



Huanglongbing *Candidatus* *Liberibacter* spp. Ficha técnica No. 78



Créditos fotográficos: CESAVECOL, 2013, Mora-Aguilera, 2013.
Con la Colaboración del Dr. Gustavo Mora Aguilera.
Colegio de Postgraduados.



CONTENIDO

| | |
|---|----|
| IDENTIDAD | 3 |
| Nombre científico | 3 |
| Sinonimia..... | 3 |
| Clasificación taxonómica | 3 |
| Nombre común | 3 |
| Código EPPO | 3 |
| Estatus fitosanitario | 3 |
| Situación de la plaga en México | 3 |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA..... | 3 |
| Impacto económico a nivel mundial | 3 |
| Potencial de impacto económico en México..... | 4 |
| DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA | 5 |
| HOSPEDANTES..... | 7 |
| ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS | 8 |
| Ciclo biológico..... | 8 |
| Descripción morfológica..... | 9 |
| DAÑOS Y SÍNTOMAS..... | 10 |
| Severidad del HLB..... | 10 |
| Histológicos | 14 |
| ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS | 14 |
| Epidemiología de la plaga | 14 |
| Material propagativo..... | 15 |
| Riesgo fitosanitario..... | 16 |
| Dispersión | 19 |
| MEDIDAS FITOSANITARIAS | 22 |
| Estrategia de control | 22 |
| Exclusión..... | 22 |
| Erradicación | 22 |
| Control químico..... | 23 |
| Control biológico | 23 |
| VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA | 24 |
| Métodos de muestreo..... | 24 |
| Toma y envío de muestras..... | 28 |
| Alerta fitosanitaria..... | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 28 |

IDENTIDAD

Nombre científico

Candidatus Liberibacter spp.

Sinonimia

| Especie asiática | Especie africana | Especie americana |
|---|--|--|
| <i>Candidatus Liberobacter asiaticus</i> | <i>Candidatus Liberobacter africanus</i> | <i>Candidatus Liberobacter americanus</i> |
| <i>Candidatus Liberobacter asiaticum</i> | <i>Candidatus Liberobacter africanum</i> | <i>Candidatus Liberobacter americanum</i> |
| <i>Liberibacter asiaticus</i> | <i>Liberibacter africanus</i> | <i>Liberibacter americanus</i> |
| <i>Candidatus Liberibacter asiaticus*</i> | <i>Candidatus Liberibacter africanus**</i> | <i>Candidatus Liberibacter americanus***</i> |

Clasificación taxonómica

Clase: Alphaproteobacteria

Orden: Rhizobiales

Familia: Rhizobiaceae

Género: *Candidatus Liberibacter*

Especie:

*'*Candidatus Liberibacter asiaticus*' (Jagoueix *et al.*, 1994)

**'*Candidatus Liberibacter africanus*' (Jagoueix *et al.*, 1994)

'*Candidatus Liberibacter americanus*' (Teixeira *et al.*, 2005b).

'*Candidatus Liberibacter caribbeanus*' (Keremane *et al.*, 2015)

Nombre común

| Nombre común | |
|--------------|--|
| Español | Enfermedad de los brotes amarillos. Dragón amarillo |
| Inglés | Huanglongbing Greening |

Código EPPO

| Especie asiática | Especie africana | Especie americana |
|------------------|------------------|-------------------|
| LIBEAS | LIBEAF | LIBEAM |

Estatus fitosanitario

De acuerdo con la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5 Glosario de términos fitosanitarios, *Candidatus Liberibacter* spp. cumple con la definición de plaga cuarentenaria debido a que se encuentra bajo control oficial (IPPC, 2019).

Situación de la plaga en México

Con base en la NIMF No. 8 Determinación de la situación de una plaga en un área, se considera una plaga **Presente**: en algunas áreas con cultivos hospedantes y sujeta a control oficial (IPPC, 2017).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

Impacto económico a nivel mundial

La enfermedad se reportó por primera vez en el continente asiático en China a finales del siglo XIX (Zhao, 1981), de ahí la nomenclatura de '*Ca. L. asiaticus*'. Posteriormente se reportó en 1920 en Taiwán y las islas Filipinas (Otake, 1990). A finales de ese mismo año se detectó una nueva especie de *Candidatus* en Sudáfrica (Van Der Merwe y Andersen, 1937), la cual fue nombrada '*Ca. L. africanus*' (Fig. 1 y Anexo 1).

En 2004, se detectó la especie *Ca. L. asiaticus* en la localidad de Araracuara, Sao Paulo, Brasil (Coleta-Filho *et al.*, 2004). Posteriormente, se reportó una nueva especie de '*Candidatus Liberibacter*' en cítricos a la que se nombró '*Ca. L. americanus*' (Teixeira *et*

al., 2005b). En 2005, se reportó a ‘*Ca. L. asiaticus*’ en Florida, EUA, (Fig. 1); y en 2015 se reportó por primera vez en Colombia la especie ‘*Ca. L. caribbeanus* (Keremane’ *et al.* 2015).

Las especies ‘*Candidatus Liberibacter*’ (*asiaticus*, *africanus* y *americanus*) son importantes por ser razas patogénicas, así como provocar la muerte de los árboles en un lapso de 1-2 años (Zhao, 1981). Para el caso de “*Ca. L. caribbeanus*” aun hacen falta estudios de patogenicidad para determinar papel del organismo en la planta (Keremane *et al.*, 2015). Las primeras tres especies que han sido estudiadas, cuando se establecen, puede infectar a todas las especies de cítricos, causando grandes pérdidas al acortar el periodo de vida de los árboles afectados (Chen *et al.*, 2009). Reportes en otros países, mencionan que los daños del Huanglongbing son más severos en naranja dulce y mandarina debido a la defoliación que causa en los árboles, amarillamiento y reducción de los frutos, por lo que los daños más evidentes son la presencia de una o más ramillas terminales del árbol con apariencia clorótica, lo que gradualmente causa la muerte del árbol (Fundecitrus, 2009). Sin embargo, en México los daños más severos los ha inducido en plantaciones de limón mexicano y persa (SENASICA, 2011).

La citricultura es para muchos países una actividad agrícola altamente rentable. De acuerdo con la FAOSTAT (2010), más de 107 millones de toneladas se producen al año, entre los países productores se encuentra Brasil, EUA, China, México y España, los cuales conforman una superficie cítrica de más de 3.5 millones de hectáreas. Las principales especies cultivadas son naranja dulce, limón mexicano, mandarina y pomelo (Ramírez, *et al.*, 2000). Debido a la falta de métodos eficientes de manejo, la severidad sobre la producción y a la rapidez con la que

se dispersa el agente causal, se estima que ha destruido globalmente más de 60 millones de árboles (Das *et al.*, 2007). Alemán *et al.*, 2007 reportan que en Sudáfrica los daños alcanzan hasta el 100 % de pérdidas de la cosecha. En Brasil y EUA, esta enfermedad ha causado las pérdidas más cuantiosas, se han eliminado más de 5 millones de árboles con síntomas de la enfermedad, además los costos para controlar el vector superan los 279 dólares/ha (Ayres y Yamamoto, 2007; Brlansky, 2009).

Potencial de impacto económico en México

Actualmente, México se ubica en el 5° lugar a nivel global en producción de cítricos solo después de China, Brasil, India y Estados Unidos de América (FAO, 2016). Estudios en México durante el 2010 (IICA, 2010) estimaron las pérdidas potenciales en la cadena productiva cítrica, tomando como criterio los antecedentes de estimación de pérdidas en fruto a causa de HLB en diferentes especies de cítricos reportados por Bassanezi (2009). La superficie total de hospedante en México está representada por 589,757.57 ha, con una producción de 8.3 millones de toneladas y un valor de la producción de \$23.9 mil millones de pesos (Figura 2) (SIAP, 2019).

Debido a la amplia distribución de naranja Valencia en México y que no había reportes de la enfermedad, se empleó esta referencia para los cálculos respectivos. Se realizaron análisis estadísticos (PROC FACTOR, PROC CLUSTER y PRIN-COMP) de variable de producción primaria (IICA, 2010). El porcentaje total de pérdidas estimado fue superior para el grupo de mayor impacto y consecuentemente menor para el de bajo impacto. Se definieron tres niveles de impacto: bajo, medio y alto. En el caso de la naranja, 22 entidades de un total de 27 se agruparon en la categoría de bajo impacto por lo que el total de producción

contribuyó a superar las pérdidas del grupo moderado (Cuadro 1).

López-Buenfil *et al.* (2017) realizaron la dinámica poblacional de “*Ca. Liberibacter asiaticus*” en México y concluyeron que no solo

es importante el manejo de la enfermedad basado en el control del insecto vector sino que el manejo de la fenología del cultivo debe estar basado en la relación patógeno plantas y sus variaciones a través del tiempo.

Cuadro 1. Resumen de pérdidas potenciales de producción por especie cítrica categorizadas en impacto bajo, medio y alto considerando un escenario de ingreso y establecimiento de *C. Liberibacter* en el territorio mexicano.

| Especie | Producción Nacional (t) | Impacto bajo | | Impacto medio | | Impacto alto | | Producción | | |
|----------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|-------------------------|------------------------|
| | | Pérdida potencial por HLB (t) | Pérdida potencial HLB (%) | Pérdida potencial por HLB (t) | Pérdida potencial HLB (%) | Pérdida potencial por HLB (t) | Pérdida potencial HLB (%) | Valor de la producción (miles de pesos) | Valor de la produc. (%) | Jornales/ t de produc. |
| Limón mexicano | 1,308,354 | 130,835.4 | 10.0 | 183,168 | 14 | 230,270.3 | 17.6 | 3,385,739.0 | 33.18 | 8 |
| Limón persa | 834,966 | 83,496.6 | 10.0 | 116,685 | 14 | 146,954.0 | 17.6 | 1,609,204.0 | 15.77 | 9 |
| Limón italiano | 87,132 | 8,713.2 | 10.0 | 12,198 | 14 | 15,335.2 | 17.6 | 136,304.0 | 1.34 | 7 |
| Naranja | 4,390,326 | 1,448,807.6 | 33.0 | 1,824,065 | 42 | 2,313,701.8 | 52.7 | 4,340,534.0 | 42.53 | 7 |
| Mandarina | 200,891 | 33,147.0 | 16.5 | 39,790 | 21 | 53,035.2 | 26.4 | 204,325.0 | 2.00 | 9 |
| Toronja | 425,255 | 140,334.2 | 33.0 | 178,208 | 42 | 224,109.4 | 52.7 | 529,514.0 | 5.19 | 6 |
| Total cítricos | 7,246,925 | 1,845,333.9 | 24.5 | 2,354,114 | 32 | 2,983,406.0 | 41.1 | 10,205,620.0 | 100.0 | 8 |

Fuente: IICA, 2010.

Las estimaciones de pérdida potencial a causa del HLB en los diferentes niveles de impacto fue de 41.1%, en el impacto alto. En el mismo nivel de riesgo las pérdidas en naranja y toronja se proyectaron hasta un 52.7% (Veracruz). En términos socioeconómicos, las pérdidas económicas por el establecimiento del patógeno alcanzaron 42% en naranja y 33% en limón mexicano. En empleos generados por la actividad cítrica se estima la

disminución de 6 a 9 jornales.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA

La bacteria *Ca. Liberibacter* spp. se encuentra distribuida en 39 países de Asia, África, Oceanía y América (Figura 1, Cuadros 2, 3 y 4).



Figura 1. Distribución mundial de ‘*Candidatus Liberibacter spp.*’

Cuadro 2. Distribución geográfica de ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’.

| Continentes | Países con reportes |
|----------------|---|
| Asia | Bangladesh, Bután, Camboya, China (Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hainan, Hong Kong, Hunan, Jianxi, Sichuan, Yunnan, Zhejiang), India (Timor Oriental, Andhra Pradesh, Arunachal Pradesh, Assam, Bihar, Delhi, Gujarat, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu y Kashmir, Karnataka, Kerala, Madhya Pradesh, Maharashtra, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland, Orissa, Indian Punjab, Rajasthan, Sikkim, Tamil Nadu, Tripura, Uttar Pradesh, Uttarakhand, Bengal Occidental, Indonesia (Irian Jaya, Java, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Sumatra), Irán, Japón, (Kyushu, Archipiélago de Ryukyu), Laos, Malasia (Malasia Peninsular, Sarawak), Myanmar, Nepal, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia, Vietnam y Yemen). |
| África | Etiopía, Mauricio, Reunión. |
| Oceanía | Papúa Nueva Guinea |
| América | México, Estados Unidos (Alabama*, California, Florida, Georgia, Luisiana, Carolina del Sur y Texas), Barbados, Belice, Colombia*, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Guadalupe, Guatemala*, Honduras, Jamaica, Martinica, Nicaragua, Panamá*, Paraguay*, Puerto Rico, Islas Vírgenes de Estados Unidos, Argentina, Brasil (Minas Gerais, Paraná, Sao Paulo) Colombia, Paraguay, Trinidad y Tobago*, Venezuela*. |

CABI: 2019.
*EPPPO, 2019

Cuadro 3. Distribución geográfica de ‘*Candidatus Liberibacter africanus*’.

| Continentes | Países con reportes |
|-------------|---|
| Asia | Arabia Saudita*, Yemen* |
| África | Burundi, Camerún, República Centroafricana, Comoras, Etiopía, Kenia, Madagascar, Malawi, Mauricio, Reunión, Ruanda, Santa Helena, Somalia, Sudáfrica*, Suazilandia, Tanzania*, Uganda, Zimbabue*. |

*Distribución restringida.
Fuente: CABI, 2018; EPPPO, 2019.

Cuadro 4. Distribución geográfica de '*Candidatus Liberibacter americanus*'.

| Continente | Países con reportes |
|------------|--|
| América | Brasil (Minas, Paraná y Sao Paulo), Paraguay |

Fuente: EPPO, 2019.

Cuadro 5. Distribución geográfica de '*Candidatus Liberibacter caribbeanus*'.

| Continente | Países con reportes |
|------------|---------------------|
| América | Colombia |

Fuente: Keremane *et al.*, 2015.

HOSPEDANTES

El HLB es una enfermedad que afecta plantas de la familia Rutaceae. Afecta severamente a la naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y tangerina (*Citrus deliciosa*) pero muchas otras especies de cítricos (Cuadro 6 y 7; Figura 2).

Enfermedad con diferentes niveles de expresión. Las afectaciones son menores o inexistentes en naranja trifoliada con sus híbridos, lima mexicana (*Citrus aurantifolia*) y pomelo (*Citrus paradisi*) (INISAV, 1999).

Cuadro 6. Hospedantes primario y secundarios de *Candidatus Liberibacter* spp.

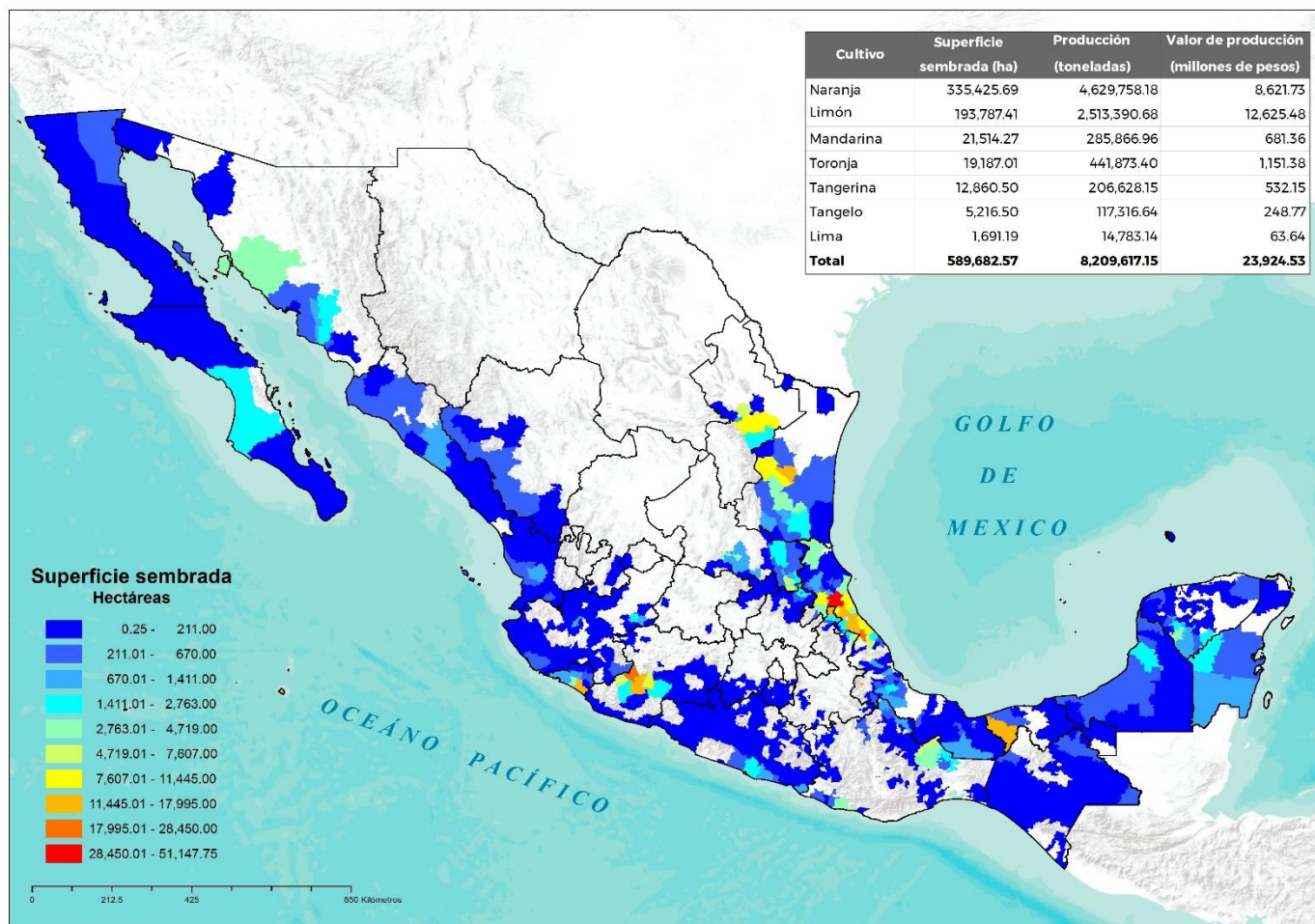
| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|-----------------|-------------------------------------|------------------|
| Rutaceae | Hospedantes primarios | |
| | <i>Citrus</i> | Cítricos |
| | <i>Citrus reticulata</i> | Mandarina |
| | <i>Citrus reticulata x paradisi</i> | Tangelo |
| | <i>Citrus sinensis</i> | Naranja navel |
| | Secundarios | |
| | <i>Citrus aurantifolia</i> | Lima |
| | <i>Citrus lemon</i> | Limón |
| | <i>Rutaceae</i> | Rutáceas |
| | Silvestres | |
| | <i>Calodendrum capense</i> | Castaño del cabo |
| | <i>Clausena</i> | Fruto wampi |
| | <i>Fortunella</i> | Naranjo chino |
| | <i>Limonia acidissima</i> | Manzana elefante |
| | <i>Murraya paniculata</i> | limonaria |
| <i>Toddalia</i> | Rutácea | |

Fuente: CABI, 2019.

Cuadro 7. Hospedantes de *Candidatus Liberibacter* spp. en México

| Cultivo | Superficie (ha) | Producción (t) | Valor de la producción (millones de pesos) |
|--------------|-------------------|---------------------|--|
| Naranja | 335,425.69 | 4,629,758.18 | 8,621.73 |
| Limón | 193,787.41 | 2,513,390.68 | 12,625.48 |
| Mandarina | 21,514.27 | 285,866.96 | 681.37 |
| Toronja | 19,187.01 | 441,873.40 | 1,151.38 |
| Tangerina | 12,860.50 | 206,628.15 | 532.15 |
| Tangelo | 5216.50 | 117,316.64 | 248.77 |
| Lima | 1691.19 | 14,783.14 | 63.65 |
| Limón Real | 75.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 589,757.57 | 8,292,617.15 | 23,924.53 |

Fuente SIAP-SADER, 2019. Ciclo Agrícola 2017.



DGSV - CNRF - PYEE. DERECHOS RESERVADOS © 2019.
Fecha de elaboración: Abril, 2019.

NO ESTÁ PERMITIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTA PUBLICACIÓN, NI LA TRANSMISIÓN DE NINGUNA FORMA O POR CUALQUIER MEDIO, YA SEA ELECTRÓNICO, MECÁNICO, FOTOCOPIA, POR REGISTRO U OTROS MÉTODOS, SIN EL PERMISO PREVIO Y POR ESCRITO DEL SENASICA

DGSV-SENASICA © 2019.

Figura 2. Hospedantes de importancia para *Candidatus Liberibacter* spp. en México.

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Ciclo biológico.

La enfermedad de Huanglongbing está íntimamente relacionada con el vector para provocar un ciclo de la enfermedad que la transmite de una planta enferma a una sana (Figura 3)

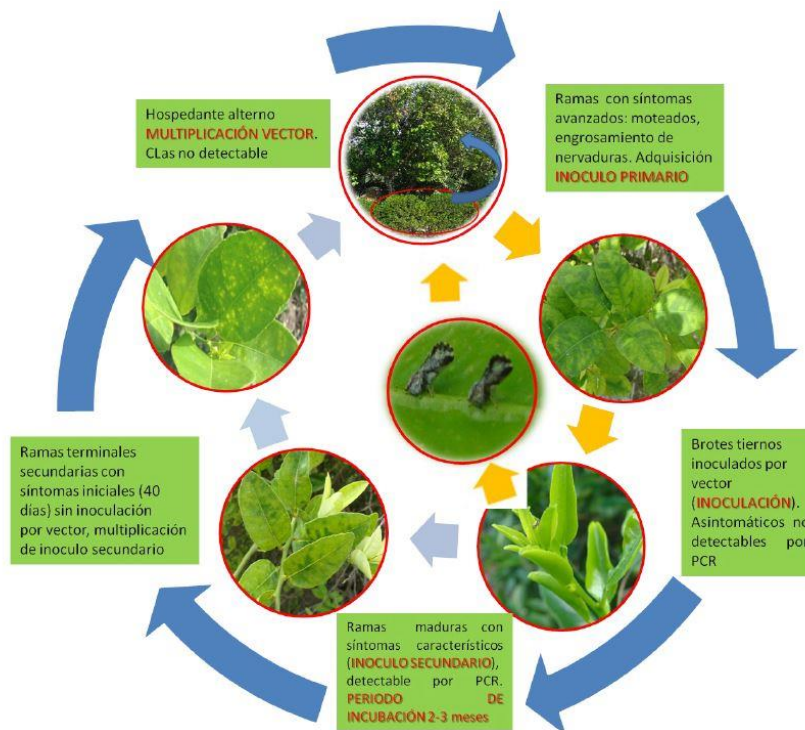


Figura 3. Ciclo de la enfermedad Huanlongbing causada por *Candidatus Liberibacter* spp.

De las cuatro bacterias que causan la enfermedad se han estudiado tres especies, '*Ca. L. asiaticus*', '*Ca. L. africanus*' y '*Ca. L. americanus*'. La primera es un problema países de Asia, África, en la península Arábiga, Brasil y EUA (Brlansky, 2007) (Cuadro 8). "*Ca Liberibacter caribbeanus*" está poco estudiada.

Cuadro 8. Características de tres especies de '*Candidatus Liberibacter* spp..

| Especies | Vector | Temperaturas óptimas | Severidad | Referencia |
|------------------------------|---------------------------|----------------------|---|--|
| ' <i>Ca. L. asiaticus</i> ' | <i>Diaphorina citri</i> | 30-35°C | Muy severa, muerte del árbol. | Da Graca, 2008; Lopes et al., 2009 |
| ' <i>Ca. L. africanus</i> ' | <i>Trioza erytreae</i> | 20-25°C | Menos severa, no causa la muerte del árbol. | Garnier et al., 2000; Texeira et al., 2005a; Phahladira, 2008. |
| ' <i>Ca. L. americanus</i> ' | <i>Diaphorina citri</i> . | 24-30°C | Muy severa, muerte del árbol. | Texeira et al., 2005; Lopes et al., 2009 |

Descripción morfológica

'*Candidatus Liberibacter*' es la bacteria causante del Huanglongbing de los cítricos, es una bacteria Gram-negativa restringida a los tubos cribosos del floema por los cuales se desplaza a través de sus poros. El género *Candidatus* pertenece a la α subdivisión de la

clase *Proteobacteria* (Jagoueix et al., 1994; Texeira et al., 2005b). El nombre de "*Candidatus Liberibacter*" se deriva del término "*Candidatus*" que se utiliza para asignar a los organismos que no pueden ser cultivados y por lo tanto no pueden ser clasificados y caracterizados con las técnicas tradicionales (Murray y Schleifer, 1994; Murray

y Stackebrandt, 1995) y por el nombre trivial de “Liberibacter” del latín *Liber* (corteza) y *bacter* (bacteria), (Jagoueix *et al.*, 1994). Sin embargo, esta nomenclatura cambiará con los reportes del aislamiento y cultivo de las bacterias asociadas al Huanglongbing (Sechler *et al.*, 2009). Pero como mencionan los autores, será necesaria la reproducibilidad y comprobación de dichos resultados en otros laboratorios y en especial en condiciones de campo.

Existe reportes en Brasil (Bové *et al.*, 2008) y China (Chen *et al.*, 2009) de infecciones mixtas de *Ca. Liberibacter* y *Ca. Phytoplasma artemis* en cítricos con síntomas de HLB, pero al realizar transmisiones por injerto ocurre desarrollo virescencia y filodia; en México no existen reportes de dicha asociación.

DAÑOS Y SÍNTOMAS

En Brasil y Florida los síntomas reportados son frecuentemente más severos en naranjo dulce y mandarina. En sus híbridos, 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 (Esquivel-Chávez *et al.*, 2010 y Flores-Sánchez *et al.*, 2010) (Cuadro 9).

En las condiciones de México y de acuerdo con la normatividad y plan de acción para el manejo del Huanglongbing 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 (Figura 4) (Comunicación personal (GIIIC), no publicado). En frutos, solo en limón mexicano se ha observado el fenómeno de maduración irregular (Figura 5) iniciando por un color amarillento en la parte basal (Robles-González *et al.*, 2010); así como deformación o desarrollo asimétrico de los frutos de naranja dulce de árboles de Yucatán que fueron confirmados como positivos siete meses previos a alcanzar

Severidad del HLB

El GIIIC lleva a cabo un estudio para determinar la incidencia y severidad del HLB en hojas y brotes de cítricos presentes en transectos (dos en Yucatán y dos en Quintana Roo) y en cada punto cardinal (norte, sur, este y oeste) del dosel del árbol y por cada especie encontrada en la península de Yucatán. Los resultados preliminares muestran que aparentemente la infección de brotes como de hojas son variables por especies de cítricos y estacionalidad.

La especie con mayor incidencia inicial de la enfermedad en las condiciones de la Península de Yucatán fue *L. volkameriano* y posteriormente lima persa y limón mexicano (Figura 3).

En relación a la estacionalidad, se presupone que los periodos de adquisición de la bacteria por *Diaphorina citri* son más exitosos en los meses de brotación ya que la distribución de los síntomas se presentan de manera homogénea en el dosel del árbol (Flores-Sánchez, 2011) (Figura 5 y 6).

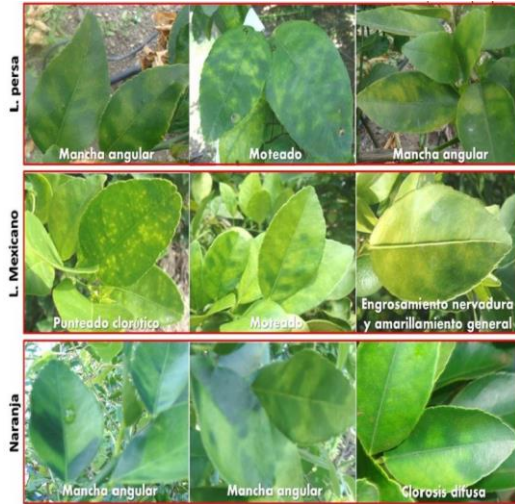


Figura 4. Síntomas de HLB observadas en hojas de limón persa, lima mexicana y naranja dulce (Foto: GIIIC-CP).



Figura 5. a) Síntomas de maduración irregular en frutos de limón (Foto: J. Velázquez, 2010. INIFAP-Colima). b) Asimetría de fruto en naranja dulce afectado por HLB en Yucatán, GIIIC.

Cuadro 9. Síntomas comunes en diferentes órganos del árbol.

| Órgano | Color | Tamaño | Forma | Localización | Referencia |
|----------|--|--|--|---|---|
| Hojas | Moteado, zonas amarillas, rodeadas de verde normal | Se reduce el tamaño de las hojas | Irregular | Irregular, puede iniciar en la parte basal pero no necesariamente | Bové, 2006 |
| Brotos | Amarillo | Normal | Normal | En la zona basal | FUNDECITRUS, 2009 |
| Frutos | Maduración irregular, amarillándose primero el ápice | Puede ser pequeño o regular según etapa de infección | Asimétricos | En la zona basal | Bové, 2006; BrlaNsky et al. 2009; INISAV, 1999. |
| Semillas | Café oscuro | Pequeño | Irregular | En toda la semilla | Bové, 2006; Gómez, 2008; Robles, 2008 |
| Árbol | Amarillo cuando la enfermedad está muy avanzada | Árboles jóvenes pueden permanecer pequeños hasta la muerte | Irregular con ramas y hojas enfermas erectas | Dosel del árbol | FUNDECITRUS, 2009; Bové, 2006 |

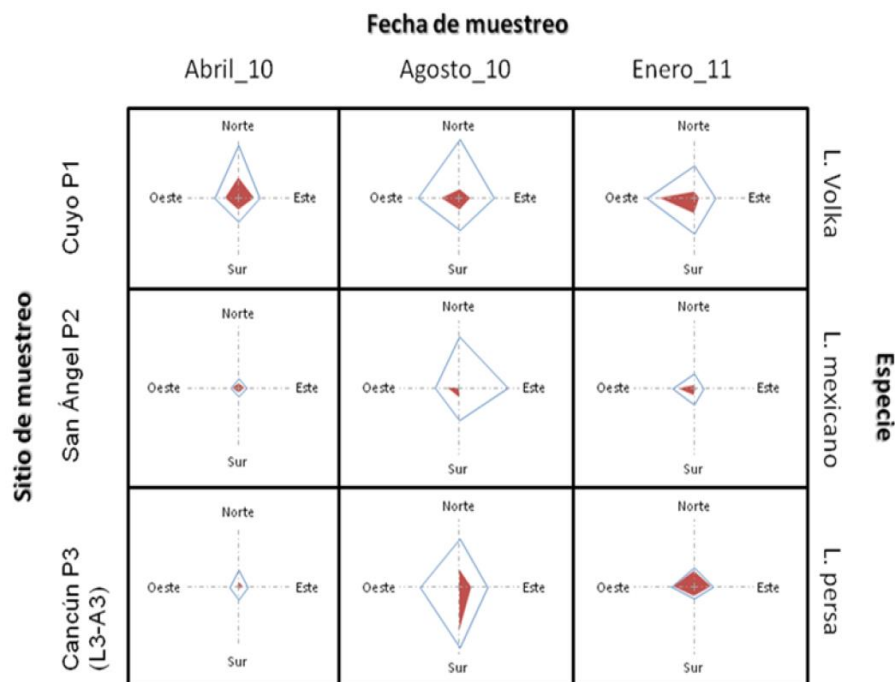


Figura 6. Radares de severidad de HLB en transectos de tres sitios de muestreo (Cancún, San Ángel y El Cuyo) de tres fechas (abril y agosto de 2010 y enero de 2011) de la península de Yucatán (GIIC-CP. J. Flores 2011).

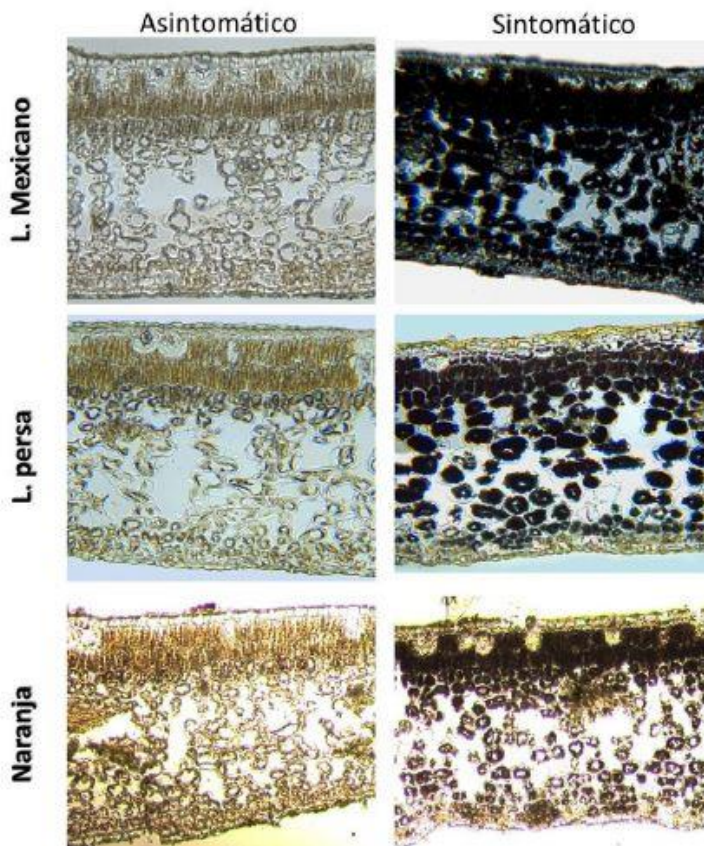


Figura 7. Concentración de almidón en especímenes de cítricos positivos a HLB (Foto. F. Esquivel. GIIIG-CP, 2010).

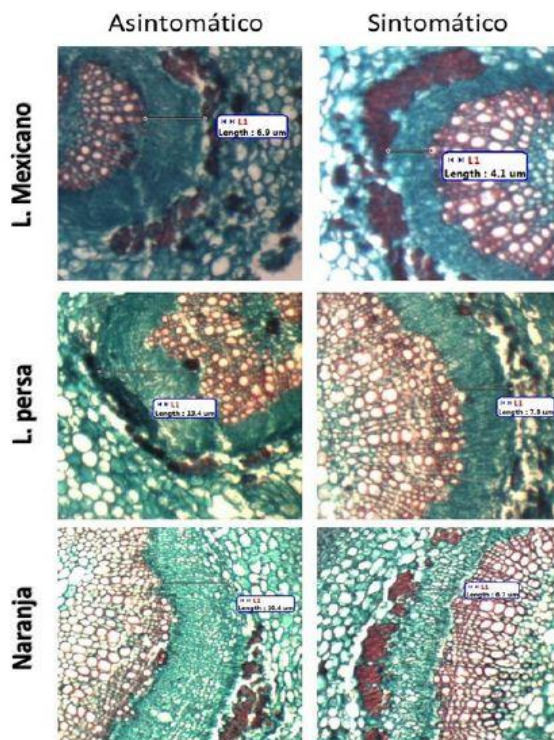


Figura 8. Hiperplasia en estratos celulares que componen el floema (Foto: F. Esquivel. GIIIG-CP, 2010).

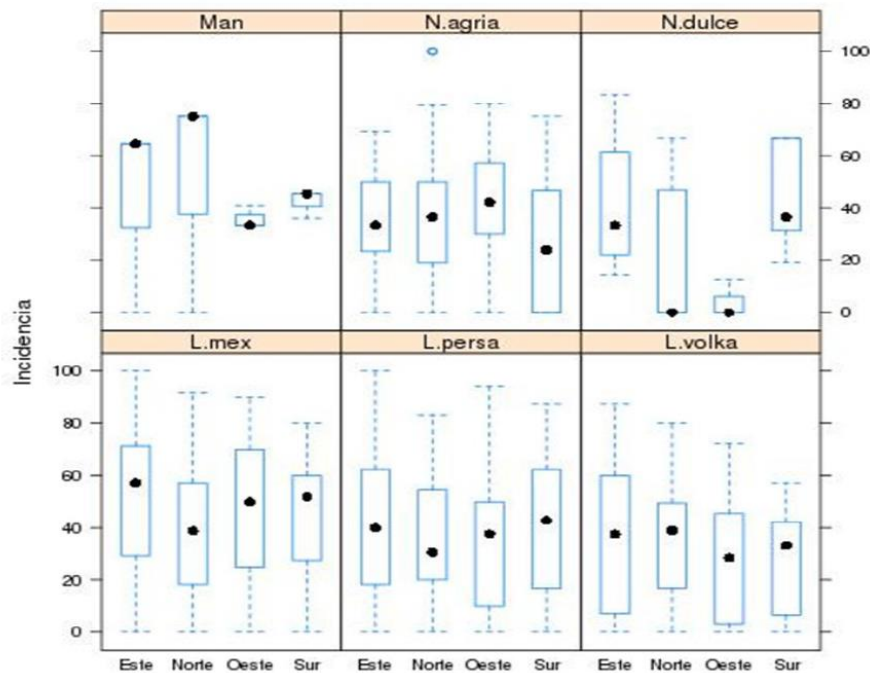


Figura 9. Gráficos de severidad de HLB en transectos de seis especies de cítricos de la Península de Yucatán. (GIIC-CP. J. Flores, 2011)

Histológicos

Esquivel-Chavéz *et al.*, (2010) mencionan que los síntomas a nivel histológico que se han detectado y observado en especies de cítricos de la región del pacífico: Nayarit y Colima (limón mexicano y persa) y de la Península de Yucatán (naranja dulce) han sido principalmente, mayores concentraciones de almidón en el mesófilo de limón mexicano en comparación a limón persa, mientras que en naranja dulce el almidón se concentra con mayor cantidad en el parénquima de empalizada (Figuras 7 y 8). Por otro lado, el colapso del floema es mayor en cítricos agrios (Figura 10). En las tres especies evaluadas hubo un incremento significativo en el número de los estratos celulares que componen el floema de la nervadura central de hojas sintomáticas en relación con las asintomáticas. En las tres especies evaluadas hubo un incremento (hiperplasia) significativo en el número de los

estratos celulares que componen el floema de la nervadura central de hojas sintomáticas en relación con las asintomáticas (Figura 8).

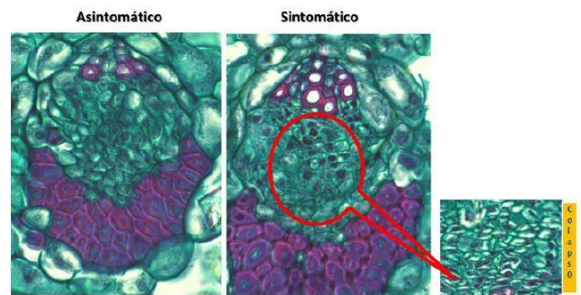


Figura 10. Colapso del floema en limón persa y lima mexicana. (Foto: GIIC-CP. F. Esquivel *et al.*, 2010.)

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Epidemiología de la plaga

Las enfermedades siguen cierto patrón de dispersión cuando se reporta su presencia en alguna región o país. Estudios espacio-

temporales del HLB en Brasil y Estados Unidos comparado con México, muestran un gradiente de dispersión semejante (Cuadro 10). Las características de dispersión de la enfermedad que presentó Brasil bajo sus condiciones agroclimáticas, fue muy explosiva en el primer año, moviéndose de 2004 (primera detección) a 2005 en un radio de dispersión de 100 kilómetros (Figura 12).

En México, estudios transectuales

realizados por el GIIC (Sección. Métodos de muestreo regional con foco simple) mostraron un gradiente de dispersión similar al encontrado en Florida (Cuadro 10, Figura 11). El gradiente de México tuvo una distancia de 100 km (en 1.5 años) mientras que el de Florida 170 km (en 3 años). La direccionalidad del gradiente en ambos casos fue Este-Oeste coincidiendo con la dirección de los vientos dominantes.

Cuadro 10. Velocidad de dispersión de HLB estimada México y Florida

| País/ Estado | Primero | Último | Distancia del gradiente | Velocidad de . dispersión (km/año) |
|--------------------|----------|----------|-------------------------|------------------------------------|
| EUA-Florida | Oct-2005 | Ago-2008 | 170 | 57 |
| México –P. Yucatán | Ago-2009 | Ene-2011 | 100 | 67 |
| Brasil- Sao Paulo | Mar-2004 | Ene-2010 | 317 | 53 |

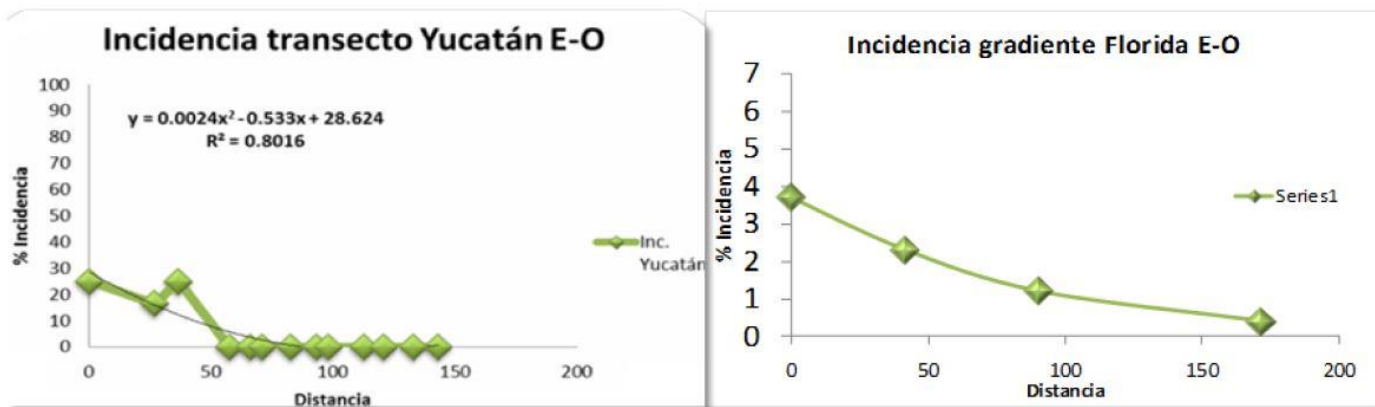


Figura 11. Gradientes de dispersión Este-Oeste en México (a) y Florida (b).

Material propagativo

Otra forma importante de diseminar el patógeno a grandes distancias es mediante el traslado de material propagativo

contaminado, por esta razón, algunos de los países afectados, como México (NOM-079-FITO-2002), han implementado de certificación mediante los cuales garantizan que las plantas llevadas campo están libres de éste y otros

patógenos (Bove, 2006). El HLB fue primeramente transmitido experimentalmente mediante injerto (Chen, 1943).

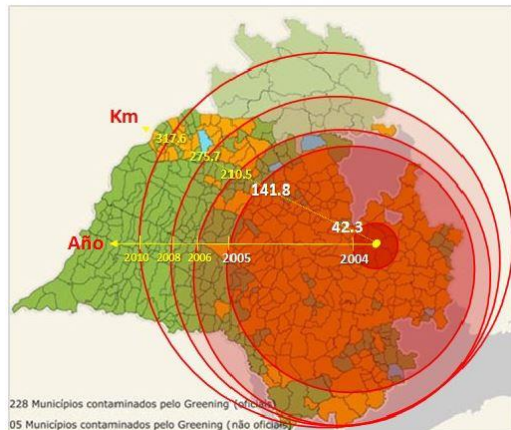


Figura 12.- Característica de dispersión en Sao Paulo, Brasil.

Riesgo fitosanitario

El HLB es considerado 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 (Chen *et al.*, 2009). Su riesgo es mayor debido a que en el año 2002 se detectó al vector del HLB, el psílido asiático de los cítricos, el cual está ampliamente distribuido en México, con niveles poblacionales altos y varias generaciones a lo largo del año, y en el 2009 la presencia de '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' en la Península de Yucatán, lo que representa un grave riesgo para la sustentabilidad de la citricultura mexicana. Por otro lado, la diversidad de ambientes agroecológicos, culturales y económicos en la República dificulta la estandarización de una medida de control. No se ha cubierto el

sistema epidemiológico descartando hospederos y hospedantes naturales tanto de *Diaphorina citri* como de la bacteria, respectivamente.

Reporte epidemiológicos

Regionalización

La llegada del HLB a la Península de Yucatán en 2009 probablemente se debió al desplazamiento de insectos vectores procedentes de países con presencia de la bacteria (Belice, Cuba, República Dominicana) y posiblemente esa situación fue favorecida por los vientos predominantes en la zona. Sin embargo, en la zona del Pacífico (Jalisco y Nayarit) probablemente se debió al desplazamiento de material vegetal infectado (yemas vegetativas, varetas, ornamentales, etc.) o insectos vectores portadores de la bacteria hospedados en algún material vegetal. *D. citri* fue detectado en México en 2002 y con la llegada del HLB a la Península de Yucatán y vertiente del Pacífico la enfermedad se distribuyó rápidamente, de tal forma, que en menos de un año se dispersó a siete entidades federativas en México (Trujillo, 2010).

La epidemia de HLB en la región de la Península de Yucatán y la zona del Pacífico, tomando como referencia la primera detección de '*Ca. Liberibacter*', en ambas regiones, hacia el municipio más lejano reportado muestra una dispersión discontinua.

La epidemia en la Península de Yucatán sugiere dos procesos espacio-temporales independientes (Figura 13a), Tizimín (julio, 2009) y Othon P. Blanco (diciembre, 2009), entre los cuales existe una distancia de 500 km

aproximadamente. En la vertiente del Pacífico también se perciben dos frentes principales de la enfermedad, el foco inicial detectado en Bahía de Banderas y San Blas Nayarit (Noviembre, 2009) y un segundo frente hacia Colima (abril, 2010) (Figura. 13b). Las condiciones de continuidad de hospedante y manejo agronómico son heterogéneas entre las dos regiones. En la Península la mayor densidad de hospedante se encuentra en la zona centro-sur del estado a 350 km de la primera detección, mientras que en el resto la distribución es heterogénea.

En el Pacífico la mayor densidad de hospedante (huertos comerciales) se

encuentra dentro del foco inicial, en el municipio de Ahuacatlán, Nayarit y en Tecomán, Colima con una distancia aproximada entre sí de 300 km. A nivel temporal, las epidemias se comportan de manera distinta, la dispersión de la enfermedad en la Península sugiere un proceso más lento aún a pesar de tener el primer reporte histórico, lo cual indicaría que el proceso sería más rápido. Sin embargo, la enfermedad en la región del pacífico en tan solo cuatro meses alcanzó los mismos niveles de incidencia a nivel municipio que la península, mostrando así mayor rapidez de dispersión (Figura 14).

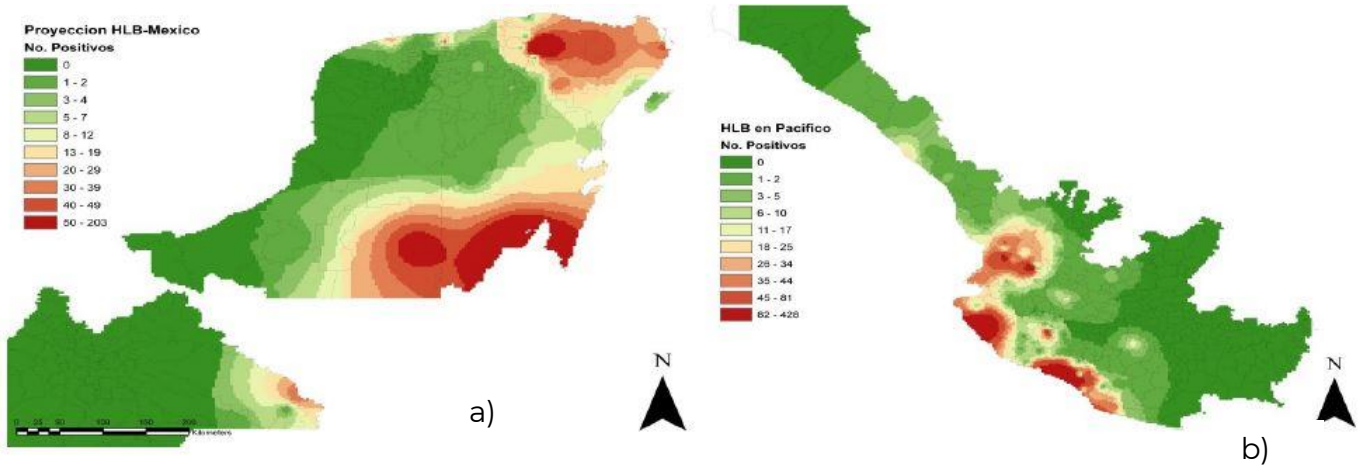


Figura 13. Mapas interpolados de incidencia de HLB a nivel municipio en la Península de Yucatán y ver-tiente del Pacífico, del 1 de diciembre de 2009 al 31 de octubre de 2010. (GIIC datos de SENASICA)

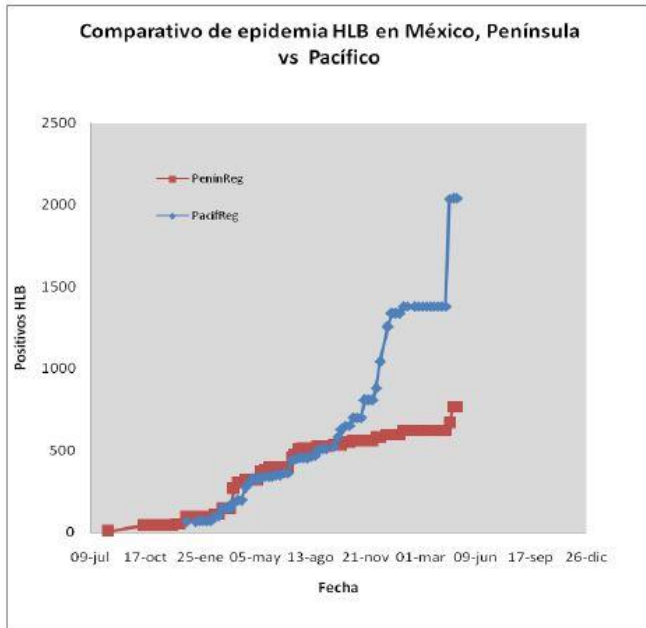


Figura 14. Gráfico de incidencia de HLB a nivel municipio en la Península de Yucatán y vertiente del Pacífico, del 1 de Diciembre de 2009 al 31 octubre de 2010. (GIIC datos de SENASICA).

Para determinar las zonas de riesgo potenciales del HLB (Moshini *et al.*, 2004), se integraron variables agroclimáticas del sistema epidemiológico. Dentro de estas variables se evaluó el número de generaciones potenciales de *D. citri* por año y por estación meteorológica (datos con años completos a partir de 1960), se empleó la variable de hospedante, el número de días con condiciones favorables al vector. Se generó un índice de cada variable (dato por estación meteorológica / valor máximo de la variable) y se realizó una aditividad de las tres variables para generar una variable conjunta. Dicha variable se interpoló en ArcMap 9.1 con el método Inverso de la Distancia al Cuadrado (IDW), visualizado en cuantiles. El mapa

generado fue el indicador preliminar de zonas de riesgo en la península (Figura 15). Posteriormente, debido a las características de las detecciones en la Península (traspacios), se generó un mapa de índice de traspacio calculado con datos de asentamientos humanos (INEGI, 2010) como factor de corrección del índice agroclimático (Figura 16).

Esta metodología no discrimina variables biológicas que son importantes de considerar, por ejemplo: se debe tomar datos solo de los últimos 10 años que es la década de mayor variación climática. Así mismo, se debe de considerar etapas de fenología afines y asociadas al cultivo de interés (cítricos), horarios de mayor actividad del vector, entre otras, con el fin de entender desde un enfoque biológico el comportamiento del vector en función del hospedante, clima y otros elementos.

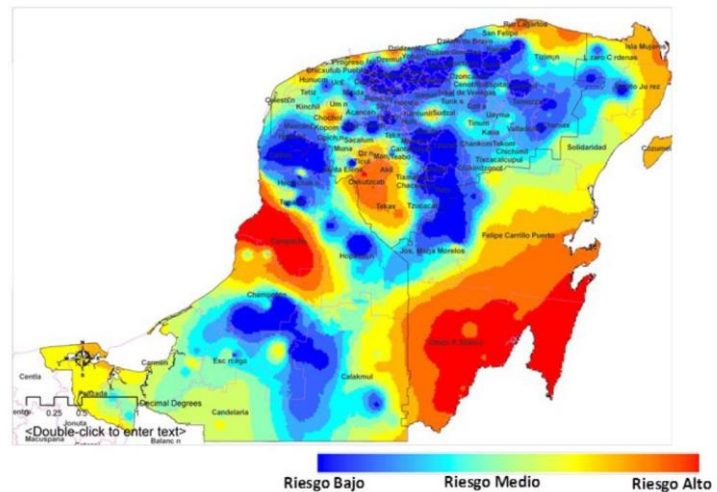


Figura 15. Mapa interpolativo de riesgo agroclimático en la Península de Yucatán. GIIC-INIFAP, Xalapa.

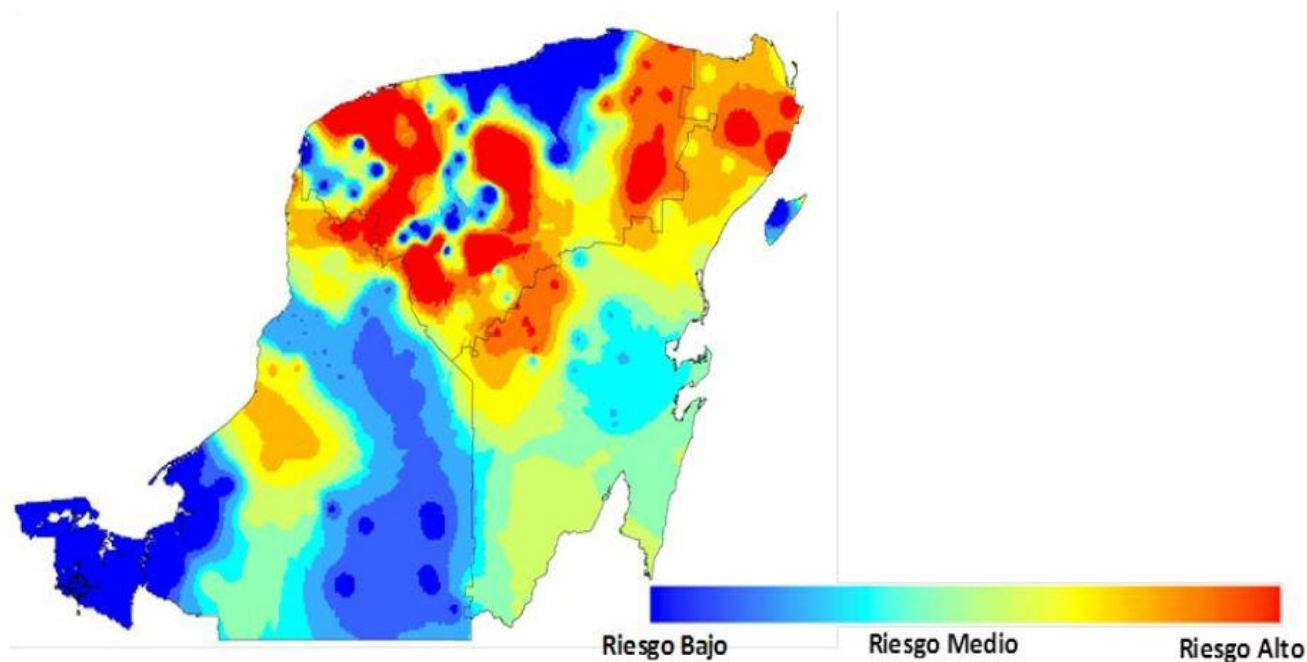


Figura 16. Mapa interpolativo de índice de traspasío en la Península de Yucatán. Datos GIIC, 2010.

Dispersión

La principal forma de dispersión de la bacteria causante del HLB es a través de dos vectores: *Diaphorina citri* (Kuwayama) para las especies asiática y americana, y *Trioza erytreae* (Del Guercio) para la especie africana (Garnier *et al.*, 2000; Meyer *et al.*, 2007; Hall, 2008) (Cuadro 11). Sin embargo, esta “especificidad” parece ligada a la separación espacial-geográfica entre vectores y patógenos y no a restricción en la capacidad de transmisión por parte de los insectos como se ha evidenciado en experimentos en condiciones controladas.

T. erytreae es muy sensible al calor y al clima seco. Lo favorecen las condiciones templadas (20-24 °C) y altitudes superiores a los 500-600 m de altitud. Los huevos son depositados en la epidermis de las hojas, donde existen las

condiciones de humedad necesarias. Las hembras permanecen fértiles de 11 a 16 días en ausencia de machos adultos y su máxima producción de huevos (2,000 por hembra) la alcanza entre los 17 a 50 días (Garnier *et al.*, 2000). A la fecha, este insecto se reporta como ausente en México (Ab1), pe-ro se corre el riesgo de ingreso al existir indicios de su presencia en Centroamérica en la planta *Casimiroa edulis*. *D. citri* (Figura 17b) es más tolerante al calor y al clima seco, se desarrolla a temperaturas de 25-28 °C. Tiene un periodo de vida corto y una fecundidad alta. Las hembras tienen un período de oviposición de 12 días y son capaces de depositar hasta 800 huevos en el transcurso de su vida. Los huevos eclosionan a los tres días en verano y hasta los 23 días en invierno. El ciclo completo es de 15 a 47 días, y puede pre-sentar hasta 10 generaciones por año (Fung y Chen, 2006).



Figura 17. a) Adulto, b) ninfas de *Diaphorina citri*. Foto: S. Patiño, R. Lomelí y E. Rodríguez.

Cuadro 11. Proceso de transmisión de *Candidatus Liberibacter* spp. en psílidos.

| Psílido | Longevidad adulto | No. de instares | Tamaño adulto | Tamaño ninfas | Numero de huevos | Ciclo de vida | Temperatura de desarrollo |
|--------------------|-------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------|
| <i>D. citri</i> | 40 días | 5 instares ninfales | 3-4 mm | 1.5-1.7 mm | 8/día, 800 en toda la vida | 15-47 días | 25-28 °C |
| <i>T. erytraea</i> | 30 días | 5 instares ninfales | 4 mm | 1.3-1.5 mm | 200 en toda la vida | 17-43 días | 20-24 °C |

Cuadro 12. Proceso de transmisión de *Candidatus Liberibacter* spp. en psílidos.

| Psílido | Eficiencia de transmisión | Adquisición | Tipo de transmisión | Multiplicación en vector | Transmisión transovárica |
|--------------------|---------------------------|-------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>D. Citri</i> | Alta (toda la vida) | 15-30 min | Persistente | + | - |
| <i>T. erytraea</i> | Alta (toda la vida) | 15-30 min | Persistente | + | + |

Un comportamiento típico del insecto adulto es saltar y realizar vuelo de tres a cinco metros cuando las hojas son movidas, están sobrepobladas o cuando poseen pocas condiciones para su desarrollo, de esta forma diseminan al patógeno dentro de la plantación. En algunas ocasiones, estos vuelos alcanzan 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 o aún mayores (Fung y Chen, 2006; Hall, 2008).

Estos psílidos cuando se alimentan de los brotes tiernos, extraen gran cantidad de savia y provocan el desarrollo de Obstrucción de la función fotosintética (González et al., 2007).

En teoría, ambos psílidos son capaces de adquirir el patógeno después de alimentarse por 15 a 30 minutos (100% de seguridad en tiempos \geq una hora) y permanecer infectivos durante toda su vida (3 a 4 meses); la transmisión transovárica se ha reportado sólo en *T. erytraea* (Manjunath et al., 2008) (Cuadro

12). Aunque el comportamiento en la transmisión en condiciones naturales parece contradecir estos datos.

'*Ca. L. asiaticus*' es la especie menos sensible al calor, ya que puede infectar a temperaturas que superan los 30 °C (32 a 35 °C) por periodos prolongados, pero no a los 38 °C (Lopes *et al.*, 2009).

La especie africana '*Ca. L. africanus*', se encuentra distribuida en el Este, Centro y Sur de África. Su capacidad infectiva es restringida por temperatura y humedad relativa alta, por esta razón, la enfermedad es más severa en áreas frescas (20 a 25 °C), en altitudes de 600 m donde la humedad relativa generalmente no rebasa 25%. A menor altitud la enfermedad es menos severa, y prácticamente no se presenta en alturas por debajo de los 200 m (Garnier *et al.*, 2000; Texeira *et al.*, 2005a; Phahladira, 2008).

'*Ca. L. americanus*'. Esta especie solo se encuentra en Brasil, inicialmente se pensó que se trataba de '*Ca. L. asiaticus*', sin embargo, se demostró que se trataba de una nueva variante más virulenta que la asiática, una nueva especie, la especie americana. El vector también es *Diaphorina citri* (Texeira *et al.*, 2005a). Esta especie comparada con '*Ca. L. asiaticus*' es menos tolerante al calor al ser capaz de infectar a los cítricos en un rango de 24 a 30 °C, pero no a temperaturas superiores (Lopes *et al.*, 2009). La detección de la nueva especie origina preguntas como: ¿Es una especie originaria del Sur de América o fue introducida junto con la especie asiática? El incremento de la incidencia de la especie asiática sugiere que el medio ambiente es más adecuado para su desarrollo y que la especie americana no es un buen competidor y puede existir en otros lugares con incidencias muy bajas. Aunque la especie asiática fue probablemente introducida de Asia, no se sabe aún dónde se originó la especie

americana (Da Graca, 2008).

Las infecciones de '*Ca. L. asiaticus*' y '*Ca. L. americanus*' son más severas que la infección de *C. L. africanus* ya que aunque Lopes *et al.* (2009) mencionan que para diferenciar fácilmente en campo estas especies de *Candidatus*, basta con conocer las temperaturas del lugar de observación, ya que la especie asiática es más tolerante que la africana al calor.

La variante americana, se asemeja a la variante asiática en la expresión y severidad de los síntomas; sin embargo, estudios realizados en Brasil indican que la variante americana pudiera ser intolerante al calor como la variante africana, que bajo condiciones cálidas no causa síntomas o las plantas se mantienen negativas. Hoy en día la situación se ha invertido en Brasil ya que la incidencia de '*Ca. Liberibacter asiaticus*' en árboles enfermos es mayor (Lopes *et al.*, 2009).

En México, las características de la dispersión de la enfermedad varían dentro las regiones en las que se encuentra presente. En la región del pacífico, en el estado de Nayarit las diferencias en el manejo agronómico, definen los niveles de incidencia y severidad de la dispersión dentro de las parcelas. En una huerta de limón persa de baja tecnología, evaluada mensualmente durante el 2010 y principios de 2011, el porcentaje de severidad en un periodo de 5 meses incrementó de 14% en agosto a 52% en enero de 2011 con distribución agregada (Figura 18b) a partir de los focos iniciales (Figura 18a) (Esquivel-Chávez *et al.*, 2010). En una evaluación realizada en abril de 2010 en Jalisco, la incidencia de la enfermedad presentó un efecto de orilla marcado como se reporta en la literatura, mientras que la severidad alcanzó niveles mayores de 75% (Figura 19). La severidad se evaluó dividiendo el 100% dosel en cuatro secciones (norte, sur, este y oeste) y se utilizó

una escala diagramática con ocho clases (Figura 25); la severidad total por árbol (Sevt) se registró como la suma del porcentaje de cada sección (s). $Sevt = \Sigma(Sevs)$. Don-de $s = 1-4$.

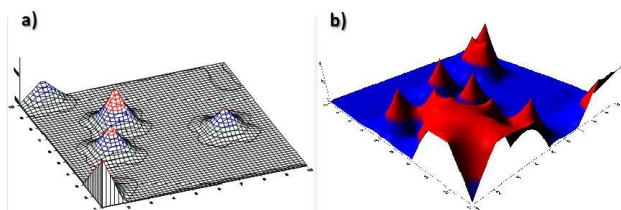


Figura 18. Mapas geoestadísticos interpolativos de severidad del HLB en un huerto de baja tecnología en Ahuacatlán, Nayarit durante agosto del 2010 (a) y enero 2011 (b). Datos GIIIC, 2010-2011.

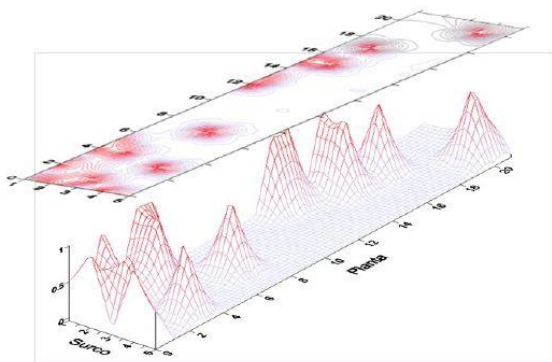


Figura 19. Mapas geoestadísticos interpolativos de incidencia del HLB en abril de 2010 en un huerto de limón persa en Bahía de Banderas, Nayarit. Datos GIIIC y CESA VENAY, 2010.

MEDIDAS FITOSANITARIAS

Estrategia de control

A nivel mundial, la estrategia contra esta enfermedad y su vector, contempla la implementación de una serie de actividades fitosanitarias (Aubert *et al.*, 1996; Da Graca & Kortszen, 2004). En México, se involucran a todos los eslabones de la cadena citrícola, principalmente los productores y viveristas.

Así también, los organismos auxiliares de sanidad vegetal (OASV) y las instituciones de investigación y enseñanza del país (Senasica, 2010). Dichas estrategias están enfocadas en las tres acciones fundamentales dentro del contexto de vigilancia epidemiológica:

Exclusión

A partir de la aparición del HLB en México (julio, 2009), se han desarrollado normas oficiales y lineamientos para prevenir la diseminación de la enfermedad hacia las principales zonas citrícolas del país como: Veracruz, Tamaulipas, Sonora, Michoacán, San Luis Potosí, Nuevo León y Baja California, tal es el caso de la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-047-FITO-2009, la cual 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 (Senasica, 2010), así como el 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 (SAGARPA, 2010).

Erradicación

Las acciones están enfocadas para controlar la enfermedad y al psílido virulífero. Dentro de ellas, destacan la eliminación de plantas con síntomas de HLB (Figura 20), en huertos comerciales, viveros y traspatios. Así también, la aspersión de insecticidas para controlar el psílido vector (*D. citri*) en focos de infección (Robles, 2010).



Figura 20. Aplicación de producto químico (a) y erradicación del árbol positivo a HLB (b). Foto: G. Mora.

Control químico

El manejo del HLB está enfocado prácticamente en el control de su vector. Estudios realizados en México, muestran que los insecticidas abamectina e imidacloprid aplicados al follaje reducen significativamente la población de ninfas en el cultivo hasta los veinte días posteriores a la aplicación, proporcionando niveles de control por encima del 90% de eficacia biológica. El spiromesifen también puede ser un producto recomendado

para el control de ninfas de *D. citri*, ya que a los 7 y 14 días de haberlo aplicado muestran un 83 % y 88% de eficacia, respectivamente (Sánchez-Borja, 2010).

Control biológico

En México, se han identificado 17 géneros y 15 especies de coccinélidos asociados a *Diaphorina citri* (Lomelí-Flores *et al.*, 2010). En el valle de Apatzingán, los depredadores más abundantes son diferentes especies de arañas, *Chrysoperla rufilabris*, *Zelus renardii* (Miranda-salcedo y López-Arrollo, 2010). Por otro lado, en el municipio de Cuitlahuac, Veracruz en huertas de limón persa, los enemigos naturales están presentes durante todo el año del cultivo, no ejerciendo una regulación clave de las poblaciones de psílidos, pero sí realizando un ensamble ecológico. Sin embargo, se demostró que *Tamarixia sp.* (Figura 21c) redujo el número de ninfas del psílido (Sanchez-Borja, 2010). Así también, se han encontrado depredadores y hongos entomopatógenos asociados a *D. citri* (Figura 21 a y b) (Ortega-Arenas *et al.*, 2010).



Figura 21. Epizotias: Aspecto del desarrollo micelial avanzado (a) e Infección reciente del hongo *Hirsutella sp.* sobre adulto de *D. citri* (b) en cítricos de Yucatán y adulto de *Tamarixia radiata* parasitoide de *Diaphorina citri* (c). Fotos: GIIC-IPN, H. Cortez (a y b) y GIIC-CP, R. Lomelí y E. Rodríguez.

VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA

Métodos de muestreo

En el estudio de análisis estructural de focos y gradientes de dispersión del HLB en la Península de Yucatán, se establecieron cuatro transectos (Figura 22), dos transectos en Yucatán (YUC1 y YUC2), Norte-Sur y Este-Oeste; y dos en Q. Roo (QROO3 y QROO4), Norte-Sur y Oeste-Este. Se consideró como foco inicial el primer reporte de HLB del Cuyo en Tizimín (SENASICA 2009 y 2010) y como factor de dispersión las corrientes de vientos en la Península de Yucatán e intervención del hombre, con puntos de muestreo a distancias variables determinadas por disponibilidad de hospedante y detecciones de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal (CESV) (Figura 23). Los resultados indican la existencia de gradientes de dispersión a magnitudes variables. Para el transecto YUC1 el gradiente se direcciona en 26 Km de distancia del foco, en YUC2 hasta 83 km, en QROO3 24 km y QROO4 30 km (Figura 24) (Flores-Sánchez, 2011).



Figura 22. Transectos para el muestreo regional del HLB en la Península de Yucatán. (GIIC-CP. J. Flores, 2011).

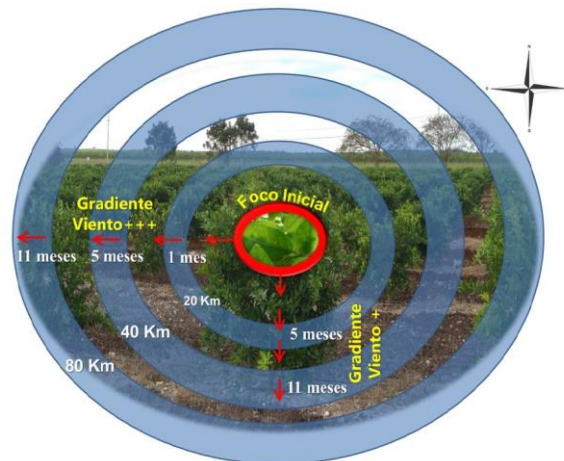


Figura 23. Transectos de evaluación Norte-Sur, Este-Oeste, con puntos de muestreo a distancias variables, determinadas por disponibilidad de hospedante y detecciones de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal (CESV). (GIIC-CP. J. Flores, 2011)

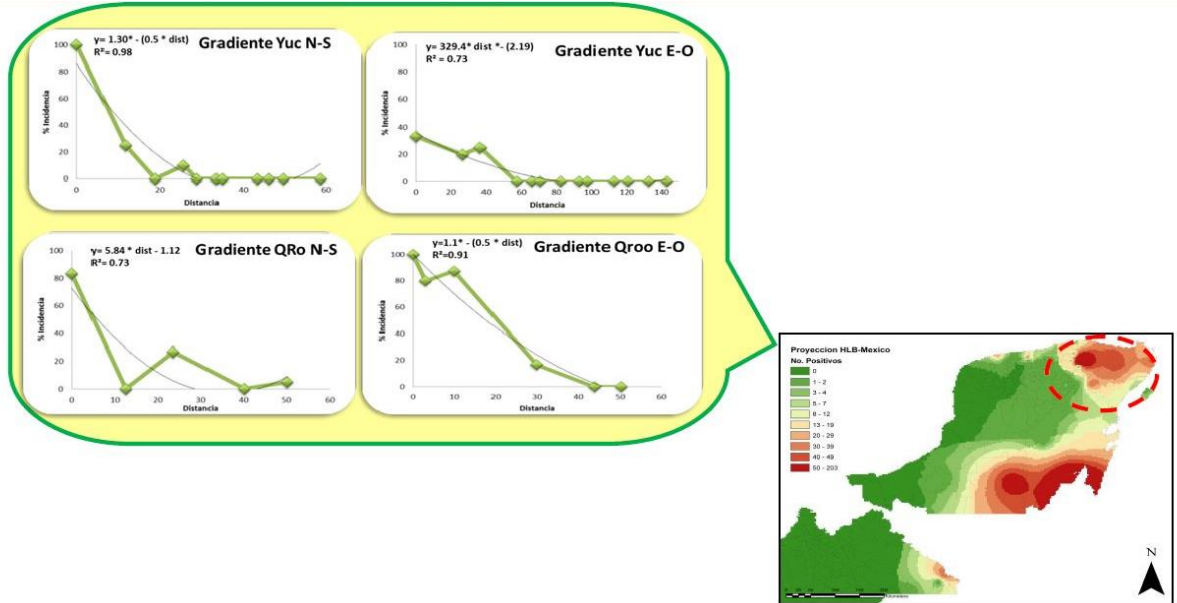


Figura 24. Gráficas de gradientes de dispersión, ajustados a un modelo de regresión de segundo orden, en transectos evaluados en la Península de Yucatán. (GIIC-CP. J. Flores, 2011)

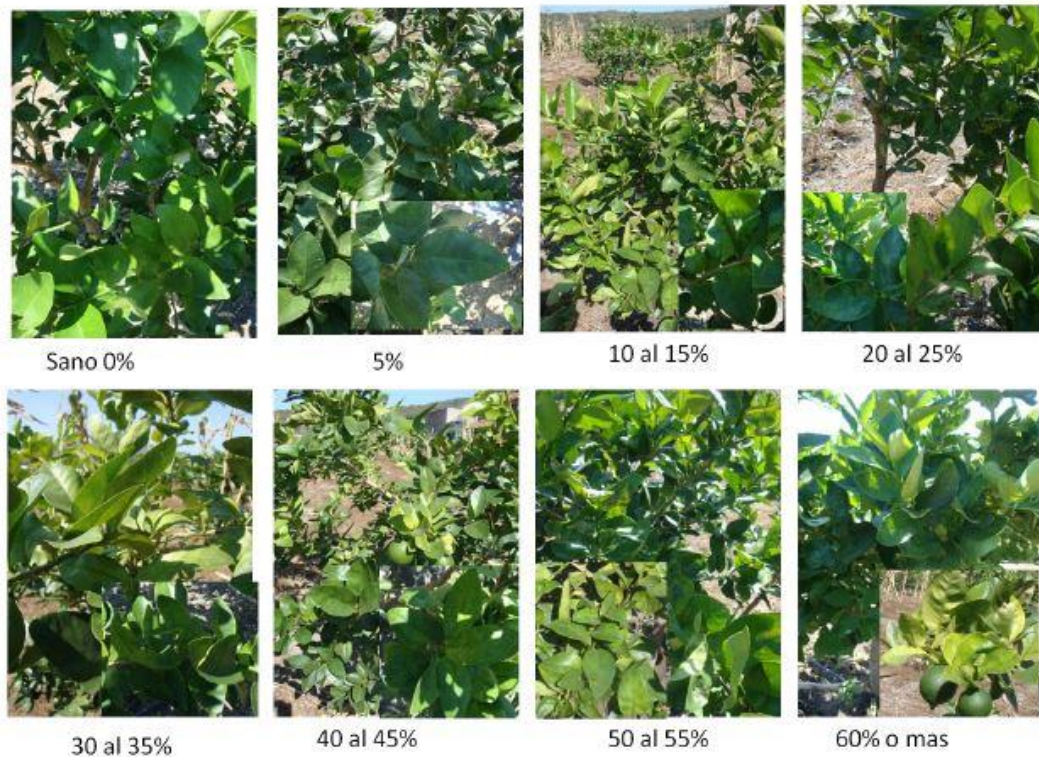


Figura 25. Escala diagramática de síntomas de HLB dividida en ocho clases: sano = 0% a *60% del dosel del árbol con síntomas visuales. Síntomas en Limón persa. Ahuacatlán, Nayarit (Foto F. Esquivel. GIIC-CP, 2010).

Muestreo parcelario

Los estudios de muestreo a nivel parcela fueron (Figura 26) planeados entre el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) y Colegio de Postgraduados (COLPOS) en el 2009. Para este fin se seleccionaron huertos cítricos en Veracruz, Puebla y Morelos con el propósito de explorar condiciones ambientales distintas y condiciones variables del vector para considerarlos en los atributos espaciales implícitos tanto en tamaño de muestra como el esquema de muestreo. Se analizaron diferentes métodos de muestreo como: en bandas (a lo largo de los surcos seleccionando árboles a intervalos de 3), en cinco de oro compuesto (se consideran las cuatro esquinas y un punto central del lote, cada punto compuesto de cinco árboles (muestra simple de 25 árboles por huerto), en cruz (con el mismo principio de muestreo de esquinas y el centro, pero este implica mayor tiempo, esfuerzo y número de muestras) y al azar (selección aleatoria de árboles a muestrear en el huerto) (CNRF y COLPOS. 2009. Cuadro 13). Para determinar el mejor método de muestreo, se utilizó el programa MuestraN Ver 1.0 MS Excel, así como Surfer Ver. 1.0 y el cálculo del índice de Morisita e índice de Lloyd (MorLloyd Ver 1.0 MS Excel).

Estos últimos se emplearon para determinar la intensidad de agregación del vector y determinar con ese criterio la selección de método de estimación del tamaño de muestra (Ruiz *et al.*, 2005). Como resultado se encontró que el mejor método de muestreo interparcelario es el cinco de oros compuesto con cinco árboles por punto, dando una muestra simple de 25 árboles por huerto (Figura 26). El rango de exactitud y precisión estuvo entre 90-98% y 3%, respectivamente. Dicho método de muestreo, se realizó en huertas sin presencia de la enfermedad en México para detectar de forma

oportuna la presencia del patógeno. Este supuesto se basa en que vectores provenientes de fuentes de inóculo externas podrían exhibir una condición virulífera y por tanto serían los responsables de la introducción y dispersión del agente causal. El muestreo del vector promete anticipar el proceso de patogénesis, por lo que el muestreo exclusivamente en planta no garantizaría la detección oportuna del patógeno. Sin embargo, los resultados obtenidos por Meyer *et al.*, 2007, parecen contraponerse a este planteamiento al encontrar una baja proporción de psíidos infectivos en Florida, un año después de la detección oficial de HLB.

Aún con este antecedente, en México las detecciones de '*Ca. Liberibacter asiaticus*' al menos en Michoacán, Veracruz y Morelos se han realizado en el vector *D. citri* anticipándose a la ocurrencia en planta (Datos oficiales CNRF-DGSV, 2010). Por otro lado, se ha encontrado que en trabajos conducidos actualmente en Yucatán, psíidos adultos colectados en cítricos sintomáticos a HLB y con presencia de '*C. Liberibacter asiaticus*' en muestreos previos, resultan negativos a la presencia de esta bacteria (Inoue *et al.*, 2009).

Esto podría explicarse por la proporción de ninfas alimentadas en tejido vegetal infectado, en apariencia una condicionante para ser virulíferos (Inoue *et al.*, 2009). Sin embargo, en las condiciones de la Península de Yucatán, fue complicado encontrar individuos de *D. citri* alimentándose de plantas sintomáticas al ser sujetas a erradicación y aplicación de control químico como lo dispone el Acuerdo emitido por la SAGARPA contra el HLB (SAGARPA, 2010).

Una vez seleccionados los árboles asintomáticos o bien con síntomas similares a los ocasionados por HLB para realizar la colecta

vegetal se cortan dos hojas de apariencia madura por punto cardinal del dosel del árbol (Figura 27), en presencia de síntomas coleccionar las hojas más representativas, presuponiendo que existe una mayor concentración bacteriana. Durante el proceso de muestreo en planta es posible recolectar *D. citri* (≥ 10 ejemplares por árbol) para detección en laboratorio. En un trabajo realizado en Yucatán en plantas, la detección en laboratorio no se anticipó a la aparición de síntomas en campo (Loeza-Kuk, 2011, datos no publicados).

Distribución espacial de *Diaphorina citri*

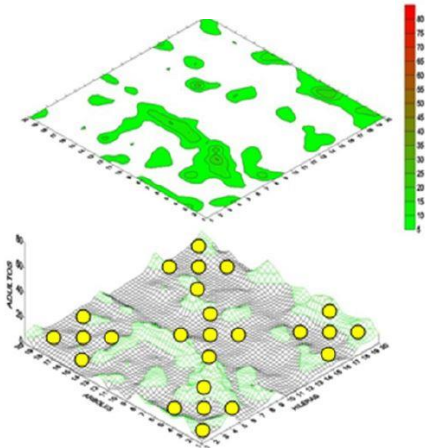


Figura 26. Método de muestreo interparcelario cinco de oro compuesto, aplicable en lotes cítricos. (GIIC, 2009)

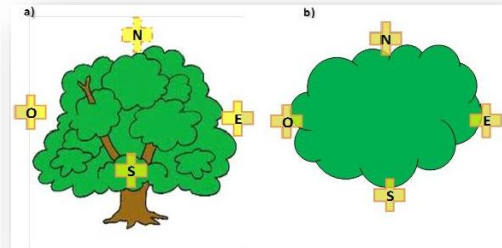

















Figura 27. Zonas de muestreo por punto cardinal en el dosel del árbol. Vista lateral de sitios de muestreo (a) y vista superior (b) (GIIC, 2010).

Cuadro 13. Resultados obtenidos sobre el tamaño de muestra y esquema de muestreo realizado a adultos y ninfas de *Diaphorina citri* en huertas de cítrico en Veracruz Puebla y Morelos.

| Esquema de Muestreo | K Intervalo de selección | n | μ población | \bar{x} | Índice de agregación Morisita | Índice de agregación Lloyd | Interpolación Geoestadística Volumen Área positiva Relación A/V | Exactitud | Cvm Error | %N |
|---|--------------------------|----|-----------------|-----------|-------------------------------|----------------------------|---|-----------|-----------|------|
| ADULTOS | | | | | | | | | | |
|  | 5 | 40 | 4.47 | 4.25 | 1.96 | 1.95 | 1636.46 2207.79 1.35 | 95.08 | 3.00 | 10.0 |
|  | 5 | 25 | 4.47 | 4.52 | 1.96 | 1.95 | 1636.46 2207.79 1.35 | 98.88 | 3.00 | 6.3 |
|  | 6 | 30 | 4.47 | 4.73 | 1.96 | 1.95 | 1636.46 2207.79 1.35 | 94.18 | 3.00 | 7.5 |
|  | 5 | 40 | 3.91 | 3.83 | 1.54 | 1.53 | 1385.48 1516.58 1.09 | 92.84 | 2.00 | 10.0 |
|  | 3 | 19 | 3.91 | 3.75 | 1.54 | 1.53 | 1385.48 1516.58 1.09 | 95.91 | 3.00 | 4.8 |
|  | 5 | 25 | 3.91 | 3.52 | 1.54 | 1.53 | 1385.48 1516.58 1.09 | 90.03 | 3.0 | 6.3 |
|  | 4 | 20 | 0.40 | 0.40 | 5.50 | 5.50 | 147.60 391.93 2.66 | 100.0 | 10.00 | 5.0 |
|  | 6 | 30 | 0.40 | 0.37 | 5.50 | 5.50 | 147.60 391.93 2.66 | 92.5 | 6.00 | 7.5 |
|  | 5 | 25 | 0.70 | 0.44 | 6.51 | 6.50 | 247.47 614.80 2.48 | 94.29 | 17.00 | 6.3 |
|  | 5 | 25 | 0.70 | 0.44 | 6.51 | 6.50 | 247.47 614.80 2.48 | 94.29 | 17.00 | 6.3 |
|  | 5 | 25 | 0.70 | 0.44 | 6.51 | 6.50 | 247.47 614.80 2.48 | 94.29 | 17.00 | 6.3 |
|  | 5 | 25 | 0.70 | 0.44 | 6.51 | 6.50 | 247.47 614.80 2.48 | 94.29 | 17.00 | 6.3 |
| NINFAS | | | | | | | | | | |
|  | 5 | 25 | 46.96 | 36.06 | 1.53 | 1.53 | 16416.2 17490.1 1.06 | 76.83 | 3.00 | 6.3 |
|  | 5 | 25 | 4.4 | 2.16 | 4.90 | 4.88 | 150.441 383.295 2.34 | 49.09 | 7.00 | 6.3 |
|  | 5 | 25 | 0.40 | 0.40 | 12.17 | 12.17 | 1569.85 3467.1 2.16 | 100.00 | 17.00 | 6.3 |

Toma y envío de muestras

Si hay alguna duda consultar la guía de síntomas y daños de esta plaga. Para realizar el envío acceder al siguiente enlace: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/reporte-ciudadano-sinavef-111276>.

Alerta fitosanitaria

Con el objetivo de detectar oportunamente brotes de la plaga, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha puesto a disposición pública el teléfono: 01-(800)-98-79-879 y el correo electrónico: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx para atender los reportes sobre la posible presencia de brotes emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, J., H. Baños, y J. Ravelo.** 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una combinación destructiva para la producción citrícola. *Protección vegetal* 22: 154-165.
- Aubert, B., Grisoni, M., Villemin, M. and Rossolin, G.** 1996. A case study of huanglongbing (greening) in Reunion. 276-278 pp. *In: Proceedings of the 13th Conference of International Organization of Citrus Virologist IOCV, Riverside.*

- Ayres, J. A. y Yamamoto, P. T.** 2007. Survey of HLB (Greening) and control strategies in Brazil. FUNDECIT-RUS. Citrus Expo 2007-Florida.
- Bassanezi, R. B., Busato, L. A., Filho, A. B., Amorim, L. and Gottwald, T. R.** 2005. Preliminary Spatial Pattern Analysis of Huanglongbing in Sao Paulo, Brazil. 341-355 pp. *In*: 16 Conf. IOCV. Riverside, California.
- Bassanezi, R. B., Montesino, L. H. and Stuchi, E. S.** 2009. Effects on Huanglongbing on fruit quality of sweet orange cultivars in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*. 125:565-572.
- Bové, M. J.,** 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88: 7-37.
- Bové, J. M., Teixeira D. C., Wulff, N. A., Eveillard, S., Sallard, C., Bassanezi, R. B., Lopes, S. A., Yamamoto, P. T., Ayres, A. J.** 2008. Several *Liberibacter* and *Phytoplasma* species are individually associated with HLB. *Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, Orlando*. P. 152-155
- Brlansky, R. H., Chung, K.R. and Rogers, M.E.** 2007. Florida Citrus Pest Management Guide: Huanglongbing (Citrus Greening). University of Florida. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/CG086>. Fecha de consulta: abril de 2019.
- Brlansky, H. R., Dewdney, M. M., Rogers E.M. and Chung R. K.** 2009. Florida Citrus Pest Management Guide: Huanglongbing (Citrus Greening). Plant Pathology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. USA. SP-43. PP-225.
- CABI.** 2018. Invasive Species Compendium. *Liberibacter africanus* (African greening). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16564>. Fecha de consulta: abril de 2019.
- CABI.** 2019. Distribution Maps of Plant Disease. *Candidatus Liberibacter asiaticus* [Distribution map] En línea: <https://www.cabi.org/dmpd/abstract/20173134805>. Fecha de consulta abril de 2019.
- Chen, Q.** 1943. A report of a study on yellow shoot of citrus in Chaoshan. *Quarterly Bulletin of New Agriculture* 3: 142-175.
- Chen, J., Pu, X., Deng, X., Liu, S., Li, H., and Civerolo, E.** 2009. A *Phytoplasma* Related to "*Candidatus Phytoplasma asteri*" Detected in Citrus Showing Huanglong-bing (Yellow Shoot Disease) Symptoms in Guangdong, P. R. China. *Phytopathology* 99: 236-242.
- Coletta-Filho, H. D., Targon, M. L. P. N., Takita, M. A., De Negri, J. D., Pompeu, J., Jr, Machado, M. A., Amaral, A. M. & Muller, G. W.** (2004). First report of the causal agent of huanglongbing (*'Candidatus Liberibacter asiaticus'*) in Brazil. *Plant Dis* 88, 1382.
- Da Graca, J. V. and Korsten, L.** 2004. Citrus Huanglongbing: Review, Present status and Future Strategies. *Diseases of fruit and Vegetables* 1: 229-245.
- Da Graca, J. V.** 2008. Biology, History and World Status of Huanglongbing. 7 pp. *In*: memorias del I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (*Candidatus Liberibacter spp*) y el psílido

asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). 7-9 de Mayo, 2008. Hermosillo, Sonora, México

Das, A. K., Rao, C. N. and Singh, S. 2007. Presence of citrus greening (Huanglongbing) disease and its psyllid vector in the North-Eastern region of India confirmed by PCR technique. *Current Science* 92: 1759-1763.

DGSV. Dirección General de Sanidad Vegetal, 2007 Presencia del huanglongbing en Florida, EE.UU. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Circular No. 15220, septiembre 2005.

Esquivel-Chávez, F., Valdovinos-Ponce, G., Mora-Aguilera, G., Gómez-Jaimes, R., Velázquez-Monreal, J. J. y López-Arrollo, J. I. 2010. Análisis histológico y epidemiológico del limón mexicano y limón persa asociados a síntomas del hlb (huanglongbing). En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 99-103 p.

Flores-Sánchez, J. L., Mora-Aguilera, G., Loeza-Kuk, E., Acevedo-Sánchez, G., Díaz-Padilla, G., Ruiz-García, N., López-Arrollo, J. I., Rivas-Valencia, P., Novelo-Cocón, A., López-Sánchez, P. y Sánchez-Rebolledo, F. 2010. Análisis Estructural de Focos y Gradientes de Dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos, en la Península de Yucatán. En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 104-118 pp.

Flores-Sánchez, J. L. 2011. Análisis estructural de focos y gradientes de dispersión del

Huanglongbing de los cítricos (HLB) en la Península de Yucatán. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 75 p.

Fung, Y. C. and Chen, N. C. 2006. Effects of temperature and host plant on population parameters of the citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama). *Formosan Entomol* 26: 109-123.

Fundecitrus. 2009. Manual técnico de Greening. Folleto técnico. Brasil. 12 pp.

Garnier, M., S. Jagoueix, E., Cronje, R. P., Le Roux, F. G. and Bové, J. 2000. Genomic characterization of a *Liberibacter* present in an ornamental rutaceous tree, *Calodendrum capense*, 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.

Gomez, H. D. 2008. Experiences on HLB (Huanglongbing) symptoms Detection in Florida. 7 pp. *In*: memorias del I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos *Candidatus Liberibacter spp*) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). 7-9 de Mayo, 2008. Hermosillo, Sonora, México.

González, C., Gómez, M., Fernández, M., D. Hernández, Tapia, J.L., Batista, L. 2007. *Diaphorina citri* Kuw. (Homoptera: Psyllidae), behaviour and natural enemies in Cuban citriculture. Program and Abstracts of the XVII IOCV, Adana, Turkey: 180.

FAO. 2010. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Fecha de consulta: marzo de 2010.

- FAO.** 2016. Citrus Fruit Fresh and Processed, Statistical Bulletin. En Línea: <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>. Fecha de consulta: abril de 2019.
- Halbert, S.E. and Manjunath K. L.** 2004. Asian Citrus Psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and Greening Disease of Citrus: A literature review and assessment of risk of Florida. Florida Entomologist 87(3) 330-353.
- Hall, D. G.** 2008. Biology, History and World Status of *Dia-phorina citri*. 11 pp. In: memorias del I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (*Candidatus Liberibacter spp*) y el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). 7-9 de Mayo, 2008. Hermosillo, Sonora, México.
- Inoue, H., Ohnishi, J. Ito, T., Tomimura, K., Miyata, S., Iwa-mani, T., Ashibara, W.,** 2009. Enhanced proliferation and efficient transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* by adult *Diaphorina citri* after acquisition feeding in the nymphal stage. Annals of Applied Biology. 155: 29-36.
- INISAV.** 1999. La enfermedad del enverdecimiento de los cítricos y su vector (*Diaphorina citri* Kuwayana). Boletín Técnico. La Habana, Cuba. 5 (1).
- IPPC.** 2017. Convención Internacional de Protección de Plantas. NIMF 8. Determinación de la situación de una plaga en un área. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/06/ISPM_08_1998_Es_2017-04-22_PostCPM12_InkAm.pdf. Fecha de consulta: abril 2019.
- IPPC.** 2019. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. NIMF 5 Glosario de términos Fitosanitarios. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2019/02/ISPM_05_2018_Es_Glossary_2019-01-18_PostCPM13_Updated.pdf. Fecha de consulta: abril 2019.
- Jagoueix, S., Bove, J.M. And 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 44: 379-386.
- Jepson, S. B.** 2008. Citrus Greening Disease (Huanglongbing). OSU Plant Clinic, Oregon State University, Corvallis OR. USA. 97: 331-2903.
- Keremane M.L., C. Ramadugu, A. Castaneda, J.E. Diaz, E.A. Peñaranda, J. Chen, Y.P. Duan, S.E. Halbert, and R.F. Lee.** 2015. Reports of *Candidatus Liberibacter caribbeanus*, a new citrus –and psyllid associated *Liberibacter* from Colombia South America. APS Annual Meeting August 1-5. En línea: https://www.apsnet.org/meetings/documents/2015_meeting_abstracts/aps2015abo253.htm. Fecha de consulta: abril de 2019.
- Lomelí-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Valdez, J. y Or-tega-Arenas, L. D.** 2010. Géneros de Coccinelidae Asociados a *Diaphorina citri* (HEMIPTERA: PSYLLIDAE) en México. En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 64-77 pp.
- Lopes, S. A., Frare, G. F., Yamamoto, P. T., Ayres, A. J. and Barbosa, J. C.** 2007. Ineffectiveness of pruning to control citrus huanglongbing caused by

Candidatus *Liberibacter americanus*.
European Journal of Plant Pathology
119: 463–468.

Lopes, A. S., Frare, F. G., Bertolini E., Cambra, M., Fernan-des, G. N., Ayres, J. A., Marin, R. D. and Bové, M. J. 2009. *Liberibacter* associated with citrus huanglong-bing in Brazil: *Candidatus Liberibacter asiaticus* is heat tolerant, *Ca. L. americanus* is heat sensitive. Plant Disease 93: 257-267.

López-Buenfil, J.A, J.A. Ramírez-Pool, R. Ruiz-Medrano, M.C Montes-Horcasitas, C. Chavarín-Palacio, J. Montoya-Hinojosa, F. J. Trujillo-Arriaga, R. Lira-Carmona, and B. Xononotle-Cazares. 2017. Dynamics of Huanglongbing-associated Bacterium *Candidatus Liberibacter asiaticus* in Citrus aurantifolius Swingle (Mexican Lime). Pakistan Journal of Biological Science 20(113-123. DOI: 10.3923/PJBS.2017.113.123.

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.

Manicom, B. Q. and 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.

Meyer, M. J., Hoy, M. A. and Singh, R. 2007. Low incidence of *Candidatus Libribacter asiaticus* in *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) populations between nov 2005 and jan 2006:

relevance to management of citrus green-ing disease in Florida. Florida Entomologist 90: 394-397.

Miranda-Salcedo, M. A. y López-Arrollo, J. I. 2010. Fluctua-ción Poblacional del Psílido Asiático de los Cítricos *Diaphorina citri* KUWAYANA (HEMIPTERA:PSYLLIDAE) y sus enemigos naturale. En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investiga-ción para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 13-18 pp.

Murray R. G. E., Schleifer K. H. 1994. Taxonomic notes: a proposal for recording the properties of putative taxa of prokaryotes. International Journal of Systemic Bacteriol-ogy 44: 174-176.

Murray, R. G. E. & Stackebrandt, E. 1995. Taxonomic note: implementation of the provisional status *Candidatus* for incompletely described procaryotes. International Jour-nal System Bacteriology 45:186-187.

Ortega-Arenas, L. D., Villegas-Monter, A., Orduño-Cruz, N., Vega-Chávez, J., Lomelí-Flores, J. R. y Rodríguez-Leyva, E. 2010. Fluctuación Poblacional de *Diaphorina citri* y Enemigos Naturales Asociados a Especies de Cítricos en Cazonas, Veracruz, México. En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglong-bing en México. 56-63 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.

- Phahladira**, M. N. B., 2008. Identification of alternative hosts to citrus of "Candidatus Liberibacter africanus" amongst indigenous Rutaceae of South Africa. MSc. study in progress., University of Pretoria, Pretoria, South Africa.
- Ramírez**, D. A. M., Robles, G. P. L. y Reyes, G. B. (eds.) 2000. Memorias de la segunda reunión nacional de la campaña contra el virus de la tristeza de los cítricos. 12 y 13 de Octubre, Veracruz, México. 134 pp.
- Robles-González**, M. M., Velázquez-Monreal, J. J., Manza-nilla-Ramirez, 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.
- Robles**, G. P. 2008. Manual técnico para la detección y manejo del huanglongbing de los cítricos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Senasica SAGARPA. 39 p.
- Ruiz-García**, N., G. Mora-Aguilera, P. Rivas-Valencia. D. Ochoa-Martínez, C. Góngora-Canul, E. Loeza-Kuk, A. Gutiérrez-Espinosa, G. Ramírez-Valverde, and R. Álvarez-Ramos. 2005. Probability model of CTV detection on the tree canopy and reliability and efficiency of direct immunoprinting-ELISA. In: Proc. 16th Conf. Int. Org. Citrus Virol. Hilf, M. E., N. Duran-Vila and M. A. Rocha-Peña. pp. 193-203.
- Salcedo-Baca**, D., Hinojosa, R., Mora-Aguilera, G., Covarrubias-Gutiérrez, I., DePaolis, F., Cántora-González, C. y Mora-Flores, Saturdino. 2010. Evaluación del Impacto Económico de Huanglongbing (HLB) en la Cadena Citrícola Mexicana. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). México. 141 p.
- 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.
- SIAP-SADER**. 2019. Anuario Estadístico de la producción Agrícola. Ciclo Agrícola 2017. En línea. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: abril de 2019.
- Sánchez-Borja**, M., Baustista-Martínez, N., Bravo-Mojica, H., Romero-Nápoles, J., Ramírez-Alarcón, S. y López-Martínez, V. 2010. Biología, Ecología y Control de *Diaphorina citri* KUWAYAMA (HEMIPTERA PSYLLI-DAE). En memoria del 1er. Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. 30-31 pp.
- Sechler**, A., Schuenzel, E. L., Cooke, P., Donnua, S., Thaveechai, N., Postnikova, E., Stone, A. L., Schneider, W. L., Damsteegt, V. D., and Schaad, N. W. 2009. Cultivation of 'Candidatus Liberibacter asiaticus', 'Ca. L. africanus', and 'Ca. L. americanus' associated with huanglongbing. Phytopathology 99:480-486.
- Servicio** Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2009 y 2010. En línea: <http://www.senasica.gob.mx>
- Texeira**, D. C., Ayres, A. J., Kitajima, E. W., Tanaka, F. A. O., Danet, J. L. Jagoueix, E.

S., Saillard, C. and Bové, J. M. 2005. First report of huanglongbing-like disease of citrus in Sao Paulo State, Brazil and association of a new liberibacter species, '*Candidatus Liberibacter americanus*', with the disease. *Plant Disease* 89: 107.

Teixeira, D. C., Danet, J. L., Eveillard, S., Martins, E. C., Je-sus, W. C., Jr., Yamamoto, P. T., Lopes, S. A., Bas-sanezi, E. B., Ayres, A. J., Saillard, C., and Bové, J. M. 2005a. Citrus huanglongbing in São Paulo, Brazil: PCR detection of the *Candidatus Liberibacter* species associated with the disease. *Mol. Cell. Probes* 19:173-179.

Teixeira, C. D., Saillard C., Eveillard S., Danet, L. J., da Costa, P., Ayres, J.A. and Bové, J. 2005b. *Candidatus Liberibacter americanus*, associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55: 1857-1862.

Trujillo, A. J., Sánchez, A. M. y Robles G. P. 2008. Situación actual y perspectivas del Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México. 3 pp. *In*: memorias del I Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (*Candidatus Liberibacter* spp) y el psílido asiático de los cítricos

(*Diaphorina citri*). 7-9 de Mayo, 2008. Hermosillo, Sonora, México.

Trujillo-Arriaga, J. 2010. Situación actual, regulación y manejo del HLB en México. 2º Taller internacional sobre el Huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán. México.

Van der Merwe, A. J. and Andersen, F. G. 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.

Forma recomendada de cita:

SENASICA. 2019. Ficha técnica Huanglongbing '*Candidatus Liberibacter* spp.' Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal - Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF) Cd. de México. Ficha técnica 78 Última actualización: abril, 2019. 34p.