana, Honduras, Reunión y Rwanda (OIRSA, 2010). Siendo los países del continente asiático y africano los más perjudicados.



Figura 12. Distribución Mundial de *Candidatus Liberibacter asiaticus*, *C. Liberibacter africanus* y *C. Liberibacter americanus*.

En el continente americano la bacteria de *Candidatus liberibacter asiaticus* no se había detectado, pero en julio de 2004 los síntomas del HLB fueron confirmados en Sao Paulo, Brasil (Bové *et al.*, 2007). Posteriormente en septiembre de 2005 fue detectada en el estado de Florida, EE.UU (Nava *et al.*, 2007; Tapia, 2009), en el año 2006 en Cuba y en 2007 en Louisiana, E.U. (Bassanezi *et al.*, 2009). En

México, siete años después de la llegada del *Psilido* se reporta la incidencia de HLB por primera vez el 6 de julio de 2009 en la localidad del Cuyo, municipio de Tizimin, Yucatán (Hernández *et al.*, 2010). En diciembre de ese mismo año fue detectado en 14 municipios de 4 estados. En julio de 2010 *Candidatus liberibacter* se detectó en 26 mpios de 7 estados, y para diciembre el HLB se había diseminado en 71 mpios de 8 estados. En noviembre de 2011 la presencia de *Candidatus liberibacter* en México se encuentra disperso en 134 municipios de 13 de los 23 estados citrícolas (Figura,12), que a continuación se enuncian (Sánchez *et al* 2011; Velázquez 2011): Yucatán (40 Mpios.), Quintana Roo (5 Mpios.), Nayarit (15 Mpios.), Jalisco (43 Mpios.), Campeche (1 Mpio.), Colima (10 Mpios.), Sinaloa (4 Mpios.), Michoacán (6 Mpios.), Chiapas (2 Mpios.), Hidalgo (4 Mpios.), Baja California Sur (2 Mpios.), San Luis Potosí (1 Mpio.), Veracruz (1 Mpio). Siendo colima el estado más afectado hasta marzo de 2012, se reportaban 315 mil plantas con síntomas de HLB en 1595 plantaciones comerciales con una superficie total de 12,996 Ha⁻¹ que representa el 60% de la superficie citrícola del estado (Flores *et al.*, 2012).



Figura 13. Distribución nacional de *Candidatus liberibacter* en México.

4.6.3 Importancia económica

La presencia del Huanglongbing en los países productores de cítricos provoca pérdidas económicas importantes, hasta el momento esta enfermedad ha sido la más devastadora de los cítricos. La incidencia de la enfermedad no ha permitido el uso de injertos en la búsqueda de patrones resistentes como se ha hecho con otras enfermedades de gran importancia. Ejemplos de pérdidas económicas son (Yang *et al.*, 2006; Tsai *et al.*, 2008; Ahmad *et al.*, 2008; OIRSA, 2009; Velázquez, 2011):

- Las pérdidas anuales de producción en Sudáfrica eran del 30%, mientras que con la llegada de la enfermedad de HLB han llegado a ser hasta del 100%.
- En la Isla Reunión y en Tailandia se reportan plantaciones enteras abandonadas por los estragos causados por la enfermedad.
- Entre 1920 y 1970 la enfermedad se propago rápidamente en China, y llegó a destruir decenas de millones de árboles de cítricos.
- En Java y Sumatra, 3 millones de árboles fueron destruidos entre 1960 y 1970, y en Bali se perdieron 3.6 millones de árboles entre 1984 y 1987.
- En 1951 en Taiwán *Candidatus liberibacter asiaticus* provocó devastaciones en la producción de cítricos.
- En Filipinas la producción de mandarinas disminuyó de 11,700 a 100 ton, de 1960 a 1970.
- En un estudio realizado de 2001-2004 en un cultivo de cítricos en Malasia, se reveló que aproximadamente 2,458 ha⁻¹ de un total de 3,526 mostro la presencia de los síntomas de la enfermedad HLB.
- En Guandong (China) en el periodo 1977-1981 se erradicaron 960 mil plantas de mandarinas y limones con HLB, disminuyendo la producción de 450 mil a 5 mil ton.
- En Brasil 3 millones de árboles de naranja dulce fueron erradicados en el 2004.
- En Florida se diseminó por dicho territorio en tres años, y se estima la pérdida por HLB y Canker en US \$9.3 billones.
- En Arabia Saudita las plantaciones de mandarinas y naranja dulce desaparecieron totalmente durante la década del 1975-85.

- La industria cítrica de la India está siendo destruida lentamente por esta enfermedad.

4.6.4 Agente causal

El nombre oficial de esta enfermedad fue registrado en el año de 1995, que significa la enfermedad de los brotes amarillos (Figura 13; Velázquez, 2011).



Figura 14. Significado de la palabra Huanglongbing (Elaboración propia).

El procarionta asociada con la enfermedad del enverdecimiento de los cítricos fue observado por primera vez en 1970, por Laflèche y Bové en el floema de las hojas afectadas de naranja dulce (Jagoueix 1994). El agente causal del enverdecimiento de los cítricos o HLB está asociado con *Candidatus liberibacter* spp bacteria alfa-proteobacteria de tipo Gram-negativa (Mora, 2012), que se desplaza a través de los poros de los tubos cribosos (Mora, 2012) limitando el flujo de los productos fotosintéticos transportados por el floema (Lin *et al.*, 2008). Actualmente se conocen tres diferentes especies *C. liberibacter asiaticus* distribuido en el continente asiático, *C. liberibacter africanus* registrado en África y en Brasil se encuentran presentes las variantes *C. liberibacter americanus* y *C. Liberibacter asiaticus*. En México actualmente se encuentra *C. liberibacter asiaticus* (Robles *et al.*, 2010).

4.6.5 Plantas hospederas

El Huanglongbing daña severamente a plantas de la familia *Rutácea* (Cuadro 2), afectando a cítricos como la naranja (*Citrus cinensis*) mandarina (*Citrus reticulata*) y tangerina (*Citrus deliciosa*), pero también existen hospederos alternativos como el género *murraya spp*, siendo su principal hospedante la limonaria (*Murraya paniculata*) planta ornamental que es utilizada en plazas, jardines y parques (Mora, 2012).

Cuadro 2. Principales plantas reportadas como hospederas del Huanglongbing.

Plantas hospederas del Huanglongbing	
<i>Aegle marmelos</i> (L). Corr.	<i>Aeglopsis chevalieri</i> Swingle
<i>Afraegle gabonensis</i> (Swingle) Engl.	<i>Afraegle paniculada</i> (Schum.) Hengl.
<i>Atalantia missionis</i> Oliver	<i>Atlantia monophylla</i> (L.) Corr.
<i>Balsamocitrus dawei</i> Stapf.	<i>Burkillanthus malaccensis</i> (Ridl.) Swingle
<i>Calodendrum capensis</i> Thunb.	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don
* <i>Citroncirus webberi</i> J. Ingram & H.E. Moore	<i>Citrus amblycarpa</i> Ochse
<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	<i>Citrus aurantium</i> L.
<i>Citrus depressa</i> Hayata	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck
<i>Citrus hassaku</i> Hort. ex Tanaka	<i>Citrus hystrix</i> DC.
<i>Citrus ichangensis</i> Swingle	<i>Citrus junos</i> Sieb. ex Tanaka
<i>Citrus jambhiri</i> Lushington	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.
<i>Citrus kabuchi</i> Hort. ex Tanaka	<i>Citrus x nobilis</i> Lour. "Ortanique"
<i>Citrus x limonia</i> Osbeck	<i>Citrus medica</i> L.
<i>Citrus maxima</i> (pomelo/shaddock)	<i>Citrus oto</i> Hort. ex Tanaka
<i>Citrus x nobilis</i> Lour.	<i>Citrus reticulata</i> Blanco
<i>Citrus x paradisi</i> Macfad.	<i>Citrus sunki</i> Hort. ex Tanaka
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	<i>Clausena indica</i> Oliver
<i>Citrus unshiu</i> (Mack.) Marc	<i>Cuscuta australis</i> R. Br. (Convolvulaceae, Cuscutaceae)
<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	<i>Limonia acidissima</i> L.
<i>Fortunella</i> spp	<i>Murraya koenigii</i> (L.)
<i>Microcitrus australasica</i> (F.J. Muell.) Swingle	<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	<i>Severinia buxifolia</i> (Poiret) Ten.
<i>Swinglea glutinosa</i> (Blanco) Merr.	<i>Triphasia trifolia</i> (Buró.) Wilson
<i>Toddalia lanceolata</i> Lam (Burm. f.)	

El* indica que es un híbrido. Datos tomados de OIRSA, 2009.

4.6.6 Sintomatología

Los síntomas del HLB varían dependiendo de las especies, variedad y de la edad de la planta (SAGARPA 2008). Gottwald (2007) menciona que los síntomas del HLB son variados, y pueden ser confundidos por otras enfermedades, por lo que hay que detectar los síntomas característicos únicos de la HLB, que son:

- 1) Las hojas presentan un amarillamiento de forma irregular, que en muchas ocasiones suele confundirse con deficiencias de nutrientes como Mg, Zn, Mn y Fe. Los síntomas se pueden apreciar más en la época de otoño-invierno, ya que se observa más el amarillamiento y el moteado. Por otro lado cuando la enfermedad se empieza diseminar por todo el árbol las ramas empiezan a defoliarse y los síntomas empiezan aparecer por todo el árbol (Suarez, 2008).

- 2) Los síntomas para la variante asiática que caracterizan al HLB, se detectan por presentar brotes amarillos, que consisten en aéreas amarillentas en el haz de las hojas (Figura 15A) que provocan la caída de hojas (Figura 15B). Posteriormente cuando *Candidatus liberibacter* empieza a diseminarse por el árbol las hojas presentan diferentes tipos de moteados: moteado clásico (Figura 15C), moteado clorótico asimétrico como es en el caso del haz y envés en hojas de naranjo (Figura 15D) moteado irregular simétrico (Figura 15E) y asimétrico (Figura 15F). También, se observa, aclaramiento de las venas laterales (Figura 15G) al cruce con las venas secundarias limitadas por la vena principal (Figura 15H) y las hojas pequeñas y erectas también son otro de los síntomas provocados por esta bacteria.

- 3) Síntomas de *Candidatus liberibacter asiaticus* presente en frutos (Loredo *et al.*, 2010; Robles *et al.*, 2010; DGSV, 2010; González *et al.*, 2012; Almeyda, 2011): Los árboles que presentan los síntomas de *Candidatus liberibacter* no desarrollan sus frutos, o estos son de formas irregulares (Figura 16A). Los frutos que se desarrollan de forma deforme presentan semillas pequeñas, atrofiadas, oscuras y abortadas (Figura 16B) y pueden ser pequeños (Figura 16C). Algunos frutos pueden presentar manchas amarillas en la base del disco

(Figura 16D) y/o inversión de color (Figura 16E), y con la columna deformada (Figura 16F).

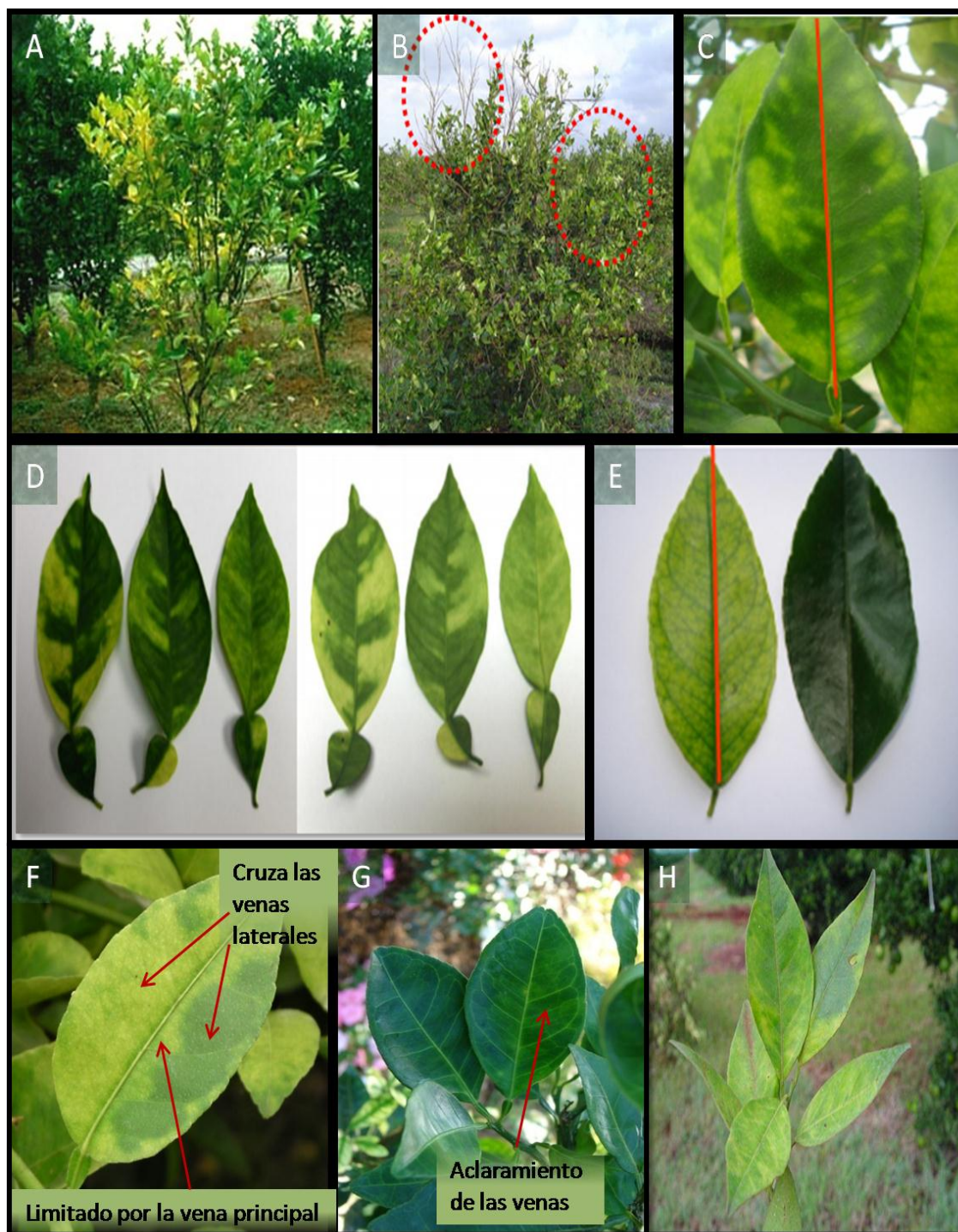


Figura 15. A-H) Síntomas de Huanglongbing en hojas de cítricos.

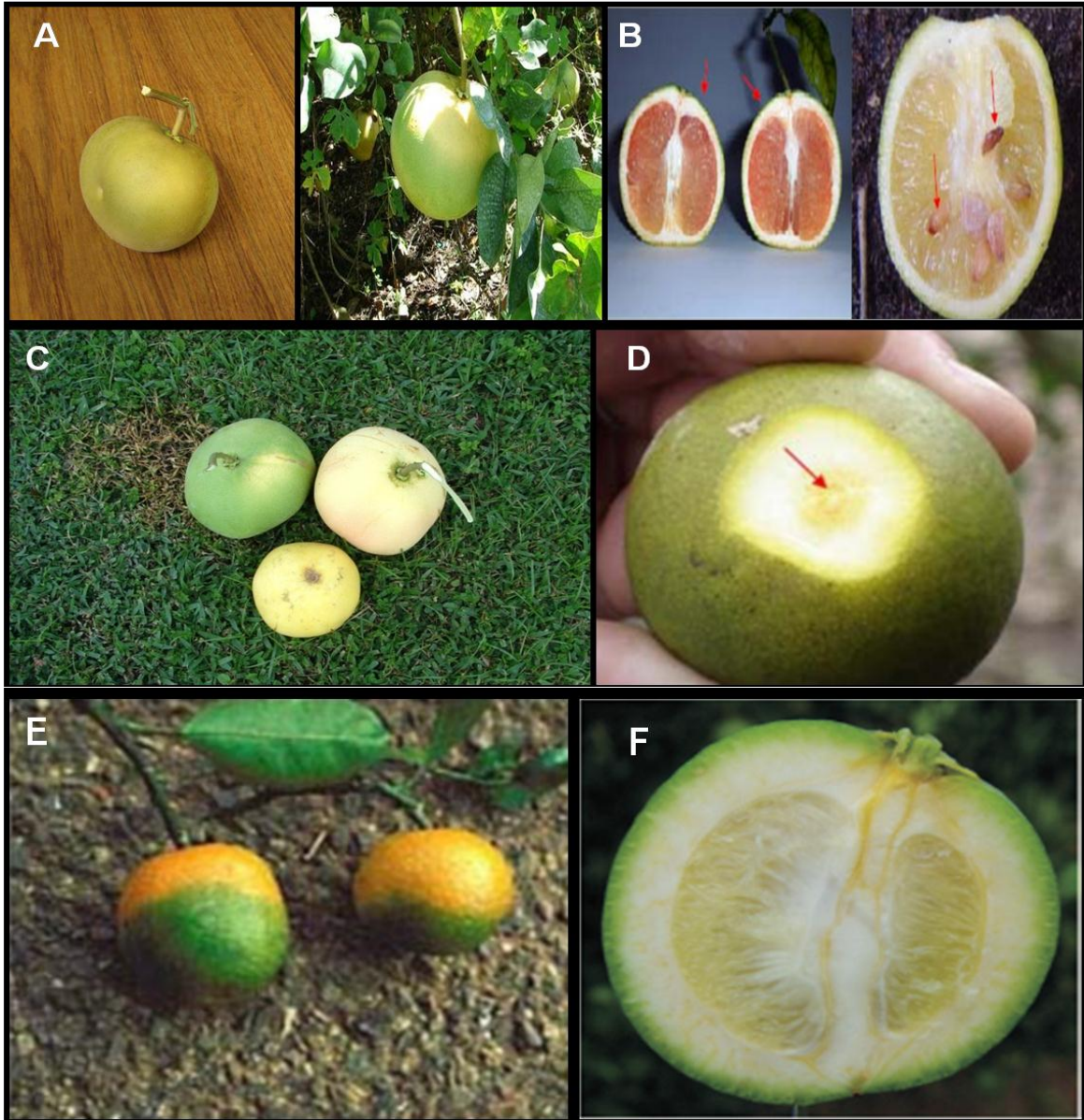


Figura 16. Frutos de cítricos con síntomas de *Candidatus liberibacter asiaticus*. A) Frutos deformes; B) semillas atrofiadas, oscuras y abortadas; C) frutos pequeños, D) mancha amarilla en el disco E), inversión de color F) columnela del fruto deforme.

4.6.7 Diseminación del HLB

Las formas de transmisión del HLB pueden ser por medio de dos factores, uno de ellos es a causa de los fenómenos meteorológicos (Huracanes, Ciclones y vientos) que dispersan la bacteria por medio del psilido infectivo (DGSV, 2011), pero también puede ser a través de material vegetal contaminado (injerto). Diversos países han implementado programas de certificación en viveros para garantizar

que las plantas adquiridas están libres de *Candidatus liberibacter* y otros patógenos (OIRSA, 2009).

Los vectores transmisores conocidos actualmente son los psilidos: *Diaphorina citri* (Kuwayama) y *Trioza erytreae* (Del Guercio), estas plagas han sido de mayor importancia en la citricultura, ya que son los principales vectores transmisores causantes de la dispersión de la bacteria del HLB.

4.6.7.1 *Diaphorina citri* Kuwayama

En el Cuadro 3, se muestra la clasificación del Psilido asiático según Vargas (2008).

Cuadro 3. Jerarquía Taxonomica del Psicilido asiático (Vargas, 2008).

Jerarquía Taxonómica
Reino Animal
Filo Arthropoda
Superclase Héxapoda
Clase Insecta
Orden Hemíptera
Suborden Sternorrhyncho
Superfamilia Psylloidea
Familia Psyllidae
Genero <i>Diaphorina</i>
Especie <i>Citri</i>
Nombre científico <i>Diaphorina citri</i> kuwayama (1908)

En los últimos años la citricultura mundial ha estado amenazada por el arribo, la dispersión y el establecimiento de un psilido procedente de la región asiática. El psilido *Diaphorina citri* Kuwayama, es un insecto plaga con categoría cuarentenaria y está establecido en zonas cítricas de todo el mundo, esta plaga es la forma principal para que la bacteria causante del HLB pueda dispersarse (Martínez, 2010).

Diaphorina citri es solo uno de los dos vectores trasmisores de la conocida enfermedad huanglongbing o dragón amarillo de los cítricos. Este psilido asiático es trasmisor para las variantes *Ca L* asiática y *Ca L* americana que causa síntomas en los climas secos ya que son tolerantes al calor, se alimentan y se reproducen en cítricos y limonaria o mirto, este último es principal hospedante del insecto (Villagomez, 2011).



Figura 17. A) Colonia de ninfas y B) adultos de *Diaphorina citri* K.

4.6.7.2 Ciclo de vida del insecto y reproducción

D. Citri K. tiene un periodo de vida corto, pero un grado de fecundidad alto. Los adultos de este psilido llegan a medir de 3 – 4 mm de longitud, el color del cuerpo es café moteado recubierto de polvo ceroso, la hembra es capaz de poner hasta 800 huevos durante toda su vida, teniendo una duración en el periodo embrionario variando de 9,7 días a 15 °C y de 3,5 días a 28°C. La duración del ciclo biológico

de huevo hasta adulto es de 14.1 días a 28 °C y de 49.3 días a 15 °C. Las ninfas son de color anaranjado amarillento midiendo de 1.5 – 1.7 mm, los huevos son alargados recién colocados teniendo un color amarillo claro, y se tornan anaranjado cuando están próximo a eclosionar y son colocados verticalmente en los ápices de los brotes (Armenta *et al.*, 2010). En estado adulto el comportamiento típico de este psilido es que cuando salta realiza vuelos de 3 – 5 metros cuando poseen pocas condiciones para su desarrollo. Cuando las hojas son monitoreadas se pueden encontrarse sobrepobladas (Mora, 2012).

El clima es un factor importante dentro de la reproducción de *Diaphorina*. Nava *et al.* (2007) evaluaron la biología de *Diaphorina citri* en 7 ambientes climáticos, en los cultivos de lima Rangpur (*Citrus limonia*), mandarino Sunki y Mirto (*Murraya paniculata*). Ellos determinaron que la temperatura inicial para el desarrollo de los estados de huevo y ninfa es de 12°C y 13.9°C, respectivamente; mientras que la suma térmica requerida para completar los estados de huevo y ninfa fue de 52.6 y 156.9°C por día (Grados Día, GD). Estos investigadores, mencionan que el valor promedio de temperatura base y suma térmica para el ciclo biológico completo *D. citri*, desde el estado huevo hasta la eclosión del adulto es de 13.5 °C y 210.9 GD, respectivamente.

4.6.7.3 Distribución mundial

Diaphorina citri es una de las enfermedades más serias a nivel mundial, su alta incidencia se debe a su facilidad de diseminación de la bacteria del HLB (Aurambout, 2009). *Diaphorina citri* evolucionó en la india asociado a una especie de Murraya, y fue descrito por primera vez en Taiwán (Martínez, 2010). A nivel mundial, este psilido asiático tiene mayor distribución en las regiones tropicales y subtropicales, se ha detectado en las zonas secas y cálidas al sur de China y Taiwán. También se ha localizado en varias Islas del archipiélago japonés, la india, la zona occidental de la península Arábiga, Sureste de Asia, Islas Reunión y Mauricio, Brasil, Venezuela, Argentina. Así como también se presenta en Estados Unidos y México (Alemán *et al.*, 2007; Ortega, 2011).

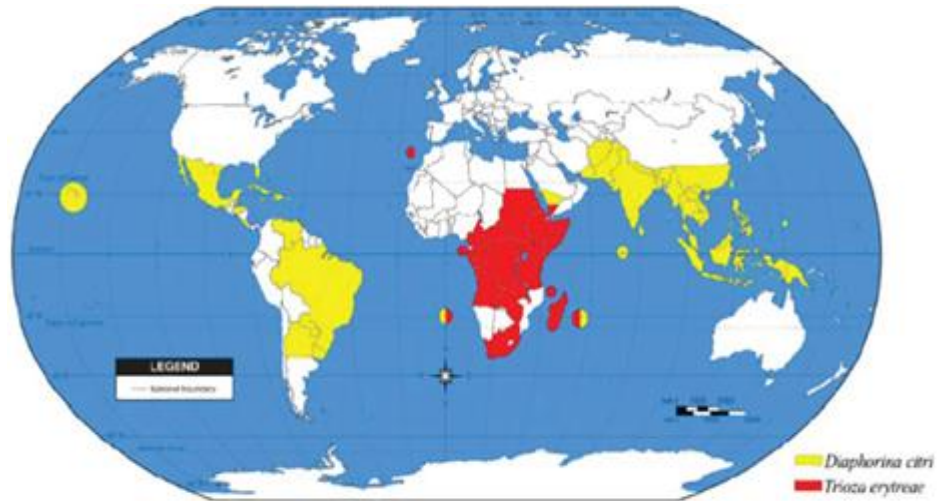


Figura 18. Distribución mundial de *Diaphorina citri*.

En México *Diaphorina citri* fue encontrado por el Dr. D.B. Thomas originalmente durante el año de 2002 en los estados de Campeche y Quintana Roo (Armenta *et al.*, 2010). Posteriormente el Psilido Asiático de los Cítricos infectivo en México hasta el momento se encuentra en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Nayarit, Jalisco, Campeche, Colima, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Morelos, Chiapas, Sonora, Baja California Sur, San Luis Potosí Hidalgo, Nuevo León y Puebla (DGSV, 2011).



Figura 19. Distribución nacional de Psilidos infectivos de *Diaphorina citri*.

Este psilido se alimenta de brotes jóvenes los cuales llegan a morir, retardando el crecimiento, su principal importancia se debe a que puede transmitir las bacterias Gram negativa *Candidatus Liberibacter* (Armenta *et al.*, 2010).

El psilido asiático ocasiona daño directos en los brotes nuevos y en el follaje del árbol como es la deformación y la abscisión de las hojas en bajas infestaciones, mientras que en infestaciones altas puede matar los brotes vegetativos de las plantas en desarrollo (Cortes *et al.*, 2010), cuando la infestación de esta plaga es alta origina abundante secreción de mielecilla favoreciendo el desarrollo de Fumagina afectando el vigor del árbol.

4.6.7.4 *Trioza erytrae* (Psilida africana de los cítricos)

En el Cuadro 4, se muestra la Clasificación del *Psilido africano* según OIRSA 2009.

Cuadro 4. Jerarquía Taxonómica del Psilido africano (OIRSA, 2009).

Jerarquía Taxonómica

Clase Insecta

Orden Hemiptera

Suborden Sternorrhyncho

Superfamilia Psylloidea

Familia Triozidae

Genero *Trioza*

Especie *erytrae*

Nombre científico *Trioza erytrae* Del Guercio(1908)

Trioza erytreae fue descubierto por primera vez en 1990 (Pietersen *et al.*, 2010) es muy sensible al calor y al clima seco, favorecido por temperaturas de 20-24 °C y altitudes superiores a los 500-600 msnm (Robles, 2008). Esta psilida africana se encuentra presente en el continente africano en los siguientes países: sudan, eritrea, etiofia, Kenia, Uganda, Burundi, Tanzania, Comoras, Malawi, Zambia, Zimbabue, Sudáfrica, Suazilandia, Madagascar y las islas Santa Helena, Mauricio y Reunión, así también países vecinos como Arabia y Yemen (Siverio 2007) A la fecha esta psilida se reporta como ausente en México (Mora 2012).

Trioza erytreae es el única psilida africana del grupo procedente de la región afrotropical que se alimenta y forma agallas en el género citrus y otras rutáceas (Siverio, 2007).



Figura 20. Psilido Africano *Trioza erytreae* (Del Guercio).

4.6.8 Métodos probados para la detección del huanglongbing

El único método oficial para la detección de HLB es mediante PCR (Reacción en Cadena de Polimerasa), tanto convencional como en tiempo real.

El PCR convencional es suficiente para el diagnóstico positivo o negativo para muestras del HLB, es más económico y requiere menos mantenimiento (OIRSA,

2009), sin embargo tiene algunas desventajas, ya que con este método es muy difícil detectar la bacteria en una planta asintomática (Li *et al.*, 2009) Hung *et al.* (2004) mostraron evidencia de que la detección de HLB por PCR convencional es muy difícil debido a la concentración baja de la bacteria y a la heterogeneidad de su distribución en el árbol (OIRSA, 2009),

Por otro lado el PCR en tiempo real es más sensible, caro y requiere más mantenimiento y no es necesario para el diagnóstico rutinario sin embargo se ha convertido en el método de detección preferido para especies de *Candidatus liberibacter* ya que ofrece mejor la detección rápida de esta bacteria relativamente al PCR convencional (Morgan *et al.*, 2012).

4.6.9 Norma oficial del Huanglongbing

En el territorio nacional la norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-047-FITO-2009 establece las acciones fitosanitarias para mitigar el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos. Mientras que, las medidas fitosanitarias que deben aplicarse para el control del psilido asiático de los cítricos está fundamentado en la norma oficial mexicana NOM-EM-079-FITO-2002. Esta norma rige los requisitos fitosanitarios para la producción y movilización de material propagativo libre de virus de la tristeza y otros patógenos asociados a cítricos. Los detalles referentes a los lineamientos de ambas normas se especifican en los archivos adjuntos al CD.

V. CONCLUSIÓN

La HLB es una enfermedad bacteriana que provoca sintomatología muy similar a las deficiencias nutrimentales de los cítricos, por lo que generalmente es controlada de forma errónea por los productores o asesores agrícolas.

Este trabajo es una referencia bibliográfica o apoyo técnico sobre las generalidades de producción de cítricos, los síntomas y técnicas de detección de la bacteria Huanglongbing (*Candidatus liberibacter*) y su vector el Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustí, M. (2003) Citricultura. Ed Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Albrech U, Bowman K. (2012) Transcriptional response of susceptible and tolerant citrus to infection with *Candidatus liberibacter* asiaticus. Plant Science 185-186 (2012) 118-130
- Alemán J., Baños H., Ravelo J. (2007) *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. Rev. Protección Veg. Vol. 22 No. 3 (2007). 154-165
- Almudena V. (2010) Respuesta fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Tesis doctoral. Universitat Jaume.
- Armenta I., Ortiz J., Vega A., Ramírez J. (2010) Presencia de *Diaphorina citri* en el valle de guaymas-empalme, sonora. 2007-2010. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010 INIFAP. SAGARPA.5 pp.
- Aurambout J.P., Finlay K.J., Luck J., Beattie G.A.C. (2009) A concept model to estimate the potential distribution of the Asiatic citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Australia under climate change—A means for assessing biosecurity risk. Ecological Modelling. 220 (2009) 2512-2524.
- Bassanezi R., Gottwald R. (2009) Epidemiology of HLB and potential pathways for introduction. Taller internacional de plagas cuarentenarias de los cítricos. Villahermosa, Tabasco, México. 27-31 de julio.

- Bellis G., Hollis D., Jacobson S. (2005) Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), and huanglongbing disease do not exist in the Stapleton Station area of the Northern Territory of Australia. Australian Journal of Entomology 44, 68-70.
- Bové J.M., 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging century-old disease of citrus. Journal of plant pathology (2006) 88 (1), 7-37.
- Cabrera M.H., Murillo C.F. (2007) Ácaros de importancia económica en cítricos. 1ª semana internacional de la citricultura. INIFAP. SAGARPA.
- Colombo A. (2005) Cultivar los cítricos ornamentales y de fruto. Editorial de Vecchi, S.A.U. 141 p.
- Cortez M.E., Pérez M.J., López A.J.I., Medina M.H.M., González V.M. (2010) Fluctuación poblacional de *Diaphorina citri* kuwayama y preferencia de hospedero en cítricos en el centro del estado de Sinaloa, México. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010 INIFAP. SAGARPA. 32-40 pp.
- Curti D A., Díaz Z.U., Loredó S.X., Sandoval R.J., Pastrana A.L., Rodríguez C.M. (1998) Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco. Libro técnico No. 2 CIRGOC. INIFAP. SAGAR. 175 p.
- Curti D A., Loredó S.X., Díaz Z.U., Sandoval R.J., Hernández H.J. (2000) Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro Técnico Num. 8. Veracruz, México. 144p.
- Davies, F.S., Albrigo, L.G. 1999. Cítricos. Editorial Acibria, S.A. Zaragoza. España
- De la Osa G.F.J., De la Osa B.F.M. (2005) Sistema de defensa contra el virus Tristeza de los cítricos (VTC). Fundación Produce Veracruz. pp. 37.
- Díaz P.G., Mora A.G., Guajardo P.R., López A.J. (2010) Detección de aéreas de riesgo agroclimático favorables para el desarrollo de *Diaphorina citri* en zonas cítricas del estado de Nuevo León. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010. INIFAP pp 119-127.
- Gonzales P., Reyes De Corcuera J., Etxeberria E. (2012) Characterization of leaf starch from HLB-affected and unaffected-girdled citrus trees. Physiological and Molecular Plant Pathology 79 (2012) 71-78.
- González P.C., Etxeberria E., Achor D., Albrigo G. (2009) Uso de la reacción almidón-Yodo para la selección de hojas sospechosas con HLB: distribución anatómica del almidón en arboles positivos al HLB. Memorias del 1er encuentro internacional de Investigación en cítricos. Martínez de la Torre, Ver. México.
- Gottwald, T.R., Da Graça, J.V., Bassanezi, R.B. (2007). Citrus Huanglongbing: The pathogen and its impact. Online. Plant pathology APSnet. Fundecitrus Brasil.

- Hernández G.C., Curtí D.S., Sandoval R.J., Loredó S.R., Guajardo P.R., López A.J. (2010) Comportamiento de *Diaphorina citri* en cinco áreas agroecológicas definidas por temperatura, en Veracruz y Puebla 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Críticos y el Huanglongbing en México – 2010 INIFAP, SAGARPA 77-90 pp.
- Jagoueix S., Bové J., Garnier M. (1994) The phloem-limited bacterium of greening disease of citrus is a member of the α Subdivision of the *proteobacteria*. *Journal of systematic bacteriology*, July p. 379-386
- Jagoueix S., Bové J., Garnier M. (1994) The Phloem-limited Bacterium of Greening Disease of Citrus Is a Member of the α Subdivision of the Proteobacteria. *International journal of systematic bacteriology*, July 1994, p. 379-386
- Khairulmazmi A., Kamaruzaman Sijam, H., Jugah K., Syed O., Syed R. (2008) Occurrence and Spread of *Candidatus liberibacter* Asiaticus, the causal agent of Huanglongbing disease of citrus in Malaysia. *Journal of Agriculture and Biology Sciences*, 4 (1):103-111.
- Li, W., Levy L. (2009) Citrus Huanglongbing Diagnosis based on molecular detection of associated *Liberibacter* species. Taller internacional de plagas cuarentenarias de los cítricos. Villahermosa, Tabasco, México. 27-31 de Julio. 1-10 p.
- Lin Hong, Doddapaneni H., Bai X., Yao J., Zhao X., Civerolo E. (2008) Acquisition of uncharacterized sequences from *Candidatus Liberibacter*, an unculturable bacterium, using an improved genomic walking method. *Molecular and Cellular Probes* 22 (2008) 30-37
- Loredó S.X., Uribe B.A. (2011) Técnicas de prediagnóstico para la detección del HLB. Taller 5ª semana internacional de la citricultura. INIFAP SAGARPA.
- Loya R.J., Navejas J.J., Ruiz E.F., Beltrán M.F., Lozano R.J., Duarte O.J. (2010) El Psílido Asiático en diferentes variedades de cítricos en el Valle de Santo Domingo, Baja California Sur, México. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Críticos y el Huanglongbing en México – 2010 INIFAP. SAGARPA 25-29 pp.
- Maldonado P.M. (2010) Desarrollo de plántulas de portainjertos cítricos en tubetes con diferentes sustratos y soluciones nutritivas. Tesis maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco edo. De México 75 pp.
- Martínez-Carrillo, J.L. 2010. *Diaphorina citri* Kawayama. Psílido asiático de los cítricos. Ficha técnica. Instituto Tecnológico de Sonora. 20 p.
- Mesa C., Nora R.T. (2012) Ácaros que afectan la calidad del fruto de los cítricos de Colombia. Corporación Universitaria Lasallista. 171 pp.
- Mora-Aguilera G. (2012) Huanglongbing. Ficha técnica. Colegio de postgraduados. SENASICA. SAGARPA.

- Morgan K.J., Zhou L., Li W., Shatters R.G., Manjunath K., Yong-Ping D. (2012) Improved real-time PCR detection of *Candidatus liberibacter asiaticus* from citrus and psyllid hosts by targeting the intragenic tandem-repeats of its prophage genes. *Molecular and cellular Probes* 26 90-98.
- Nava D.E., Torres M.L. G., Rodrigues M.D.L., Bento J.M.S., Parra J.R.P. (2007) Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different hosts and at different temperatures. *J. Appl. Entomol.* 131 (9-10), 709-715 (2007) doi:10.1111/J.1439-0418.2007.01230.x
- OIRSA (2009) Cuarta Edición. Plan de regional de contingencia para la prevención y contención del HLB en la región de OIRSA.
- Pietersen G., Viljoen R. and Nkgobe M. B. (2010) Background, current situation and management of HLB and its vector in south. 2º Taller internacional sobre el Huanglongbing y el Psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán Senasica, SAGARPA.
- Robles G.M., Velazquez M.J., Manzanilla R.M., Orozco S.M., Flores V.R., Medina U.V. (2010) Síntomas de Huanglongbing en limón Mexicano, primeras observaciones. 1er Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México – 2010 INIFAP. SAGARPA 141-149
- Samaniego R.J., Cabrera C.F., Madrid C.M., Medina U.V. (2008) Tecnología de producción de naranja y toronja. Memoria Jornada de tecnología de producción de cítricos. Fundación produce Sinaloa pp 7-54.
- Sánchez A.H. (2011) Situación actual y manejo regional de HLB. SENASICA-SAGARPA. 5ª semana de la citricultura
- Sandoval R.J. (2011) Paquete Tecnológico Cítricos. Producción de plantas certificadas en vivero. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México. INIFAP-SAGARPA. 14pp.
- Siverio F. (2007) Situación de *Trioza eritrea* en Canarias. Jornada técnica sobre enfermedad del “Huanglongbing” de los cítricos (antes Greening) y sus vectores. IVIA Moncada, Valencia
- Suarez C.J.M. (2008) Control de Piojo Harinoso y *Diaphorina citri*. Curso de capacitación a productores. SAGARPA pp 63.
- Tapia C.G. (2009) Programa para la detección y control del Huanglongbing. Taller internacional sobre las plagas cuarentenarias de los cítricos. Villahermosa, Tabasco, México. 27-31 de julio
- Tsai C.H., Hung T.H., Su H.J. (2008) Strain identification and distribution of citrus Huanglongbing bacteria in Taiwan. *Botanical Studies* 49: 49-56
- Vargas-Rojas M. (2008) Primer registro del psílido asiático *Diaphorina citri* Kuwayama (Hem.: Psyllidae), en Santa Cruz, Bolivia. Issn 1515 9299 publicación de la EEA Bella Vista Serie técnica N° 29 2008. Primera reunión de entomólogos dedicados al estudio del insecto vector de HLB.

- Velázquez M.J. (2011) Situación actual del Huanglongbing de los cítricos (HLB) en México. XIII Congreso Internacional / XXXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Tlaxcala. INIFAP. SAGARPA
- Villagomez A.J. (2011) Control regional de la *Diaphorina citri* y el manejo del hlb en huertas de cítricos del estado de Colima. 5a semana internacional de la citricultura. INIFAP, SAGARPA. 92 pp.
- Yang Y., Huang M., Beattie G., Xia Y., Ouyang G., Xiong J. (2006) Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for china. International Journal of pestmanagement, October- December; 52 (4): 343-352

Sitios web consultados

www.faostat.fao.org. Consultada agosto, 2012

www.infoagro.com/itricos/citricos.htm. Consultada Septiembre, 2012

<http://www.sagarpa.gob.mx>, Consultada Noviembre, 2012

www.indap.gob/fruticultura. Consultada Noviembre, 2012