

**CARACTERÍSTICAS DE LA ENFERMEDAD “HUANGLONBING” (*CANDIDATUS LIBERIBACTER*)
Y EL VECTOR *Diaphorina citri* Kuwayama (*HEMIPTERA: LIVIIDAE*) EN LOS
AGROECOSISTEMAS CITRÍCOLAS DE COLOMBIA**

DARÍO TRUJILLO CARVAJAL

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AFINES
INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ**

2019

**CARACTERÍSTICAS DE LA ENFERMEDAD “HUANGLONBING” (*CANDIDATUS LIBERIBACTER*)
Y EL VECTOR *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (*HEMIPTERA: LIVIIDAE*) EN LOS
AGROECOSISTEMAS CITRÍCOLAS DE COLOMBIA**

DARÍO TRUJILLO CARVAJAL

Trabajo de grado opción monografía para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

DIRECTOR.

LAGUANDIO DEL CRISTO BANDA SÁNCHEZ

I.A. M.Sc.

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AFINES
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Fusagasugá

2019

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Dedicatoria

A mi Familia de la fundación Cedesnid que siempre me ha apoyado para continuar con mis estudios académicos.

A Juan Carlos Ureña y familiares que siempre han estado a mi lado apoyándome en los estudios.

A mis amigos que me han ayudado en la sacar adelante mis estudios.

A los docentes de la facultad de agronomía de la Universidad de Cundinamarca por la constante orientación ofrecida en el desarrollo de las actividades académicas.

Pero sobre todo a Dios que me ha dado el entendimiento necesario para poder alcanzar objetivos en mi vida.

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a mi Familia Cedensid que sin ellos no hubiera sido posible la consecución de mis estudios universitarios.

Agradezco la orientación y ayuda ofrecida por la Universidad de Cundinamarca y a los docentes de la facultad de agronomía por la orientación constante

A Juan Carlos Ureña y familiares que han estado siempre dispuestos a colaborar en el desarrollo de mis estudios universitarios.

A todos y cada una de las personas que han tenido la disposición para ayudarme y poder sacar adelante mis estudios universitarios.

Tabla de contenido

Agradecimientos.....	5
LISTA DE TABLAS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
Objetivos específicos.....	7
1. PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS A NIVEL MUNDIAL Y EN COLOMBIA.....	8
1.2. Demanda de cítricos - mundial.....	8
1.4. Pérdidas de árboles cítricos por la dispersión del “HLB” en el mundo.....	10
1.6. Zonas o núcleos de producción en Colombia.....	11
2. ASPECTOS GENERALES DE LA ENFERMEDAD “HUANGLONBING”.....	11
2.1. Aspectos Históricos de la aparición de la enfermedad de “Huanglonbing”.....	12
2.2. Distribución de la enfermedad “Huanglonbing” (<i>C. Liberibacter</i>).....	12
2.3. Distribución geográfica de la bacteria.....	13
2.4. Sintomatología de la enfermedad “Huanglonbing”.....	14
2.5. Generalidades del Agente causal de la enfermedad “Huanglonbing” <i>Candidatus Liberibacter</i>	16
2.6. Biología de <i>Candidatus Liberibacter</i>	16
2.7. Taxonomía de la bacteria <i>Candidatus Liberibacter</i>	17
2.7.2. <i>Candidatus Liberibacter africanus</i>	18
2.7.3. <i>Candidatus Liberibacter americanus</i>	18
2.8. Condiciones climáticas y tiempo de adaptación de <i>Candidatus Liberibacter</i>	18
4.1. Formas de transmisión de la bacteria <i>Candidatus Liberibacter</i>	19
2.9. Epidemiología de la enfermedad de “Huanglonbing”.....	20
2.10. Relación planta y patógeno.....	21
2.11. Características epidemiológicas del pato sistema bacteria – planta.....	21
2.12. Aislamiento artificial de la bacteria <i>Candidatus Liberibacter</i>	22
2.13. Propagación y multiplicación de <i>Candidatus Liberibacter</i>	23
3. VECTOR DE “HUANGLONBING”: <i>Diaphorina citri</i>	23
3.1 Distribución del vector de <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama.....	23
3.2 Presencia de <i>Diaphorina citri</i> en Colombia.....	24
3.3 Dispersión de <i>Diaphorina citri</i>	25
3.5.1. Daños Causados por <i>Diaphorina citri</i>	30
3.5.4 Daños indirectos.....	30

3.6. Plantas hospederas del vector <i>Diaphorina citri</i>	31
3.6.1. Preferencia del vector por hospederos.....	32
3.6.3. Plantas hospederas menos colonizadas por <i>Diaphorina citri</i>	32
5 SÍNTOMAS Y DAÑOS CAUSADOS POR LA BACTERIA <i>CANDIDATUS LIBERIBACTER</i>.....	37
5.3. Otros síntomas asociados a la enfermedad de “Huanglonbing” en los cítricos.....	39
5.4 Movimiento de la bacteria en los tejidos de la planta infectada.....	39
5.5. Daños en el sistema vascular de la planta causado por <i>Candidatus Liberibacter</i>	40
5.6. Problemas para su control y erradicación de la enfermedad “Huanglonbing”	41
5.7. Diagnostico e identificación de la bacteria <i>Candidatus Liberibacter</i>	41

LISTA DE FIGURAS

- figura 1 se resalta las areas para citricos y las areas cosechadas ,los rendimientos Ton/Ha..... 10*
- figura 2 se puede evidenciar como la enfermedad HLB se ha expandido en el mundo..... 14*
- En la figura 3 se presenta un esquema donde se identifican las diferentes fases durante el ciclo biológico del vector Diaphorina citri..... 27*
- Figura 4. mapa conceptual sobre aspectos morfológicos de d. citri fuente elaboración propia basado en información de manejo y control de Diaphorina citri kuwayama en la zona del totonacapan veracruz (universidad autónoma agraria antonio narro 28*
- En la figura 5 (mapa conceptual) se resalta los diferentes síntomas desarrollados durante el ciclo de la enfermedad hlb de los cítricos en las diferentes estructuras de la planta según lo reportado por (graham, johonson, gottwald y irey, 2013)..... 38*
- en la figura 6 se describe la importancia que tiene el control biológico sobre el vector d. citri por medio de la liberación de insectos ectoparasitoides como t. radiata entre otros para disminuir las densidades poblacionales de d. citri. (revista de la..... 52*

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. aspectos de transmisión de hlb fuente (servicio nacional de sanidad, inocuidad AGROALIMENTARIA (mexico, 2011).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Especies de plantas afectadas por D. citri y HLB. Fuente: (Halbert y Manjunath, 2004).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3. Efectos de la temperatura sobre el ciclo de vida de Diaphorina citri . Fuente Ficha técnica de Diaphorina citri.fuente: Servicio Nacional de Sanidad,inocuidad y calidad agroalimentaria, 2013 (Mexico).....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4 Efectos de la temperatura sobre el ciclo de vida de Diaphorina citri. Fuente: Ficha técnica de HLB Huanglonbing, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2013</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5 se muestra los diferentes trabajos encaminados Para el manejo y control de HLB en Colombia y los apoyos económicos por el (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 6 se enlistan algunos insecticidas empleados en el control de poblaciones de Diaphorina citri y su respectivo mecanismo de acción Fuente (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, registro de venta de plaguicidas químicos para uso agríco.....</i>	<i>50</i>

RESUMEN

En años recientes la producción de cítricos en el mundo es amenazada por el surgimiento de la enfermedad de “Huanglonbing” se afirma que su desarrollo fue en la India y después se extendió al continente asiático afectando severamente la producción de cítricos, a partir de los primeros reportes la enfermedad, se ha extendido llegando a diferentes países en el mundo las causas de esta enfermedad son la presencia de dos psílidos *Diaphorina citri* (Hemiptera Liviidae) y *Trioza erytreae* estos han sido reportados como una plaga secundaria de los cítricos pero se convierten en vectores de la bacteria *Candidatus Liberibacter* causante de la enfermedad de “Huanglonbing” reportada como una bacteria restringida únicamente al floema de la planta.

La importancia de identificar los vectores y la bacteria se basa en los diferentes reportes que indican que la epidemiología de “Huanglonbing” puede destruir numerosas plantaciones de cítricos, también los frutos obtenidos de plantas infectadas son de baja calidad en el mercado. Por estas circunstancias regiones como Estados Unidos, Brasil, China han implementado estrategias y medidas de prevención para disminuir los impactos negativos que puede desencadenar la propagación de la enfermedad de “Huanglonbing” para esto las investigaciones se han centrado en la identificación del vector, su forma de alimentación, aspectos de su ciclo de vida. Por otra parte existen reportes de los daños que causa la bacteria cuando se aloja en el sistema vascular de la planta donde los síntomas de la presencia de esta bacteria son en algunas veces confundidos con síntomas de deficiencia de algún elemento nutricional en la planta. En Colombia los reportes de los vectores y la enfermedad HLB indican que posiblemente el vector *Diaphorina citri* ha sido identificado en el departamento del Huila, mientras que la enfermedad se ha desarrollado en las zonas costeras del territorio Colombiano desde 2007-2015.

Palabras claves: epidemiología, prevención, psílido, plaga, deficiencias

INTRODUCCIÓN

La producción de cítricos a nivel mundial es superior a las 100 millones de toneladas anuales, es el grupo de frutales más cultivado en Colombia y las cosechas de cítricos se destina para consumo interno con una participación de 1'681.877 toneladas, la producción de cítricos se ubica como segundo reglón de la economía más importante después de otros cultivos (Orduz y Mateus, 2012; DANE, 2016).

Lo reportado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en lo referente a las áreas destinadas al cultivo de cítricos se estima que pueden existir alrededor de unas 160.408 hectáreas sembradas con una representación en superficie nacional de un 12% mientras que, la distribución del cultivo de cítricos por departamentos representa el 46.8%, teniendo en cuenta que los departamentos con mayor producción son Caldas, Santander, Tolima, Antioquia y Cauca (DANE, 2016).

Sin embargo a nivel mundial, los cítricos tienen una gran importancia para la agroindustria en lo referente a la elaboración de jugos y otros productos que son derivados de esta fruta. Teniendo en cuenta que entre todas las variedades de cítricos existentes en el mundo, los que mayor demanda tienen son naranja, limón, mandarina y lima Tahití, además porque, estos se pueden cultivar en diversos países del mundo y se han adaptado a las diferentes zonas climáticas (Instituto Colombiano Agropecuario, 2012).

La producción de cítricos en Colombia representa un región económica importante para la creación de nuevos empleos, según la cantidad de producción que se tiene por departamentos, estando en primer lugar Santander con un 22.78% de producción, seguido del departamento de Cundinamarca con 9.72% de producción, el tercer departamento es Caldas con un 7.99% mientras que Meta cuenta 7.16% en producción de cítricos y Medellín se ubica en quinto lugar en producción de cítricos esto según lo reportado por (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Pero en los últimos años las entidades del sector agrícola y los citricultores han aumentado el número de hectáreas sembradas ,expandiendo así el área citrícola Colombiana donde en el año 2014 se tenía 79.419 hectáreas sembradas pero este número de hectáreas, fue aumentando para el año 2015 alcanzando las 83.576 hectáreas a diferencia del año 2016 en donde se presentó un significativo aumento en el número de hectáreas sembradas llegando a las 97.275 hectáreas sembradas en cítricos, esto evidencia un aumento de 16.39% en un año

Por otra parte en el año 2018 el área en Ha destinada a la producción de cítricos en Antioquia indica un total de 4.794,4 hectáreas llevando la producción de cítricos en Colombia hacia un mercado de exportación (Arrollo, 2018).

Al respecto el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural estima que el área de siembra por agricultor alcanza las 5.6 hectáreas a nivel nacional, existiendo una diferenciación en los municipios

de cada departamento por el nivel de empresarización que tenga cada uno de estos ejemplo de ello son los municipios de occidente los cuales pueden alcanzar una producción de 600 hectáreas, mientras que el mediano productor puede producir cerca de 20 hectáreas. A diferencia de los productores de la zona o núcleo sur –norte y oriente que son pequeños productores y tienen una área reducida de solo una hectárea para poder cultivar cítricos.

Cabe resaltar que la propagación de la enfermedad de HLB en el territorio es un riesgo potencial para el sector cítrico porque puede desencadenar graves pérdidas económicas, ambientales desde el punto de vista técnico, social y económico, afectando seriamente el bienestar de productores, comercializadores y trabajadores de la cadena cítrica Colombiana (Castaño y Campuzano, 2014).

Por su parte el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha reportado que la presencia de la enfermedad de HLB inicio en el año 2015 la cual, fue identificada por la misma entidad por primera vez en el departamento de la Guajira y desde este reporte las entidades como el ICA y el Ministerio Agricultura y Desarrollo Rural han dado a conocer nuevos informes indicando que la enfermedad se ha extendido de forma rápida hacia departamentos cercanos de la Guajira.

Por otra parte una alta densidad poblacional del vector puede provocar diferentes daños a la planta como resultado de la producción de mielecilla que en grandes cantidades puede formar *fumagina* afectando los procesos fotosintéticos de la planta. Esto también se ve reflejado en la fisiología de la planta en donde el desarrollo se vuelve lento así mismo impacta el producto de en el momento de la comercialización. Mientras tanto *Diaphorina citri* sigue siendo el principal transmisor de la enfermedad de “Huanglongbing” de los cítricos que en los últimos años se le ha considerado como una de las enfermedades más destructivas en las zonas dedicadas a la producción de cítricos en el mundo (Ebratt, 2009).

Por otra parte “Huanglongbing” también es denominada enverdecimiento de los cítricos es inducida por la bacteria *Candidatus Liberibacter sp* que en recientes años ha sido transmitida en países del continente americano por el psílido Asiático de los cítricos (PAC), se dice que en la actualidad es la enfermedad más devastadora de los cítricos. Porque existen variantes de la bacteria *Candidatus Liberibacter* que han sido dispersadas países del mundo como es el caso *C.L asiaticus* (Bové, 2012; Bassanezi *et al*, 2011; Gottwald, 2010).

De acuerdo a reportes realizados por investigadores sugieren que es una enfermedad que causa un alto impacto epidemiológico donde los niveles de incidencia en determinados países se aproximan al 100% además, las pérdidas que han sido causadas por la epidemiología son variables; un ejemplo son las perdidas en producción de naranja dulce en donde se presentó una disminución alrededor de un 42% mientras que en el cultivo de limón mexicano se reportan pérdidas del 62% (Salcedo *et al*, 2010).

Sobre las bases de las ideas expuestas se busca recopilar información de temáticas relacionadas con la enfermedad de “Huanglongbing” como la importancia de la producción de cítricos en el mundo

y en Colombia, las características morfológicas del vector, su ciclo biológico, además se tendrá en cuenta los aspectos epidemiológicos de la enfermedad y las diferentes estrategias que han implementado algunos países para prevenir y controlar la diseminación tanto del vector como de la enfermedad HLB de los cítricos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia existen actualmente 8,6 millones de hectáreas destinadas a la producción agrícola del país, en lo que se refiere a la producción de cítricos Colombia cuenta con 91.861 hectáreas según lo reportado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2014, los cuales son destinados para la producción de naranja, limón, mandarina, naranja tangelo y toronjas.

Los primeros reportes de la enfermedad de “Huanglonbing” en Colombia el vector (*D. citri*) se reportó en el año 2007 y a partir de este primer reporte se han presenciado otros en diferentes departamentos y municipios como en Antioquia, Córdoba, Cesar, Norte de Santander, Sucre, Valle del Cauca, Risaralda, Atlántico, Cundinamarca y Tolima (Kondo y Simbaqueba,2014;ICA,2010).

En los primeros meses de 2015 se realizaron los reportes donde se había identificado únicamente el vector pero no se encontró la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter* pero finalizando el año 2015 según algunos reportes se encontró nuevamente la presencia del vector el cual daba positivo como vector de la Bacteria *C.L* con estos reportes el Instituto Colombiano agropecuario (ICA) declaro una emergencia fitosanitaria en el territorio Colombiano cuando se detectaron adultos del vector *Diaphorina citri* que dieron positivo para la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* en el departamento de la Guajira (Instituto Colombiano Agropecuario,2015).

Con el siguiente trabajo de investigación para la caracterización de la enfermedad de “Huanglonbing” se buscó dar respuesta a las siguientes preguntas.

¿Qué estrategias se deben desarrollar para evitar que el vector y la enfermedad de Huanglonbing generen graves pérdidas económicas para los productores y comercializadores de cítricos en Colombia?

¿Qué medidas preventivas se han implementado para la enfermedad de “Huanglonbing” en los diferentes países en donde se ha reportado la presencia de la enfermedad y que estrategias preventivas se pueden desarrollar en el territorio Colombiano para evitar la dispersión del vector y la propagación de la bacteria en las plantaciones cítricas?

¿Cuáles son las condiciones climáticas más favorables en donde se puede desarrollar el vector *Diaphorina citri* y la bacteria *Candidatus* en las regiones o departamentos de Colombia?

¿Además de los cítricos que otras plantas se convierten en hospederos para *Diaphorina citri* y de la enfermedad HLB de los cítricos?

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con las cifras reportadas por el ministerio de agricultura y desarrollo rural y las evaluaciones realizadas en el año 2015 se resalta que la cadena citrícola es una de las más importantes porque hay mayor ocupación laboral tanto a nivel de campo como a nivel industrial (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013).

Según los datos reportados por el Departamento administrativo nacional de estadística 2015 la producción de cítricos en Colombia alcanzo un total 66.230 toneladas esta cantidad se encuentra distribuida en producción de mandarina, naranja y limón distribuido en diferentes zonas citrícolas de Colombia. La producción de cítricos en nuestro país ha creado una dinámica que le ha permitido exportar cítricos hacia otros países. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005).

Otros aportes dados por la Secretaria Técnica Nacional de la cadena citrícola Colombiana se calcula que la generación de empleo está determinada por cada citricultor, que en promedio puede generar dos empleos directos por hectárea lo que indica que la cadena citrícola genera 186.000 empleos directos y 252.000 empleos indirectos para un total de 438.000 empleos (Instituto Colombiano Agropecuario, 2013).

Según el panorama de la citricultura en Colombia representa un renglón económico para la generación de ingresos económicos hacia los pequeños y medianos productores que dependen exclusivamente del sector citrícola, debido a la importancia de este sector es que se requiere de información e investigación en relación a la prevención y mitigación de enfermedades que afecten la estabilidad del sector citrícola que actualmente existe en Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario, 2014).

Dado los recientes reportes de la aparición de la enfermedad de “Huanglonbing” en Colombia se busca diagnosticar y profundizar en las características de desarrollo de la enfermedad de “Huanglonbing”, así como poder proyectar medidas preventivas en las diferentes zonas citrícolas del país.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Caracterizar la enfermedad “Huanglonbing” (HLB) (*Candidatus Liberibacter*) y el vector *Diaphorina citri* Kuwayama (*Hemiptera Liviidae*), posibles medidas de manejo en los sistemas de producción citrícolas en Colombia.

Objetivos específicos:

- Conocer los aspectos epidemiológicos de la bacteria *Candidatus Liberibacter* causante de la enfermedad HLB y los posibles daños que puede generar a las plantaciones citrícolas en el territorio Colombiano.
- Indagar aspectos de la biología y ecología del insecto vector (*Diaphorina citri*) y la bacteria *Candidatus Liberibacter*.
- Reunir información científica sobre el manejo de la enfermedad HLB que contribuyan con la implementación de estrategias preventivas en Colombia.
- Determinar los impactos económicos actuales y potenciales de la enfermedad de “Huanglonbing” y el vector *Diaphorina citri* en Colombia.

CARACTERÍSTICAS DE LA ENFERMEDAD “HUANGLONGBING” (*CANDIDATUS LIBERIBACTER*) Y EL VECTOR *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA (*HEMIPTERA: LIVIIDAE*) EN LOS AGROECOSISTEMAS CITRÍCOLAS DE COLOMBIA.

1. PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS A NIVEL MUNDIAL Y EN COLOMBIA

Se considera que el país con mayor producción de cítricos es China casi a nivel mundial con un número de hectáreas cosechadas de 2.403.974 seguido por china continental con 2.378.650 hectáreas cosechadas, esto demuestra que el 49.81% de los cítricos del mundo son cultivados en el continente Asiático le sigue en nivel de producción América con un 25.62% mientras que África produce el 18.42%. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013).

Los cítricos tienen su origen en las regiones tropicales - subtropicales del sur y este de Asia se piensa que desde allí fueron llevados a China, India, Medio Oriente y posteriormente a Europa, algunos reportes afirman que los cítricos fueron traídos al nuevo continente por Cristóbal Colón en su segundo viaje 1493, posteriormente los cítricos fueron traídos a Colombia en los viajes por los españoles Alonso de Ojeda llegando primero a la Costa Atlántica y luego fueron distribuidos por todo el territorio a lo largo del río Magdalena (Amortegui, 2001).

1.1. Desarrollo de nuevas variedades de cítricos

Las Variedades de cítricos más importantes comercialmente han sido desarrolladas para la región subtropical norte y sur, los mayores productores se encuentran en países como Estados Unidos, Japón, España e Israel. Mientras que en el subtropico sur los países que tienen mayor producción y mejores variedades de cítricos se encuentra Brasil y Suramérica. En la actualidad los cítricos tienen una amplia distribución en el mundo especialmente en los países del trópico esto ha sido posible por el avance de las investigaciones para mejorar las variedades de cítricos aunque la producción de cítricos subtropical es desigual (Amortegui, 2001).

1.2. Demanda de cítricos - mundial

Los mayores consumos de cítricos en kg por persona al año en cuanto a naranjas y mandarinas se refiere en el año 2013 en primer lugar se encuentra el país de Belice que reporta un consumo de 88.84 kilos mientras que el consumo de toronja llega a los 54.49 kilogramos igualmente el consumo

en kilogramos por persona por año en relación a las limas y limones se encuentra el país de las Bahamas, alcanzando un consumo de alrededor de 33.84 kilogramos (FAOSTAT, 2013).

1.3. PRODUCCIÓN CITRÍCOLA COLOMBIANA

EL cultivo de cítricos para el año 2014 en Colombia tenía 79.419 hectáreas sembradas pero este número de hectáreas sembradas fue en aumento para el año 2015 alcanzado las 83.576 hectáreas seguidamente para el año 2016 se presentó un significativo aumento en el número de hectáreas llegando a las 97.275 hectáreas sembradas en cítricos, cabe resaltar que la producción de cítricos en el departamento de Antioquia en hectáreas alcanzo 4.794,4 esto evidencia un aumento de 16.39% en un año llevando la producción de cítricos en Colombia hacia un mercado de exportación (Arrollo, 2018) y (Instituto Colombiano Agropecuario,2018).

Lo anterior indica que la producción de cítricos tiene importancia económica para la agroindustria y productores pero en los últimos años la producción de cítricos ha sido afectada por la presencia de la enfermedad de “Huanglonbing” y otras enfermedades, insectos plaga. Para evitar la disminución en la calidad y producción de cítricos se deben desarrollar estrategias y métodos de prevención para evitar la dispersión de vectores que puedan diseminar bacterias o patógenos perjudiciales para los cítricos, pero especialmente tener un monitoreo de vectores como *Diaphorina citri* Kuwayama portador de la bacteria *Candidatus Liberibacter* que en la actualidad ha sido identificados como los agentes más destructores para los arboles de cítricos, con relación a lo mencionado el vector *D. citri* es el que mayor presencia tiene en Norteamérica, Centroamérica y Suramérica siendo el portador de la bacteria *Candidatus Liberibacter* (Chung y Briansk, 2005; Grafton et al.2000).

Figura 1 se resalta las áreas para cítricos y las áreas cosechadas, los rendimientos ton/ha

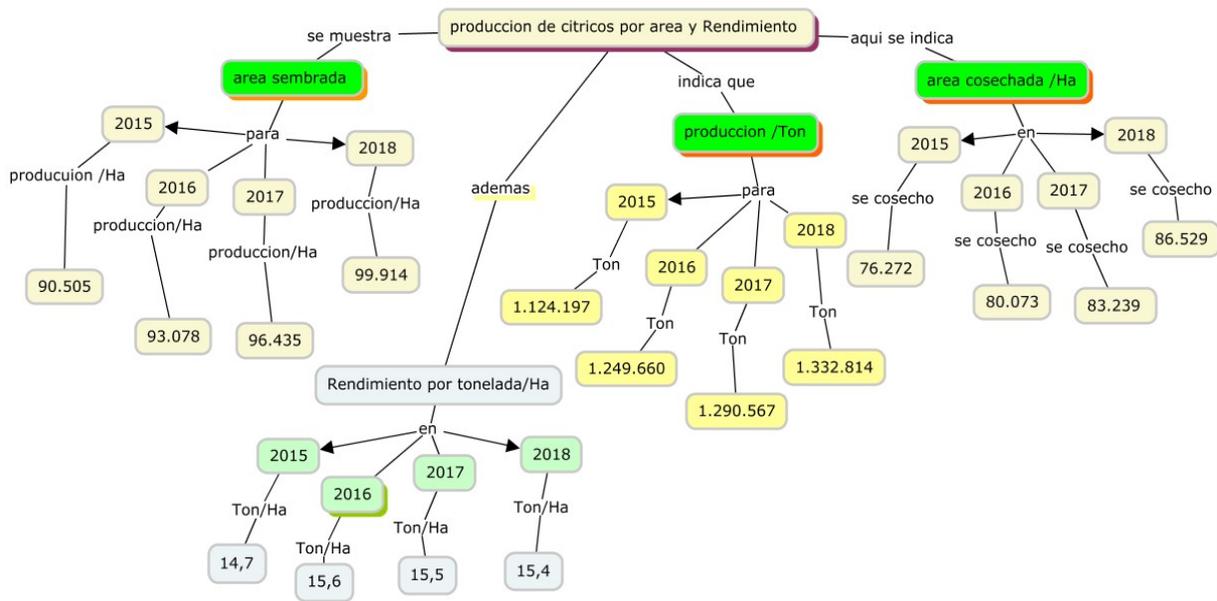


Figura 1. Mapa conceptual producción de cítricos en Colombia. Elaboración propia Basado en información de documento publicado por el (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de Colombia, 2018).

1.4. Pérdidas de árboles cítricos por la dispersión del “HLB” en el mundo

La enfermedad de “Huanglongbing” ha generado pérdidas de más diez millones de árboles alrededor del mundo esta enfermedad se ha detectado en los Estados Unidos, Brasil Cuba, México, Honduras y recientemente en el territorio Colombiano. Estas evidencias la han hecho necesario la implementación de alertas y campañas fitosanitarias para dar respuesta a esta peligrosa enfermedad y su vector (Trujillo *et al*, 2010 y Sánchez, 2011).

Se considera que la distribución de la enfermedad “Huanglongbing” es de forma potencial porque inicialmente esta enfermedad se desarrolló en India diseminándose al continente Asiático y a partir de estos reportes de distribución de la enfermedad se han generado diversos reportes indicando que el HLB se ha venido expandiendo hacia otros países donde antes no había la presencia de los vectores y la bacteria que generan el HLB en los cítricos extendiéndose por Estados Unidos (2005), en Sao Paulo Brasil (2004) y En Colombia la presencia de “Huanglongbing” los monitoreos realizados

por las entidades del sector agrícola, han permitido encontrar la presencia del vector *Diaphorina citri* y la bacteria *Candidatus liberibacter Asiaticus* reportado en el año 2015 (Instituto Colombiano Agropecuario, 2015).

1.5. Importancia de la producción de cítricos en Colombia

En Colombia se producen tres productos de la familia de los cítricos entre estos se puede mencionar naranja (Valencia, Salustiana, Sweety) variedades de mandarinas como (Arrayana, Oneco, Clementinas) y dentro del grupo de limones de mayor demanda en Colombia está (Limón Tahití, común o pajarito y la lima Rampur también conocido como limón mandarino. (Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural, 2018).

1.6. Zonas o núcleos de producción en Colombia

Aunque los cítricos se pueden cultivar en diversas regiones del país este cultivo tiene áreas como núcleos de producción las cuales se encuentran en los municipios de cada departamento a nivel nacional en donde podemos mencionar algunos: Costa Atlántica, Magdalena, Cesar, Bolívar estos son los departamentos que sirven como núcleo de producción de cítricos.

Mientras que las zonas de producción Norte – Oriente se encuentra (Santander, Norte de Santander y Boyacá)

En la zona centro se encuentra zonas como (Cundinamarca, Tolima y Huila)

Para la zona de Llanos Orientales se encuentra (Meta, Casanare) y por otra parte la zona occidente tiene un número mayor de núcleos para la producción de cítricos entre los que se resaltan(Antioquia, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda y Quindío) Teniendo en cuenta que en la zona sur existe un número reducido de núcleos de producción que es (Cauca y Nariño).

2. ASPECTOS GENERALES DE LA ENFERMEDAD “HUANGLONBING”

La enfermedad de “Huanglonbing” proviene del vocablo Chino (Huang-Long-Bing) que traduce enfermedad de la rama amarilla es una enfermedad bacteriana sistémica la cual puede destruir la planta cuando afecta el sistema vascular. La sintomatología de la enfermedad era conocida en el Sudeste de China desde finales del siglo XIX y en el año 1956 fue catalogada como una enfermedad nueva por el profesor Kong Xian Lin en la provincia de Guandong (Duran - Vila *et al*, 2014).

La palabra “Huanglonbing” es el nombre adaptado desde 1995 por la organización internacional y la sociedad de virología y fitopatología americana, esta enfermedad algunos autores la han

denominado “citrus Greening” y también como enfermedad del dragón amarillo. El HLB es considerada como una de las enfermedades más peores que afecta los cítricos a nivel mundial por la gravedad de los síntomas y por la rapidez con la que se propaga la enfermedad, teniendo en cuenta que todas las especies de cítricos son susceptibles a la enfermedad de HLB (García, 2009).

2.1. Aspectos Históricos de la aparición de la enfermedad de “Huanglonbing”

Se debe resaltar que la enfermedad de “Huanglonbing” existe desde el año 1700 en la india a partir de estos primeros descubrimientos se empezó a describir los síntomas de la enfermedad en los cítricos donde inicialmente estas características de los síntomas se les denominó como una muerte regresiva de los árboles (Bové, 2006).

En este sentido reportes realizados por Bastianel (2005) señala que “Huanglonbing” en un principio fue descrito como enverdecimiento de los cítricos y también fue reconocida como una de las enfermedades más agresivas para los cítricos en general. Los primeros estudios y la identificación de la enfermedad “Huanglonbing” se realizaron en el continente asiático África, Islas de Maurido, Reunión, Madagascar y en la Península de Arabia.

Igualmente en zonas frías sudafricanas productoras de cítricos realizaron estudios sobre las características de la enfermedad de “Huanglonbing” en el año 1929, pensando que la enfermedad era causada por un virus denominado (Yellow Branch Disease) enfermedad del amarillamiento de los cítricos (Miguel y Stefanova, 1999).

2.2. Distribución de la enfermedad “Huanglonbing” (*C. Liberibacter*)

Según lo reportado por Grafton en (2006) afirma que la distribución de la enfermedad de “Huanglonbing”, se desarrolla de forma potencial siendo reportada en Asia, Arabia Saudita, India. Igualmente la enfermedad ha sido reportada en Sao Paulo Brasil en el 2004, en Estados Unidos en el año 2005. La identificación de la enfermedad “Huanglonbing” en Colombia apoyada en los diferentes informes en un inicio se sospechaba la presencia del vector *Diaphorina citri* Kuwayama y la bacteria *Candidatus liberibacter* pero en diciembre de 2015 se emiten las primeras alertas sobre la presencia enfermedad “Huanglonbing” (Instituto Colombiano Agropecuario, 2015).

Se considera que a nivel mundial esta enfermedad HLB presenta un alto impacto epidémico alcanzando niveles de incidencia del 100% (China); 26% (Brasil). Además presentándose devastadoras pérdidas alrededor de un 42% (Robles-Gonzales *et al*, 2013).

2.3. Distribución geográfica de la bacteria

Candidatus Liberibacter Asiaticus los investigadores la identificaron por primera vez en la provincia de Guandong perteneciente a China, se afirma que la bacteria coevoluciona en plantaciones de cítricos.

Pero las investigaciones realizadas por Beattie año (2008) afirman que *C.L. Asiaticus* posiblemente es originaria de India según lo sugerido por (Halbert y Manjunath, 2008), sin embargo ellos también indican que el origen de *Candidatus Liberibacter* seguramente fue descubierta en la parte baja del desierto del Sahara en África, otra posibilidad es que la bacteria se halla movido cuando los humanos transportaban material vegetal infectado seguramente la bacteria se propago a otros países, algunos argumentan que inicialmente *C.liberibacter* se alojó en la planta *Vepris lanceolata* y después fue dispersada por sus respectivos vectores en los agroecosistemas cítricos de igual forma el vector *Trioza Erythrae* se propago en India por medio de plantas infectadas, cuando el patógeno de HLB ya se encontraba en la India, *C.liberibacter* fue adquirida y dispersada por el vector *Diaphorina citri* Kuwayama ya que este vector tiene un limitado rango de hospederos (Halbert y Manjunath, 2004).

Al parecer *Candidatus Liberibacter Africanus* coevoluciona en especies rutáceas en África porque los cítricos fueron llevados a este continente (Halbert y Manjunath, 2004; Beattie *et al*, 2008). En todo caso se argumenta que la enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, igualmente la bacteria se ha diseminado en Asia, África, América y Oceanía, algunos de los primeros reportes de la enfermedad en el continente americano se presentaron en Brasil (2004) y en el 2005 se dio un nuevo reporte en la Florida Estados Unidos, En la actualidad se encuentra presente en Centroamérica y Suramérica en países como Cuba, Brasil, Belice, Estados Unidos, México y en República Dominicana (Irey, 2010). En la figura 2, se puede observar la dispersión que ha tenido la enfermedad “Huanglongbing” a nivel mundial.

Figura 2 se puede evidenciar como la enfermedad HLB se ha expandido en el mundo

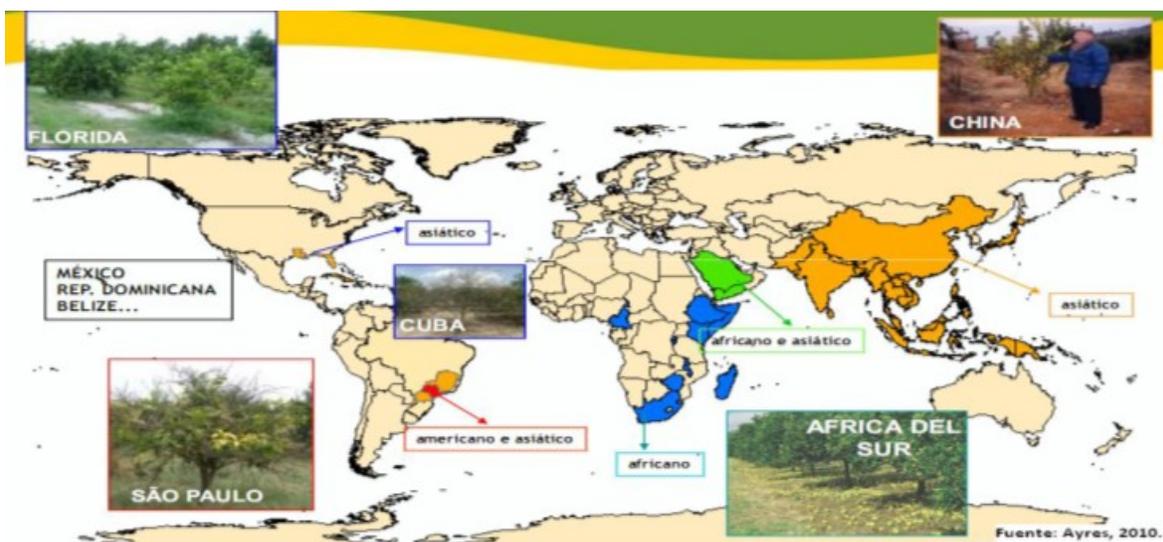


Figura 2 se evidencia la dispersión de la enfermedad de "huanglonbing" a nivel mundial fuente (boletín Ica, 2012)

2.4. Sintomatología de la enfermedad “Huanglonbing”

Los primeros síntomas de la enfermedad en árboles infectados no son específicos en las hojas porque solo se aprecian manchas moteadas y brotes de color amarillo, además los árboles presentan malformaciones, los frutos contaminados son de mala calidad en algunos casos estos carecen de semillas viables con una maduración invertida. En efecto los síntomas no se encuentran de forma homogénea en una planta infectada (Bové, 2006). En algunas ocasiones estos síntomas no son suficientes para determinar si la enfermedad HLB se ha desarrollado en los cítricos como lo han afirmado algunos autores esto se debe a que los síntomas no se evidencian al mismo tiempo en la totalidad del árbol. Esto conlleva a que los primeros diagnósticos no sean claros si se tiene en cuenta únicamente los síntomas de la enfermedad. En plantaciones cítricas los investigadores han desarrollado herramientas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que ayuda a identificar la especie o variante de la bacteria *Candidatus Liberibacter*, que se encuentra en los tejidos vegetales examinados (Bové y Garnier; Jagoueix, 1996).

Candidatus Liberibacter es una bacteria Gram negativa que pertenece al grupo de las alfa-proteobacterias. Esta bacteria puede sobrevivir y crecer dentro de un vector artrópodo, observaciones realizadas por microscopía electrónica muestran que esta bacteria presenta morfología bacilar (Tanaka *et al*, 2007). En las plantas hospederas se restringe a los tubos cribosos del floema (Bové, 2006).

Cuando los árboles son afectados por la presencia de la bacteria *Candidatus Liberibacter* los frutos sufren diversos cambios que interfieren en la calidad de los frutos (Restrepo –García et al, 2016), mientras que el diámetro de los frutos se reduce en un 17% y no presenta un color uniforme, en cuanto a la calidad de jugo puede disminuir en un 7% pero la cantidad de ácido de los frutos aumenta hasta un 29% (Rogers, 2011).

La incubación de la bacteria *Candidatus Liberibacter* o el tiempo de infección y la aparición de los primeros síntomas dependen de otros factores como la temperatura, la especie hospedera, la edad de la planta, la variedad de la planta hospedante y la concentración bacteriana en el momento de transmitirse la bacteria a la planta para el caso de C.L su incubación puede variar entre los 6 – 12 meses (Bové, 2012).

El agente causal es una bacteria gram negativa que pertenece al género *Candidatus Liberibacter*, y tiene otras variantes que también causan la enfermedad de “Huanglongbing” incluyendo a C.L asiaticus presente en el continente Asiático y en países de Latinoamérica; mientras que la bacteria C.L americanus según lo reportado por algunos investigadores esta bacteria únicamente se encontró en Brasil y en China. La bacteria *Candidatus, Liberibacter africanus* está presente únicamente en los países Africanos (Bové, 2006; NAPPO, 2009; Haapalainen, 2014).

La bacteria en condiciones de laboratorio es difícil cultivar en medios y también porque tienen poca duración (Gottwald, 2010), aunque en la actualidad se ha logrado realizar cultivos de la bacteria en condiciones de laboratorio logrando mantener a la bacteria por un tiempo determinado de forma aislada (Davis et al, 2008 y Duan et al, 2009)

Sin embargo, los postulados de Koch no se han podido completar aun para ninguna de las tres variantes de la bacteria *Candidatus Liberibacter*.

Esta enfermedad tiene una grave afectación en la producción de cítricos, algunas investigaciones indican que 60 millones de árboles han sido destruidos por la presencia de HLB a nivel global (Das et al, 2007).

En los países donde la epidemiología de HLB ha sido muy fuerte se han generado también graves pérdidas en la cadena citrícola como en el caso de Asia, Brasil, Estados Unidos y África, que han presentado pérdidas cercanas al 100% en la producción citrícola (Aleman y Ravelo, 2007; Bassanezi, 2000).

Se considera que el HLB afecta mayormente las especies rutáceas esto como resultado de los daños hechos por el vector cuando se alimenta también es un vehículo para que la bacteria se aloje en el sistema vascular de la planta (Da Graca, 1991). Siendo esta enfermedad de importancia económica para la producción citrícola (Garnier-Danel y Bové, 1984).

2.5. Generalidades del Agente causal de la enfermedad “Huanglonbing” *Candidatus Liberibacter*

El termino *Candidatus liberibacter* se deriva de la palabra *Candidatus* que es la palabra utilizada para designar a los organismos que no se pueden cultivar en laboratorio y que no pueden ser clasificados y caracterizados por los métodos tradicionales (Murray y Schleifer, 1994; Murray y Stackebrand, 1995) mientras que el nombre trivial de *liberibacter* que procede del Latín (Liver) que significa corteza y bacter –bacteria (Jagoueix *et al*, 1994).

C.liberibacter es una bacteria filamentosa que se aloja en el floema y su forma puede ser redonda. Al terminar el ciclo celular, puede ser transmitida a la planta por diferentes vectores los cuales pueden contener la bacteria alojada en el aparato bucal y en la hemolinfa (Bové y Garnier; Jagoueix, 1994).

La bacteria *C.liberibacter* presenta tres variantes y actualmente son las responsables de la aparición de la enfermedad de “Huanglonbing” en el mundo cabe mencionar que además de estas tres variantes de la bacteria algunos autores afirman que existen dos fitoplasmas *Candidatus Phytoplasma Phoenicium* y *Candidatus Phytoplasma grupo Asteris* (Bové, 2006).

La enfermedad de “Huanglonbing” se dispersa de manera agregada por grupos de árboles. La distribución del HLB se ha registrado con mayor frecuencia en las orillas y en sitios dentro de la huerta en donde se forman parches o espacios con pocos arboles a causa de una fuente de agua o sistemas de bombeo para riego esta dispersión guarda una estrecha relación con la distribución del insecto vector (Gottwald,2010).

2.6. Biología de *Candidatus Liberibacter*

En observaciones realizadas con microscopia electrónica de transmisión los investigadores afirman que la bacteria mide 0.2 - 0.3 micrómetros de diámetro y posee una membrana característica de las bacterias gram negativas además posee una capa de peptidoglucano medianamente visible, no se evidencia la presencia de flagelos o Pili (Jagoueix, 1994).

El ciclo de vida de esta bacteria está limitada al floema de la planta afectando la vida útil de estas en estado joven y plantas que llevan varios años en producción puede infectar todas las especies de cítricos incluyendo los híbridos puede ocasionar la muerte de los árboles en pocos años. La forma como actúa la bacteria dentro del sistema vascular de la planta puede ocasionar un colapso de los vasos del floema, impidiendo la circulación de los foto asimilados (Hall, 2008).

La bacteria *Candidatus Liberibacter* sp también puede habitar en los elementos del tamiz en los tejidos del floema impidiendo el transporte de sacarosa, por otra parte la bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* ha sido descubierta en partes florales de la planta como pétalos, estambres y pistilos, mientras que en las partes del fruto se encontró en el pedúnculo, la columela y en el revestimiento de la semilla (Tatineni-Sagaram *et al*, 2008).

2.7. Taxonomía de la bacteria *Candidatus Liberibacter*

Las investigaciones realizadas por Garnier *et al*, (2000) cambiaron el nombre genérico de *Liberobacter* a la denominación *Liberibacter* siguiendo el código internacional de nomenclatura para bacterias el cual estableció que la palabra “bacter” es del género masculino y “Líber” es de origen Latino, la vocal de conexión debe ser una “i” por otra parte los investigadores Floyd y Krass en (2006) dan a conocer que la nomenclatura de esta enfermedad el termino *Candidatus* se utiliza para las bacterias que han podido ser cultivadas afirmando que la descripción taxonómica no es completa.

A Continuación se presenta la clasificación taxonómica de *C.Liberibacter*.

Dominio: bacteria

Phylum: proteobacteria

Clase: Alfaproteobacteria

Orden: Rhizobiales

Familia: phyllobacteriaceae

Género: *Candidatus*

Especie: *Candidatus Liberibacter asiaticus*

Fuente ficha técnica de HLB, Huanglonbing ,2011

2.7.1. Especie *Candidatus Liberibacter asiaticus*

Es una especie menos sensible al calor, esta bacteria puede superar temperaturas de 30-34° Centígrados en tiempos prolongados pero soporta temperaturas iguales o superiores a los 38° Centígrados (López *et al*, 2009).

2.7.2. *Candidatus Liberibacter africanus*

Esta bacteria se encuentra distribuida en este, centro y sur de África las condiciones de supervivencia para esta bacteria a condiciones de temperatura y humedad relativa, altas La enfermedad se presenta con mayor severidad en climas “frescos” con temperaturas entre los 20 - 25 centígrados donde la humedad relativa es baja (Garnier *et al*, 2000; Texeira *et al*, 2005^a).

2.7.3. *Candidatus Liberibacter americanus*

Ha sido identificada en solo Brasil, se afirma que se trata de una nueva variante más virulenta, el vector portador de esta bacteria es *Diaphorina citri* (Texeira *et al*, 2005).según las comparaciones realizadas con la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *C.L.americanus* tolera menos las temperaturas altas pero es capaz de infectar plantaciones de cítricos en rangos de temperatura de 24- 30°C (López *et al*, 2009).

2.8.3 Condiciones climáticas y tiempo de adaptación de *Candidatus Liberibacter*

Dentro de las tres variantes de la bacteria, la variante Africana es menos agresiva las condiciones de temperatura en las que manifiesta los síntomas se encuentra entre los 22°C y los 24°C pero en regiones en donde las temperaturas son superiores a los 27°C -30°C los síntomas de la enfermedad HLB se presentan con menos severidad por otra parte si las temperaturas aumentan y mantienen por largos periodos la variante Africana de la bacteria *Candidatus Liberibacter* cesa su actividad como patógeno mientras que los síntomas de HLB desarrollados por la bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* se pueden presentar tanto en condiciones de temperatura de baja intensidad o de baja intensidad, otro aspecto importante es la altura msnm en la que se encuentra el cultivo por ejemplo *C.L africanus* se encuentra frecuentemente en zonas con una altitud superior de los 700 msnm mientras que *Candidatus Liberibacter Asiaticus* se desarrolla en condiciones de altitudes menores y más calurosas cabe mencionar que en Brasil recientemente se detectó una cuarta variante *C.L americana* la cual en condiciones de temperatura tiene un comportamiento similar a la

bacteria *Candidatus Liberibacter Asiaticus* aunque algunos autores afirman que esta variante es menos tolerante a las altas temperaturas como si lo es para *C.L. Africanus* (Bové et al, 2007).

Estas bacterias son diseminadas por los vectores *D.citri* y *Trioza erytrae* (Capoor y Viswanath, 1967; McClean y Oberholzer, 1965).

2.9 Formas de transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter*

La bacteria puede ser transmitida por medio de material de propagación, igualmente la bacteria se puede transmitir en las plantas provenientes de injertos (Fruturcrop, 2018), existen dos formas de transmisión comprobadas de la bacteria *Candidatus Liberibacter* en las plantas hospederas: La primera forma de transmisión es cuando se realiza injertos en la etapa de vivero utilizando material vegetal de propagación donde las yemas contienen el inoculo de la bacteria, se realiza de manera natural por medio de los vectores *Diaphorina citri asiaticus*, *Diaphorina citri americanus* (Bové, 2006).

Otros estudios indican que la transmisión de la bacteria *C. Liberibacter* por el vector *D. citri* primero tiene un periodo de adquisición esta generalmente ocurre cuando las ninfas o adultos al alimentarse pasa por un periodo de latencia que es necesario para que la bacteria se multiplique en el cuerpo del insecto, después de estos dos periodos sigue un tercer periodo de inoculación en donde

El insecto vector al alimentarse infecta a la planta con la bacteria. Se afirma que un insecto vector adulto adquiere la bacteria entre 15 - 30 minutos y la bacteria permanece en el insecto por un periodo de latencia de 21 días (Stansly .2012 citado por Yamamoto, 2015)

Diaphorina citri y *Trioza erytrae* Tienen la capacidad de adquirir el patógeno al alimentarse entre 15 y 30 minutos, portando la bacteria durante toda su vida. La transmisión de la enfermedad a nivel transovarica de forma circulativa o pagagativa a la progenie solamente esta reportado en el psilido *Trioza erytrae*, aunque este tipo de transmisión parece ser no muy importante (Manjunath *et al*, 2008) (Universidad Nacional de la Amazonia,2019)

El vector adquiere la bacteria en el cuarto y quinto estadio ninfa, también en el estadio adulto. La enfermedad no es transmitida a la descendencia solamente es transmitida por el adulto hasta el final de su ciclo de vida. hay que tener en cuenta que el vector para adquirir bacteria necesita de un tiempo estimado de 15 a 24 horas , cuando el insecto adquiere el patógeno el cual se reproduce al interior del insecto y a los 25 días el vector puede dispersar la bacteria en los cítricos (Hal,2008;Grafton-Cardwel et al,2013). En la tabla 1 se resaltan los aspectos de transmisión de HLB por los psilidos y la eficacia de transmisión por los vectores, también el tipo de transmisión de la enfermedad HLB de los cítricos

Tabla 1. Aspectos de transmisión de hlb fuente (servicio nacional de sanidad, inocuidad agroalimentaria (México, 2011).

Psilidos	Eficacia de transmisión	Adquisición	Tipo de transmisión	Multiplicación en el vector	Transmisión transovarica
D. citri	Alta toda la vida	15 -30 minutos	Persistente	Positivo	Negativa
T.Erytreae	Alta toda la vida	15-30 minutos	Persistente	Positivo	Positiva

2.9.1 Epidemiología de la enfermedad de “Huanglonbing”

La población del patógeno cuando se establece en el sistema vascular de un árbol inicia la liberación de metil salicilato componente químico volátil que se convierte en un compuesto atrayente de los vectores en determinada planta hospedera para alimentarse del árbol infectado y además también se inyecta el patógeno en el vector (Mann *et al*, 2012).

La bacteria *Candidatus Liberibacter* se propaga de forma irregular en el sistema vascular de los árboles que están infectados , lo anterior se puede evidenciar cuando se propaga material vegetal infectado por injertos o madera provenientes de árboles injertados no todos arboles nuevos son infectados con la bacteria, lo anterior indica que la diseminación de la enfermedad “Huanglonbing” tiene una alta variabilidad para infectar nuevos árboles además para que el HLB presente niveles epidemiológicos altos depende exclusivamente de la concentración del inóculo en el árbol madre (Brlansky y Rogers,2007). En algunos casos se puede encontrar arboles infectados con HLB que presenten secciones libres de la bacteria *Candidatus Liberibacter* indicando bajas concentraciones de la misma, en las secciones con una baja infestación que se encuentren por debajo del umbral de detección se utiliza el método de PCR para detectar la presencia de “HLB” en esas secciones (Gottwald, 2010).

2.10. Relación planta y patógeno

La enfermedad de “Huanglongbing” forma un triángulo epidemiológico complejo el cual está integrado por plantas de la familia de las rutáceas pero las plantas más afectadas son los cítricos ,también por plantas hospederas del vector , bacterias endófitas así como por el vector transmisor de la enfermedad , el complejo epidemiológico de esta enfermedad se ha caracterizado en cada región en donde se ha reportado la presencia de la enfermedad HLB debido a la existencia de una amplia diversidad de cítricos que interactúan como hospederos de los vectores como *Diaphorina citri* y también por la diferentes condiciones de altitud en las que se encuentran las plantaciones de cítricos y los pato sistemas que muestran características particulares.

Los reportes realizados por (Fagen *et al*, 2012) observo una variación en la cantidad de inóculo de *Candidatus Liberibacter* en el interior del vector *D. citri* esto indica que la variación de la concentración del inóculo de C.L. Asiaticus está involucrado en la transmisión y dispersión de la enfermedad HLB. Igualmente la cantidad de inóculo determina la velocidad epidemiológica de la enfermedad HLB y la distancia de dispersión de una epidemia (Mora *et al*, 2013).

2.11. Características epidemiológicas del pato sistema bacteria – planta

La enfermedad de Huanglongbing puede expandirse por diferentes características como son:

- La diseminación se puede presentar por malos manejos de la enfermedad en campo donde se puede generar una diseminación primaria y secundaria estas encuentran presentes aunque no de forma simultánea. en la epidemia de esta enfermedad se puede presentar una mezcla de procesos monociclicos (primarios) y policiclicos (secundarios) (Gottwald,2010).
- Plantaciones bien gestionadas con eliminación de árboles con síntomas y un control químico de los vectores en este caso la propagación secundaria no es relevante, la epidemia es un proceso monociclico.
- En zonas cítrícolas que no han sido bien manejadas estas se encuentran sometidas a la infestación por vectores adultos de *Diaphorina citri* portadores de la bacteria C.L.sp esto no le garantiza un productor que en una año no se produzca una diseminación de HLB en los cítricos (Hall *et al*,2013).
- La diseminación de la enfermedad se puede presentar también desde zonas que han tenido un manejo para prevenir la enfermedad se puede generar una diseminación primaria al

- encontrarse con una zona cítrica que no tiene ninguna medida de manejo para la enfermedad de Huanglongbing, esto es suficiente para causar una infección en casi el 100% de los árboles en un tiempo de dos a cinco años (Belazque et al,2010;Gatineau et al,2010;Bassanezi et al,2013b;Hall et al,2013).

El vector *Diaphorina citri* se mueve bidireccionalmente en las zonas manejadas y entre las que no tienen ningún tipo de manejo en donde hay una mayor número de vectores adultos de *D. citri* que se desplazan de las zonas cítricas que no tienen ningún control o manejo del vector hacia las zonas cítricas que si tienen un manejo del vector (Boina *et al*, 2009).

La implementación de medidas locales como la erradicación de árboles y el control químico de los vectores para evitar la diseminación de la enfermedad secundaria no es suficiente para darle un manejo eficaz a la enfermedad HLB , para mantener niveles bajos de la diseminación se necesita de realizar un manejo a toda el área afectada (Bassanezi *et al*,2013b).

2.12. Aislamiento artificial de la bacteria *Candidatus Liberibacter*

El aislamiento de la bacteria en medios de cultivo artificial presenta dificultades y no permite una caracterización bioquímica (Jagoueix, 1994; Liefting *et al*, 2008).

La incubación de la bacteria *Candidatus Liberibacter* o el tiempo de infección y la aparición de los primeros síntomas dependen de otros factores como la temperatura. la especie hospedera la edad de la planta, la variedad de la planta hospedante y la concentración bacteriana en el momento de transmitirse la bacteria a la planta para el caso de C.L su incubación puede variar entre los 6 – 12 meses (Bove,2012).

Otros estudios indican que la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter* por el vector *D.citri* primero tiene un periodo de adquisición esta generalmente ocurre cuando las ninfas o adultos al alimentarse adquiere la bacteria además de este periodo pasa por otro periodo de latencia que es necesario para que la bacteria se multiplique en el cuerpo del insecto , después de estos dos periodos sigue un tercer periodo de inoculación en donde el insecto vector al alimentarse infecta a la planta con la bacteria . Se afirma que un insecto vector adulto adquiere la bacteria en 30 minutos y la bacteria permanece en el insecto por un periodo de latencia de 21 días (Stansly .2012 citado por Yamamoto, 2015).

La incubación de la bacteria *Candidatus Liberibacter* o el tiempo de infección y la aparición de los primeros síntomas dependen de otros factores como la temperatura. La especie hospedera la edad de la planta, la variedad de la planta hospedante y la concentración bacteriana en el momento de transmitirse la bacteria a la planta para el caso de C.L su incubación puede variar entre los 6 – 12 meses (Bové, 2012).

2.13. Propagación y multiplicación de *Candidatus Liberibacter*

En los estudios realizados por (Zhang *et al* ,2010) al realizar pruebas en laboratorio con penicilina en donde pudo detectar partículas de la bacteria C.L en el floema por métodos de microscopia electrónica (Tanaka *et al*, 2005) inicialmente algunas investigaciones afirmaban que este tipo de bacteria no se podía cultivar en condiciones de laboratorio pero los investigadores (Davis *et al*.2008 y Sechler *et al*,2009) contraponen estas afirmaciones en sus trabajos pero especialmente Sechler en 2009 expone que las tres especies de bacterias pueden ser cultivadas en medio Liber A y que a partir de las colonias obtenidas en este medio de cultivo la bacteria C.L se puede volver a inocular en plantas de cítricos mediante el método de infiltración de hojas. Pese a estos reportes en cuanto a los postulados de Koch no completaron posiblemente C.L no es el único agente causal del HLB.

3. VECTOR DE“HUANGLONBING”: *Diaphorina citri*

El vector *Diaphorina citri* Kuwayama se considera un insecto plaga de importancia por ser el transmisor de la bacteria *Candidatus liberibacter* causante de la enfermedad de “Huanglonbing”, los insectos vectores que mayor importancia tienen por ser los portadores de la bacteria *Candidatus Liberibacter* son *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera; Liviidae) y (*Trioza erytrae*), se considera que el ciclo de vida de estos vectores en diferentes nichos medio ambientales, *D citri* es el vector portador de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *Ca L americanus* (Teixeira *et al*, 2005 b.).Mientras que el vector *Trioza erytrae* (Hemiptera Triozidae) este es un vector que se caracteriza por ser el portador de la bacteria C.L, africanus, en China también se conoce de un tercer vector *Cacopsylla Citrisuga* (Hemiptera Psyllidae) que también es portador de la bacteria C.L.sp (Chung *et al* 2005).

3.1 Distribución del vector de *Diaphorina citri* Kuwayama

La persistencia de la enfermedad de “Huanglonbing” se da por la presencia de dos vectores uno de estos vectores denominado *Diaphorina citri* transmite la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* y también la bacteria C.L.americanus.

Investigaciones orientadas a la identificación de los vectores que portan la bacteria (Candidatus Liberibacter), indican que son dos especies de psilidos entre los que se encuentra Diaphorina citri Kuwayama y Trioza erytrae, el primer vector se encontró en el hemisferio occidental,

encontrándose también en las regiones tropicales y subtropicales incluyendo medio Oriente, China y Japón (Hooker *et al* 1993).

Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera Liviidae) este vector fue descrito por primera vez en Taiwán por Kuwayama en el año de 1908 (Halbert y Manjunath, 2004).

Pero lo reportado por Mead (1977) considera que el vector tiene su origen en el lejano oriente. Los reportes realizados por Hollis (1987) afirman que esta especie de vector es autóctono de la India Como insecto plaga importante de los cítricos, fue a partir de estos estudios en el continente Indio donde se dio a conocer como la enfermedad de “Huanglonbing” (Husáin y Nath, 1927). Lo reportado por Hoffman en (1936) indica que el primer registro del vector (*D citri*) en China fue en 1934. En la actualidad el vector se encuentra establecido en varias regiones del Sur y Centro América (Carmela *et al* 2000; Halbert y Núñez, 2004; Villalobos *et al* 2004).

Diaphorina citri tiene una amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales en numerosos países de Asia, América del sur, África, Norteamérica y el caribe (Halbert y Núñez; 2004. Mead y Fasulo, 2010), además Costa (1942) lo reporta en Perú y en Brasil, según lo citado por Núñez y Halbert (2004) en Argentina el insecto fue citado por (vacarro, 1994).

Algunos autores afirman que *Diaphorina citri* se encuentra establecido en Suramérica y centro américa, este vector también ha sido identificado en las áreas citrícolas de la Florida (Estados Unidos) en 1998 y también en el Rio Grande Valley Texas hacia el año 2001(Halbert y Manjunath, 2004; Halbert y Núñez, 2004).

Trabajos de investigaciones realizadas por otros autores exponen que el vector *D. citri* se estableció en centro américa, especialmente en Cuba en el año de 1999 en la Habana (Cuba) (Sabino Márquez, 2014).

(López Arrollo, 2005) indican que la presencia del psilido asiático de los cítricos en México fue en el año 2002, para Colombia se confirmó la presencia de este vector en el año 2007.

3.2 Presencia de *Diaphorina citri* en Colombia

Desde el año 2007 el Instituto Colombiano agropecuario ha realizado estudios ,monitoreos e inspección fitosanitaria, en el territorio Colombiano posteriormente el ICA con la dirección de epidemiología y vigilancia fitosanitarias, en el año 2009, dio a conocer a la comunidad científica en el congreso Nacional de entomología Socolen número 35 realizado en el año 2007 y en el año 2009 hasta la actualidad el Instituto Colombiano agropecuario ha venido reportando los monitoreos realizados por la misma entidad (Instituto Colombiano agropecuario, DTEVF,2013).

En el mes de noviembre de 2015 se detectó la presencia de vectores adultos de *Diaphorina citri* en los municipios de Fonseca y Distracción pertenecientes al departamento de la Guajira. Los vectores detectados fueron positivos para *Candidatus Liberibacter sp*

Diaphorina citri Kuwayama es una plaga de categoría cuarentenaria y se encuentra ampliamente en las diferentes zonas citrícolas del mundo (López-Arrollo *et al* 2008).

3.3 Dispersión de *Diaphorina citri*

En la dispersión de *D. citri* interviene la acción de las corrientes de viento y el desplazamiento del mismo vector, aunque este puede ser diseminado por el hombre al transportar material vegetal como plantas injertadas, plantas en macetas (Reyes, 2006) (Bassanezi, 2011).

3.3.1 Taxonomía de *Diaphorina citri*

La taxonomía del genero *Diaphorina citri* según Hollis, (1985) este género proviene de un grupo relativamente antiguo con una distribución Gonwana, en la clasificación se incluyen aspectos la coloración, morfología y la genitalia del macho, que son relativamente homogéneas por la forma de los conos genales, por el color, la forma de las a las anteriores y el arreglo de las espínulas sobre las mismas, también por la forma de la terminalia de la hembra (Burckhardt, 1984; Hollis, 1987).

Continuando con la descripción y la clasificación de *Diaphorina citri* los investigadores Burckhardt y Ouvrard (2012) proponen una nueva clasificación para la súper familia *Psyllidoidea*, en donde realiza la reclasificación del genero *Diaphorina citri* ubicándola en la familia *Liviidae* y en la subfamilia *Euphyllurinae*, pero esta nueva clasificación no se ha publicado en los artículos más recientes.

Clasificación taxonómica *Diaphorina citri* Kuwayama

Reino: animalia

Phylum: arthropoda

Clase: insecta

Orden Hemiptera

Familia: Psyllidae

Género: Diaphorina

Especie: *Diaphorina citri*

ficha técnica HLB (Sagarpa, 2011)

3.4. Biología y morfología de *Diaphorina citri* Kuwayama

Diaphorina citri tiene un ciclo de vida hemimetábolo que consiste en formación de huevo, cinco estadios ninfales y por último el estadio adulto alado (Grafton-Carwell *et al*, 2013), algunos reportes exponen que la duración de los diferentes estadios desde huevo hasta el estado adulto en Murralla Paniculata como planta hospedante puede durar entre 15.41+- 0.49 días. Puede ovipositar 748 huevos, la hembra puede llegar a vivir hasta los 52 días (Liu yTsai, 2000; knapp, 2006).y ovipositan en las hojas y tejidos tiernos de las plantas (Huang *et al*, 1999). Los huevos son De color amarillo mate y posteriormente adquieren una coloración amarilla finalizando en el color naranja (Huang, 1990, Chavan y Summanwar, 1993; Liu y Tsai, 2000).

Diaphorina citri es un vector que presenta un corto periodo de vida pero una alta fecundidad. Las hembras presentan un periodo de oviposición de 12 días los huevos eclosionan a los 3 días en verano, pero en invierno pueden eclosionar hasta los 23 días después el ciclo de vida completo de este vector tiene una duración de 14 – 50 días . Este vector puede tener hasta 10 generaciones por año. Las hembras pueden ovipositar hasta 800 huevos durante el transcurso de su vida (Mead, 1998).

3.4.1. Estados ninfales de *Diaphorina citri* Kuwayama

Primer instar mide 0.30 de longitud y 0.17 de ancho presentando un cuerpo de color rosa claro. El segundo instar mide 0.45 de longitud y 0.25 de ancho presentando esbozos alares visibles en el dorso del tórax. El tercer instar presenta una longitud de 0.74 mm mientras que puede medir 0.43 de ancho y también se pueden observar los rudimentos alares desarrollados y los segmentos antenales visibles, Continuando el cuarto instar alcanza una longitud de 1.01 mm y 0.70 mm de ancho se presenta un mayor tamaño de los esbozos alares. El quinto y último instar puede medir 1.60 mm de longitud y 1.02 de ancho (Tsai y Liu 2000). En la figura 3 se presenta un esquema donde se identifican las diferentes fases durante el ciclo biológico del vector *Diaphorina citri*

En la figura 3 se presenta un esquema donde se identifican las diferentes fases durante el ciclo biológico del vector *Diaphorina citri*

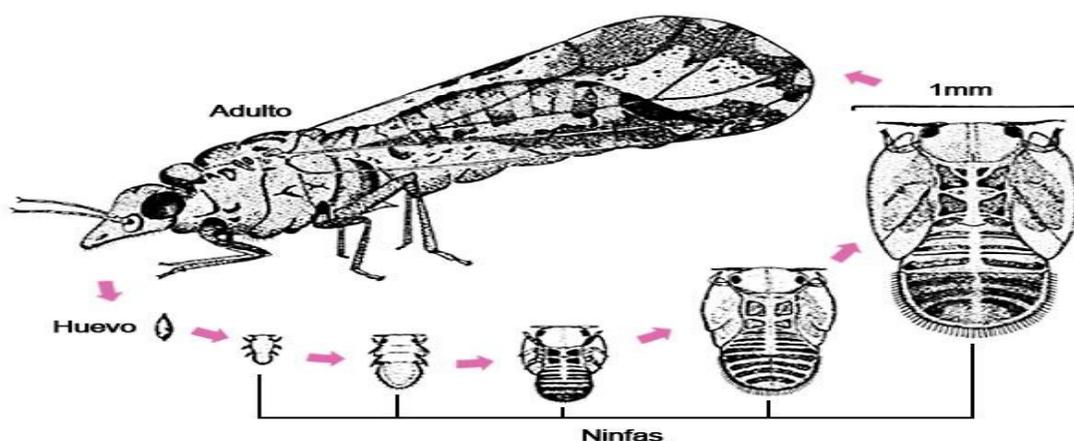


figura 3 estadios de desarrollo de d. citri fuente (Fung y Chen, 2006)

Las ninfas que recién emergen se agrupan en el envés de las hojas tiernas, en los primeros días presentan poca movilidad mientras que en los siguientes estadios ninfales, cuando inicia el tercer estadio ninfal emigran hacia la base de las ramas formando grupos de varios individuos permitiendo oportunidad de sobrevivencia, hasta que alcanza el estado adulto (García *et al*, 2016).

En cada estadio varía de tamaño y forma, las ninfas son sedentarias y se establecen sobre las ramas tiernas formando colonias (Ortiz *et al*; 2014).

Cuando el vector pasa al estado adulto. Generalmente es de color marrón la, cabeza es más estrecha que el tórax. Una posible característica que permite identificar al vector es por la posición que adopta durante el reposo, observándose que la cabeza va pegada al sustrato y la punta de abdomen hacia arriba, generalmente las hembras son más grandes que los machos. Este vector

tiene poca capacidad para sostener vuelos prolongados, pero pueden ser transportados a largas distancias por la acción del viento (Ramos –Méndez 2008). En la fase de adulto el vector *D. citri* puede medir 2.7 -3.4 mm, las hembras en promedio pueden medir entre 3.3 mm de longitud son insectos de cuerpo corto y robusto, con una longitud aproximada de 3 – 4 mm, el cuerpo puede ser de color carmelita moteado con antenas largas y puntas negras. Las alas de los vectores son transparentes con pocas venas. El vector Asiático se caracteriza por presentar cabeza de color carmelita mientras que el vector de origen Africano la cabeza de este vector es de color negro (Mead, 1998). Estos vectores de la enfermedad de “Huanglonbing” pertenecen al orden (Homóptera) y a la familia (*Psyllidae*). En la figura 4 se presenta el mapa conceptual sobre aspectos morfológicos de *D. citri*.

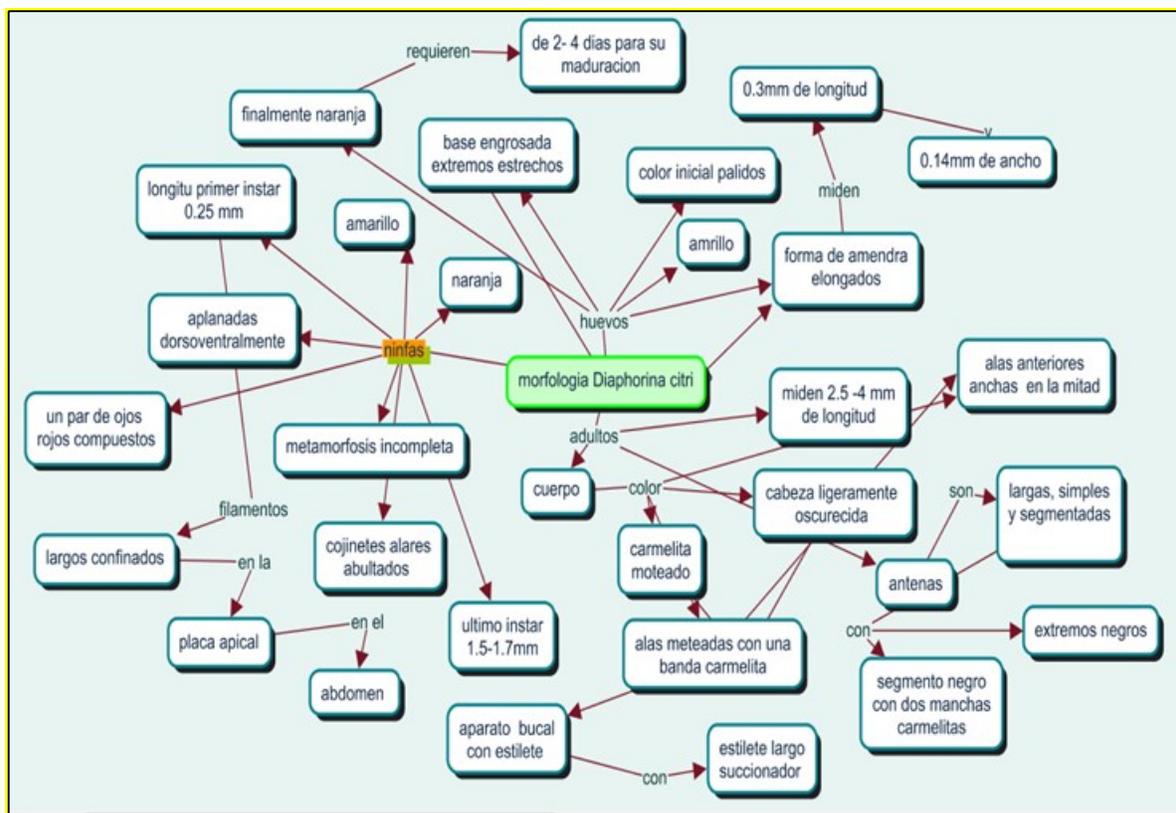


Figura 4. Mapa conceptual sobre aspectos morfológicos de *D. citri* fuente elaboración propia basado en información de manejo y control de *Diaphorina citri* Kuwayama en la zona del totonacapan Veracruz (universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2015)

3.5. Aspectos ecológicos de *Diaphorina citri* Kuwayama

Son insectos de hábito diurno la copula, la puesta y otras actividades la realizan durante el día (Wenninger y Hall, 2007). El cortejo lo realiza por medio de sonidos vibratorios procedentes de la estructura del sustrato (Wenninger *et al*, 2008b). En estado adulto son activos pero su capacidad de vuelo es normalmente corto alcanzando vuelos de menos de 1 metro de distancia entre ramas de una planta o entre plantas cercanas (García *et al*, 2016).

En efecto Hall y Hentz (2011) señalan que pueden volar a distancias entre 30 -100 metros en un mes, mientras que otros autores indica que el vector puede dispersarse a una distancia máxima de 2.4 km aproximadamente 3 horas de vuelo que es efectuado por la hembra, el vector es favorecido por el factor humano, traslado de material vegetal y la presencia de ninfas y adultos en los contenedores de fruta (Martini *et al*, 2014).

Su hábitat se localiza en zonas secas y cálidas del sur de China y Taiwán, también se ha encontrado en diferentes Islas del archipiélago Japonés, la zona occidental de la península arábiga, el suroeste de Asia, Isla reuñón Venezuela, Argentina Cabe destacar que *D. citri* desarrolla comportamientos alimenticios Olífagos teniendo preferencia por especies de la familia retaceas, dentro de esta familia. El vector toma como planta hospedante al género *Murraya Paniculata*, es una planta que desarrolla mayor cantidad de brotes tiernos (Waterhouse, 1998).

Según lo reportado por algunos autores indican que en el pacifico, centro de México los arboles adultos de limón Mexicano pueden presentar dos periodos de brotación vegetal donde el primero inicia en el mes de octubre finalizando el ciclo de lluvias y termina el periodo de brotación en el mes de marzo en este tiempo se pueden observar tres periodos de formación de brotes vegetativos. El segundo periodo de formación de brotes nuevos inicia en el mes de Mayo al mes de junio, teniendo en cuenta que en el resto del año se pueden presentar nuevo periodos para la formación de nuevos brotes vegetativos pero con menor intensidad manteniendo sin embargo formación de tejidos tiernos (Robles *et al* 2011).

Las hembras adultas ponen los huevos en el extremo de los brotes tiernos pero para que la hembra realice la postura necesita encontrar plantas de cítricos que tengan brotes tiernos (King *et al*, 2012).

Con relación a lo anteriormente afirmado algunos estudios indican que estas características generan un ambiente favorable en donde se pueden desarrollar altas poblaciones del psilido Asiático de los cítricos (PAC) por las generaciones que se originan en el tiempo de ovoposición los vectores adultos en los tejidos tiernos de la planta , estos puede provocar un alto riesgo de dispersión de la enfermedad “Huanglongbing” si los insectos vectores en estado adulto estuvieran infectados (Robles *et al*,2011).

3.5.1. Daños Causados por *Diaphorina citri*

Los daños que causa el vector *Diaphorina citri* están dirigidos a la planta realizando una defoliación y provocando la muerte de las ramas, también causa daños severos en los brotes tiernos en crecimiento. Se presenta una reducción en el tamaño de los frutos y un desarrollo asimétrico de los mismos también se presenta aborto de semillas. Altas infestaciones del vector producen mayores secreciones de mielecilla favoreciendo el desarrollo de esporas de *capnodium citri* el cual afecta el desarrollo y vigor de los arboles debido a que se disminuye los procesos fotosintéticos (Halbert y Manjunath *et al*, 2004). Además las altas infestaciones del vector pueden ocasionar la muerte de los brotes vegetativos en desarrollo al causar una abscisión de hojas (Michaud, 2004). A esto se suma lo ya mencionado del daño indirecto por la transmisión de *C.Liberibacter* que puede destruir en su totalidad plantaciones cítricas (Da Graca y Korsten, 2004).

3.5.2. Síntomas de los daños

Los estadios ninfales del vector *Diaphorina citri* cuando se alimenta del tejido vascular produce túbulos cerosos de coloración blanca, generados por las colonias en las ramas de la planta además secretan azúcares favoreciendo la producción de *Capnodium citri* en el follaje de la planta hospedante (Michaud, 2004; Prez-Artiles *et al*, 2017). Esto afecta los procesos de fotosíntesis para el llenado de los frutos (Halbert *et al*, 2004).

3.5.3. Daños directos

El daño directo causado por el vector lo realizan las ninfas y los adultos extrayendo foto asimilados afectando gravemente los brotes tiernos, peciolos y al mismo tiempo inyecta toxinas en los tejidos desarrollándose clorosis en las hojas y un enrollamiento de las mismas, impidiendo el desarrollo y crecimiento normal de las plantas (Ramos, 2008; García, 2009; Gandarilla *et al*, 2010),

3.5.4 Daños indirectos

Los daños indirectos de *Diaphorina citri* se da cuando transmite la bacteria *Candidatus Liberibacter* lo cual como ya se anotó precisamente es una bacteria gram negativa la cual está restringida al floema de la planta (Bové, 2006; Garnier *et al* 2006; Li *et al*, 2006).

los daños indirectos se generan en la planta cuando hay una alta incidencia del vector provocando un denso desarrollo de fumagina en la superficie de las hojas, sin embargo el daño más importante ocurre cuando el vector transmite la bacteria a la planta (Ebratt, 2009).

El vector portador del patógeno cuando se alimenta de la planta es capaz de provocar defoliación y muerte de las ramas, reduciendo el tamaño de los frutos, coloración invertida, un desarrollo asimétrico y aborto de semillas (Lozano *et al*, 2009; Gómez, 2010).

3.6. Plantas hospederas del vector *Diaphorina citri*

Según los datos existentes en el museo nacional de historia de Gran Bretaña indican que el hospedante original del vector *Diaphorina citri* es una especie de *Murraya Paniculata* pero con el tiempo este vector se desarrolló rápida y exitosamente en diferentes especies de cítricos (Hollis, 1987), pero las plantas hospedantes causan diferentes efectos sobre el vector aumentando o disminuyendo sus poblaciones (Tsagkarakis y Rogers, 2008).

La capacidad de supervivencia del vector está condicionado por la planta hospedante porque de esta depende la capacidad de ovipositar y de sobrevivir hasta la emergencia del estado adulto del vector (Hodkinson, 2009). Los niveles de población del vector aumentan con la disponibilidad de brotes y hojas nuevas estas se relacionan con la temperatura mínima y el menor nivel de lluvia semanal (Tsai, 2002)

Tabla 2. Especies de plantas afectada d. citri y HLB. Fuente: (halbert y manjunath, 2004)

Familia	Nombre científico	Nombre común
Apocynaceae	<i>Catharantus roseus</i>	Vinca
Convolvulácea	<i>Cuscuta australis</i>	Cuscuta
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i>	Lima mexicana
	<i>Citrus aurantium</i>	Naranja agria
	<i>Citrus grandis</i>	Pomelo
	<i>Citrus limón</i>	Limón
	<i>Citrus paradasi</i>	Toronja
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce
	<i>Citrus sp</i>	Cítricos en general
	<i>Murraya Paniculata</i>	Limonaria
	<i>Swinglea glutinosa</i>	Swinglea o limoncillo

3.6.1. Preferencia del vector por hospederos

La preferencia del vector por un determinado hospedero está influenciado por diferentes factores como la cantidad de hojas, contenido de cera en la superficie foliar, el color de las hojas, la dureza física de los brotes y la presencia de productos químicos (Moran y Brown, 1973).

En el continente Asiático el vector *Diaphorina citri* tiene preferencia por plantas hospederas como *Murraya Paniculata* pero también el vector desarrolla su ciclo de vida en especies hospederas como *Citrus Aurantifolia*, *Swingle* y *B Koenigii* permiten el desarrollo del vector *Diaphorina citri*. mientras que en Filipinas los adultos de *Diaphorina citri* se desarrollan en plantas *Clausena Anisumoleons Merrill*, según estas observaciones algunos reportes afirman que pueden existir Biotipos del Vector *Diaphorina citri* (Aubert, 1990).

3.6.2. Rangos de plantas hospederas

En la actualidad se conoce que el rango de hospederos para el vector *Diaphorina citri* que incluye especies como *citrus* y *Murraya Paniculata*, se ha establecido que estas dos plantas hospederas del vector son las que favorecen el desarrollo de *D. citri* en su ciclo biológico el cual no se interrumpe (Bigomia y Obana, 1974)

3.6.3. Plantas hospederas menos colonizadas por *Diaphorina citri*

Según los reportes realizados por Nehru *et al*, (2004) sugiere que las plantas (*Citrus jambhiri Lushington*) y (*citrus aurantifolia*) son especies menos hospederas para el vector mientras que al comparar estos con *citrus sinensis* el vector se desarrolla mejor pero existen diferencias cuando el vector se hospeda *citrus sunki* en este patrón cítrico la oviposición, desarrollo y supervivencia del vector *Diaphorina citri* es baja (Tsagkarakis, 2010).

A diferencia de lo anteriormente mencionado el psilido Asiático de los cítricos no coloniza la naranja trifoliada (*Poncirus trifoliata* .L) según los reportes la razón por la que el vector evita la colonización de la naranja trifoliada es porque esta especie hibridiza con otras especies de cítricos, desarrollando una resistencia al vector *Diaphorina citri* (Westbrook *et al* ,2011).

3.6.4. Plantas ornamentales hospederas de *Diaphorina citri*

Especies ornamentales de la familia de las Rutáceas tienen importancia en la dinámica de la plaga, entre estas se encuentra *Murraya Paniculata*, *Severinia buxifolia* con base en estos reportes se dice que en la planta de *Murraya Paniculata* es un hospedero del vector y también de la bacteria *Liberibacter*, aunque algunos afirman que *Murraya Paniculata* no es preferido como hospedero para *Diaphorina citri* sin embargo, la constante formación de brotes nuevos la convierten en hospedero para el vector manteniendo grandes poblaciones cuando en los cítricos hay escasa formación de Brotes tiernos (Tsai *et al*,2002).

El desarrollo del vector *Diaphorina citri* en las especies *Citrus Paradisi* y *Citrus Sinensis* favorece el aumento de la población del vector, especialmente en los periodos de brotación que garantizan la sobrevivencia del vector (Liu y Tsai, 2000; Hall *et al*, 2008; Ortega-Arenas, 2013).

3.7. Otros vectores

La especie *Trioza erytrae* del (*Guercio*) es muy sensible al calor y a altas condiciones de sequía en altitudes de 500 a 600 msnm. Las condiciones climáticas favorables para que la hembra realice la ovoposición son zonas con una alta humedad, donde las hembras pueden llegar a ovipositar hasta 2000 huevos por hembra entre los primeros 17 y 50 días (Garnier y Bové, 2000).

Las condiciones más favorables para su ciclo de vida se encuentran en condiciones de temperatura de 20 – 24°C y también es favorecida por la altitud superior a los 500 y 600 msnm. La Hembra deposita los huevos en la epidermis de las hojas existiendo las condiciones de humedad favorables. Las hembras permanecen fértiles por un Tiempo de 11-16 días en ausencia de machos adultos, la hembra puede ovipositar hasta 2000 huevos por hembra (Garnier y Bové, 2000).

El vector *Trioza erytrae* se encuentra áreas de Sudáfrica y Madagascar, llegando a otros países como la Península Arábiga (Hooker *et al* 1993).Así mismo Etienne y Aubert (1980). Indican que *Trioza erytrae* toma importancia en la transmisión de *C.Liberibacter africanus* sin descartar a *Liberibacter americanus* y *C. Liberibacter asiaticus* (Donovan *et al* ,2012 y Borbón, 2013).Al mismo tiempo Chung (2005) señala que además de *D.citri* y *trioza erytrae* que son vectores de *C.Liberibacter*, se reporta que en China se identificó otro psílido (*Cacopsylla Citrisuga*) que también puede ser vector de *Candidatus Liberibacter* Es importante resaltar que el vector (*D. citri* Kuwayama) (Hemiptera Liviidae) se considera como uno de los vectores específicos transmisor de la enfermedad de “Huanglongbing”. La caracterización de las poblaciones de *Candidatus Liberibacter asiaticus* pueden determinar el comportamiento de los vectores (Hernández *et al*, 2012 y Coletta Filho *et al* 2010).

3.8 Condiciones de temperatura y humedad para el desarrollo de *D. citri*

Estos factores climáticos influyen en el incremento de los niveles de población de *D. citri* de los cítricos, son la temperatura, la humedad relativa y el contenido nutricional de las hojas. La presencia de los vectores *Diaphorina citri* Kuwayama y *Trioza erytreae* en las investigaciones realizadas no se ha encontrado que estos vectores se hayan establecido en condiciones de altitud de 1300- 1500 m debido a las heladas (Aubert, 1987).

El umbral de temperatura para el desarrollo de *Diaphorina citri* y la constante térmica para el desarrollo de los diferentes estadios de ciclo biológico desde el estado de huevo – adulto se encuentra entre los rangos de temperatura de 12-52.6°C días y entre 13.9 y 15.6 °C día, hasta los 10.9 y 12.5°C estos rangos se presentan en ninfas y adultos, cuando los rangos de temperatura son superiores a los 28°C se puede presentar una disminución en el número de ninfas (Nava *et al* ,2007). En efecto si hay un incremento de la temperatura las hembras puede incrementar el número de huevos alcanzando los 825 en promedio, cuando se encuentra a una temperatura de 25°C. (Bové, 2012).

Otras pruebas de laboratorio realizadas por Torres y Parra año (2008) consideran que el ciclo de vida de huevecillo y el estado adulto se completa con una temperatura de 21.1°C día siendo el promedio que el umbral de desarrollo es de 13.53°C. Además (Liu y Tsai) sugirieron que el ciclo de huevecillo al estado adulto se completa a una temperatura de 2.50°C día teniendo en cuenta que el umbral de desarrollo en un rango de 10.45°C

La supervivencia del vector está directamente relacionada con la humedad relativa y la temperatura, el desarrollo de huevos presenta una duración de cuatro días cuando la temperatura se encuentra a los 28°C .El periodo de oviposición tiene una duración de 30 – 80 días según las condiciones climáticas (Chen, 1998)

La longevidad de las hembras aumento cuando se disminuyó la temperatura entre los rangos de 15 a 30°C, la sobrevivencia del vector también está determinada por la humedad relativa donde *Diaphorina citri* puede vivir con humedades relativas entre el 75 y 97% (Macfarlán y Hoy, 2001).

Los rangos óptimos de temperatura para el desarrollo de poblaciones de *D. citri* se encuentra entre 15 y 28°C. Experimentos realizados por Liu y Tsai (2000). Comprobaron que las poblaciones generadas con temperaturas de 10 y 33°C no presentaron un desarrollo, un segundo experimento demostró que las poblaciones del vector expuestas a temperaturas entre los 15 y 30°C, en el periodo medio de crecimiento de huevo - adulto presento una variación de 14.1 – 49 días. Cuando se incrementó los grados de temperatura de 15 – 28°C los investigadores observaron que la longevidad media de las hembras decrece al disminuir la temperatura (Liu y Tsai, 2000). En la Tabla 2 se presentan los efectos de la temperatura sobre el ciclo de vida de *Diaphorina citri* y en la tabla 3 para *Diaphorina citri* y *Trioza erytreae*

tabla 3. efectos de la temperatura sobre el ciclo de vida de Diaphorina citri. fuente ficha técnica de Diaphorina citri. Fuente: servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria, 2013 (mexico)

Fases	Tiempo (días)	Temperatura optima
Periodo embrionario	9.7 días -3.5 días	15°C-28°C
Huevo-adulto	14.1 días - 49.3 días	15°C-28°C
Longevidad promedio de hembras	39.6 días 47.5 días	25°C
Temperaturas perjudiciales para los psilidos		10°C – 33°C

En la Tabla 3 se observan los cambios biológicos y morfológicos de *D. citri* según la temperatura

tabla 4 efectos de la temperatura sobre el ciclo de vida de Diaphorina citri. fuente: ficha técnica de hlb “huanglonbing” servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria, 2013

Vector	Longevidad del vector	Instares ninfales	Tamaño adulto	Tamaño de ninfas	Numero de huevos	Ciclo biológico	Temperatura optima
Diaphorina citri	40 días	5	3-4 mm	1.5-1.7mm	8/día 800 en todo su ciclo	15-47días	25-28°C
Trioza erytrae	30 días	5	4 mm	1.3-1.5mm	2000 en todo su ciclo	17-43días	20-24°C

En condiciones de temperatura de 28°C, las hembras pueden ovipositar hasta 750 huevos/hembra, las poblaciones del vector creadas con este rango de temperatura tienen un incremento en la tasa neta de reproducción esto indica que en un corto tiempo se puede duplicar su población, por lo anterior algunos investigadores afirman que las condiciones de temperatura más óptimas para el desarrollo de *D. citri* se encuentran en los rangos de 25 – 28°C (Liu Tsai, 2002).

Por otra parte temperatura demasiado altas provocan una disminución de la fecundidad de las hembras y una alta mortalidad, afectando la longevidad de los adultos (Skelley – Hoy, 2004). Aunque Los vectores de *C.Liberibacter* pueden sobrevivir con temperaturas extremas desde los fuertes fríos en invierno, hasta los ambientes muy áridos y calurosos (Aubert, 2009).

Teniendo en cuenta los efectos anteriores de temperatura para el desarrollo de *Diaphorina citri* Moschini sugiere que el vector *D. citri* al no presentar diapausa y debido a que las poblaciones disminuyen cuando las plantas hospederas y los cítricos no se encuentran en estado de formación de brotes esto indica que tanto las bajas y altas tempera(turas perjudican la densidad poblacional y también la temperatura es un factor ambiental importante porque este determina la distribución geográfica del vector. Igualmente lo reportado por Yang 1989 concluyo que las altas temperaturas y una alta humedad relativa influyen negativamente sobre poblaciones de *D. citri*.

5 SÍNTOMAS Y DAÑOS CAUSADOS POR LA BACTERIA *CANDIDATUS LIBERIBACTER*

Los primeros síntomas aparecen en una rama o gajo donde el color puede variar entre amarillo contrastando con el color verde. Los síntomas de la enfermedad se pueden confundir con deficiencia de zinc , calcio y nitrógeno en las hojas de las ramas infectadas que presentan una coloración amarillo pálido con áreas de color verde irregulares , en algunos casos se observa el engrosamiento de las nervaduras, Una alta defoliación de las ramas afectadas y los síntomas iniciales aparecen en ramas nuevas hasta extenderse hacia toda la copa del árbol (Da Graca y Korsten,2004)

El daño en los frutos se caracteriza por una deformación y asimetría, en sentido longitudinal el fruto puede presentar internamente diferentes niveles de maduración, en la cascara pueden aparecer pequeñas manchas circulares verdes claras que se diferencian del color verde normal del fruto (Da Graca, 1991). Los frutos se vuelven pequeños y livianos (Garnier y Bové, 2000).

Mientras que el desarrollo de las semillas es de forma parcial. Algunos documentos indican que los síntomas en naranja dulce con HLB, el perfil de jugo de estos frutos presenta un porcentaje de ácidos más alto con bajos niveles de azúcar afectando los grados Brix donde el sabor es similar a los frutos verdes, reduciéndose la producción de etileno afectando el aroma de los frutos (Albrecht y Bowman ,2012; Dagulo *et al*, 2010; Wang *et al*, 2013; Rosales y Burns, 2011).

La necrosis en el floema puede causar un bloqueo de los nutrimentos Lo que genera cambios anatómicos en la planta formándose una coloración amarillamiento con moteado, también las nervaduras se tornan amarillas. El floema de las hojas presenta un abultamiento de la lamela media entre las paredes que rodean los tubos cribosos además los síntomas en las hojas viejas generan un colapso en las células del floema cercanas al xilema (Folimonova y Achor, 2010).

Candidatus Liberibacter Asiaticus puede multiplicarse y circular libremente en los tejidos de la raíz, la bacteria primero causa daños en la raíz y después en el sistema vascular de la planta (Graham, Johnson, Gottwald y Irey, 2013).

En la figura 5 (mapa conceptual) se resalta los diferentes síntomas desarrollados durante el ciclo de la enfermedad hlb de los cítricos en las diferentes estructuras de la planta según lo reportado por (graham, johanson, gottwald y irey, 2013)

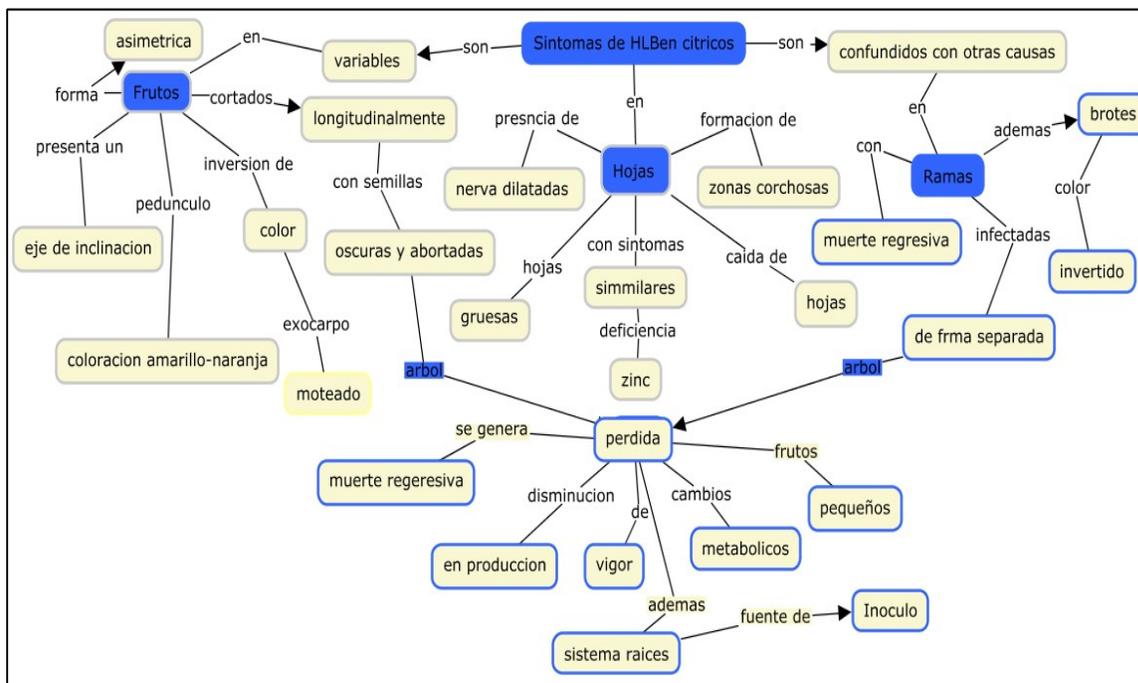


Figura 5 Mapa conceptual de daños causados por la enfermedad HLB de los cítricos en las diferentes estructuras de la planta fuente. Fuente: elaboración propia. Basado en información

5.2. Síntomas en los frutos

Los frutos afectados son asimétricos, pequeños presentan un eje de inclinación, cuando la fruta cambia de color de verde a color amarillo y naranja el fruto muestra una inversión de color y el extremo del pedúnculo de la fruta presenta un color amarillo - naranja. En un fruto normal se inicia la coloración primero en el extremo estilar y después en el extremo del pedúnculo (Bové, 2006).

Si se observa un fruto cortado de forma longitudinal este puede presentar semillas pequeñas, oscuras y abortadas por otra parte la piel de la fruta especialmente en naranja dulce puede presentar un aspecto moteado (Gottwald *et al*, 2007; Gonzales-Mora *et al*, 2010).

5.3. Otros síntomas asociados a la enfermedad de “Huanglonbing” en los cítricos

Algunos reportes de la enfermedad de “Huanglonbing” señalan que el agente causal de esta enfermedad se mantiene confinado en las ramas en las ramas donde inicialmente fue inoculado por *Diaphorina citri* por esto la sectorización no se enfoca exclusivamente a los brotes amarillos sin embargo se debe tener en

Cuenta también otros síntomas en arboles infectados con HLB, además la presencia de ramas enfermas de forma separada en un mismo árbol es posiblemente el resultado de diferentes grados de infección ocurridas y no una consecuencia del movimiento sistémico del patógeno (MacClean y Schwarz, 1970; Bove,2006).

También se pueden presentar otros síntomas de la enfermedad HLB en los arboles infectados como puede ser la muerte regresiva de las ramas y una defoliación del follaje más disperso de la planta y se puede presentar la caída de los frutos esto reduce la calidad y cantidad de una cosecha, pero en algunos casos los frutos permanecen en el árbol que no se desarrollan bien con un tamaño reducido a lo normal (Kim *et al*, 2009).

5.4 Movimiento de la bacteria en los tejidos de la planta infectada

La distribución de la bacteria *Candidatus Liberibacter* en los tejidos de la planta es de forma irregular, dificultando el muestreo de diagnóstico se ha encontrado un método basado en PCR de cadena de la polimerasa, para poder identificar la bacteria En los diferentes órganos y tejidos de la planta Se ha encontrado una variación en la concentración de la bacteria entre 107 y 10¹¹ufc. g⁻¹ de tejido con estos resultados se puede localizar la bacteria en lamina foliar, peciolo, raíces y frutos Destacándose la localización en la columela , en donde están concentrados todos los haces vasculares. Por otra parte en las semillas de cítricos la bacteria se detecta en el tegumento de la misma pero no en el embrión (Tatineni *et al*, 2008).

Según los estudios realizados en tres variedades de naranja y 8 porta injertos revelaron que la bacteria solo se desplaza por el floema siguiendo el flujo de los foto - asimilados, pero Las velocidades medias del flujo de la bacteria pueden variar entre 2,9 y 5,3 cm/día en vía acropetala, esto indica que la bacteria puede invadir un árbol de altura promedio de 2 metros en un periodo de 37 -68 días. Las podas y la termoterapia no detienen ni curan plantas enfermas con HLB, por lo anterior, es necesario la combinación de eliminación de plantas y controlar el vector *Diaphorina citri* (López, Raiol, 2018).

5.5. Daños en el sistema vascular de la planta causado por *Candidatus Liberibacter*

Candidatus Liberibacter asociadas a la enfermedad de “Huanglongbing ”al alojarse en el floema de la planta puede desencadenar una cascada de cambios metabólicos, que terminan en la disminución de la producción puede reducir el vigor de la planta, se puede producir una necrosis progresiva del Floema bloqueando el transporte de foto-asimilados de las fuentes (hojas) y los vertederos (Raíces, tallos, hojas jóvenes y los frutos), estos cambios generados en el sistema vascular de la planta conducen a un desbalance en el metabolismo y en la distribución de los carbohidratos en la planta (Albrecht et al, 2012; Bové, 2006; Folimonova y Achor, 2010; Achor, 2010; Brodersen et al, 2014).

Reportes de investigación realizados por Esquivel-Chávez et al, (2012) afirman que probablemente el colapso y degeneración del floema, es causado por una hiperplasia en las células parenquimatosas del floema. En cítricos dulces y agrios, indican que en especies como el limón mexicano. Se ha encontrado que es más vulnerable a la infección por *Candidatus Liberibacter Asiaticus*.

Candidatus Liberibacter se afirma que puede afectar a todas las especies de cítricos, pero la expresión de los síntomas son diferentes en las distintas especies (Esquivel-Chávez et al, 2012; Velasquez et al, 2012) pero algunos reportes dan a entender que los síntomas de la enfermedad HLB en los hospederos y la concentración de inóculo del patógeno puede ser de forma inversa (Folimonova et al; 2009; Stover, 2001).

En las raíces también se presenta una necrosis de forma progresiva llevando a una disminución en las reservas de almidón, la muerte progresiva de los tejidos de la raíz y los tejidos del floema produce un deterioro del árbol estos daños han sido observados en árboles de naranja dulce que han sido injertados sobre patrones susceptibles (Fan et al, 2013).

En efecto cuando *C.Liberibacter* circula en el sistema vascular de la planta especialmente en el floema ocasiona el taponamiento de los tobos flemáticos impidiendo la circulación de foto asimilados

En los tejidos de la planta incrementa la concentración de almidón especialmente en el mesofilo y en el parénquima de empalizada, en los daños causados por la bacteria *Candidatus Liberibacter* se genera una hiperplasia del floema ocasionando un colapso generalizado del floema (Esquivel-Chavez et al,2012).

5.6. Problemas para su control y erradicación de la enfermedad “Huanglongbing”

En el momento de realizar control y erradicación de HLB en cítricos se presentan dos problemas que lo dificultan la distribución sistémica es incompleta de la bacteria dentro del árbol y el periodo de incubación largo de la bacteria. Estos dos fenómenos impiden realizar una detección y tener una rápida respuesta ante la presencia de la enfermedad (Gottwald, 2010).

La dispersión de la bacteria es dependiente por la presencia de los dos vectores *D. Citri* asiático y *trioza erytreae* (Bové, 2006). Pero la bacteria también puede ser propagada de forma no intencional por el mismo hombre a través de material vegetal en viveros herramientas de trabajo y transporte de material vegetal o introducción de la bacteria en nuevas áreas por siembra de plántulas enfermas (Haapalainen, 2014).

5.7. Diagnostico e identificación de la bacteria *Candidatus Liberibacter*

La primera técnica para identificar la bacteria es la microscopia electrónica con esta técnica se confirmó por primera vez la presencia de HLB en arboles (Lafleche y Bové, 1970), también se han realizado diagnósticos indirectos a través del marcaje con yodo de almidón que se acumula en cantidades anormales dentro de los cloroplastos del parénquima empalizada de las hojas infectadas (Shneider, 1968; Tabá *et al*, 2006) y la observación de los gránulos de almidón teñidos con el yodo a través del microscopio ha sido un método óptimo para el diagnóstico de la enfermedad (Onuki, 2001).

Una vez que el vector adquiere la bacteria esta se empieza a multiplicar en las glándulas y la hemolinfa del insecto vector esto indica que la dispersión de la enfermedad HLB depende de la densidad poblacional y del movimiento de *D. citri* entre los arboles infectados y sanos, y como se mencionó anteriormente, según la disponibilidad de brotes jóvenes para la alimentación de *D. citri* (Pelz-Stelinski *et al*, 2010; Shankar y Abrol, 2012; Ortega-Arenas *et al*, 2013).

Los reportes realizados por Flores-Sánchez, (2015), contraponen que la concentración de inóculo de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* está directamente relacionada con la severidad de la enfermedad, indicando que esta relación está asociada con las alteraciones inducidas a nivel celular sin embargo, la severidad de la enfermedad HLB depende de las condiciones del porta injerto que es el responsable de conferirle resistencia y tolerancia a ciertas condiciones bióticas y abióticas (Castle, 2010)

5.8. Impacto económico de por la aparición de la enfermedad de “Huanglongbing” en Colombia

El surgimiento de la enfermedad de “huanglonbing” en el territorio colombiano tiene en alerta a diferentes entes, algunas observaciones indican que HLB está afectando la producción de cítricos especialmente en arboles colocando en riesgo o casi la desaparición de la producción de frutales cítricos en Colombia. Esto generaría una afectación no recuperable económicamente impactando afectando gravemente el sector social y el ambiental (Senado de la Republica de Colombia, 2019)

Como se menciona anteriormente la presencia de la enfermedad en Colombia que dio positivo en el año 2015 en el departamento de la Guajira donde afecto varios cultivos cítricos por la rápida propagación de la enfermedad y una lenta respuesta para su manejo esto ocasiono una alta pérdida en la producción de cítricos en este departamento. Por otra parte se menciona que la región de la Costa Caribe ha sido la más afectada por el desarrollo de la enfermedad HLB encontrándose la enfermedad en cinco departamentos de esta región (Columna del Senador José David Name, 2019).

Según la perspectiva de algunos expertos predice que solo con el 10% de la epidemia de la Costa Caribe podría afectar casi el 90% del país

En efecto los impactos económicos social y ambiental esta efectando la economía de algunos hogares por el aumento en el precio de algunos cítricos como el limón pero los mas afectados por el rápido avance de esta enfermedad son los pequeños productores por algunas medidas de erradicación de estos cultivo que les permite su sustento económico (Senado de la Republica de Colombia, 2019).

No obstante la cadena citrícola Colombiana ha hecho aportes con recursos para la implementación de estrategias encaminadas a prevenir los impactos negativos provocados por la enfermedad HLB para ello se busca crear áreas regionales de control (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural,2018).

Tabla 5 se muestra los diferentes trabajos encaminados a el manejo y control de HLB en Colombia y los apoyos económicos por el (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

Convenio	Actividad realizada	Apoyo económico de MADR en millones	Municipios intervenidos
2016 -1040	Desarrollo y comunicación de campañas para HLB	200.000.000	9
2017- 0467	Proyecto para el manejo y control de HLB en diferentes departamentos por medio de la ADR	5.000.000.000	13
	Total	5.200.000.000	22

6. PLANES DE MANEJO PARA *Diaphorina citri* y *Candidatus Liberibacter sp.*

Para el manejo de la enfermedad de “Huanglongbing” es necesario implementar estrategias encaminadas a controlar las poblaciones de *D. citri* y la eliminación de árboles que presenten los síntomas de la enfermedad (Brlansky et al, 2007) se considera que casi el 100% de los insectos vectores de *D. citri* actualmente poseen y son vectores del patógeno (Coy et al, 2014)

La presencia de la enfermedad en diferentes países del continente y la presencia del vector desde el año 2007 en 27 departamentos de Colombia, y reportes en países vecinos como Ecuador (Cornejo y Chica, 2014). Se hace necesario implementar planes de vigilancia y control para posibles brotes potenciales de la enfermedad, por medio de la una detección temprana de la bacteria y el vector (King et al, 2008)

Como en las zonas tropicales el aumento de la población de *Diaphorina citri* está asociada a la constante formación de nuevos brotes vegetativos, por lo anterior, las estrategias y planes de manejo del vector debe tener en cuenta los periodos de formación de brotes vegetativos más abundantes; con estas observaciones se puede determinar las diferentes medidas de control para el vector *Diaphorina citri* como la aplicación de insecticidas químicos o control biológico (Robles et al, 2012)

6.1. Factores que permiten la prevención y control de la enfermedad HLB

6.1.1. Primer factor aplicación medidas de manejo

El primer factor más importante para el control del HLB de los cítricos es identificando el nivel de avance de la enfermedad de “Huanglongbing” en las huertas realizando inspecciones, eliminación de plantas enfermas y el control de *Diaphorina citri*. Las instituciones deben informar a los productores

sobre la sintomatología de la enfermedad para que pueda ser detectada por los mismos productores y así tener un control efectivo de la enfermedad de “Huanglonbing” (Velasque Jr. *et al*, 2008)

6.1.2. Segundo factor número y frecuencia de monitoreos o inspección

El segundo factor está relacionado con el número o frecuencia de muestreos y la eliminación de las plantas infectadas en las zonas en donde se presenta una alta incidencia de la enfermedad, es necesario realizar monitoreos y muestreos cada mes junto con la eliminación de plantas enfermas, ya que las plantas que son fuente de inóculo, que permanecen en campo pueden afectar las plantaciones vecinas (Velasque Jr *et al*, 2008).

La ausencia de métodos curativos para la enfermedad de “Huanglonbing,” por lo anterior se ha optado por manejos preventivos, que se basa principalmente en la eliminación de inóculo por medio de la destrucción de los árboles infectados y también proporcionando tratamientos químicos cuando hay una determinada densidad del vector en los huertos o zonas cítricas (Bové, 2006)

Además se debe tener en cuenta que los insectos adultos se pueden movilizar a través de las zonas cítricas y las corrientes de los vientos, por esta razón se necesita de esfuerzos coordinados para controlar las poblaciones del vector en un corto tiempo (Boina *et al*, 2009).

Como inicialmente *Diaphorina citri* se no se consideraba una plaga de importancia económica tampoco se tenía mayor información para el control y manejo de *Diaphorina citri* utilizando plaguicidas para el control del vector se utilizaban productos organofosforados (Kahn *et al* ,1982; Bhagabati y Nariani1983; Hunag *et al*, 1987; Batra *et al*, 1990) además dentro de los primeros productos con los cuales se empezó a realizar el control de *Diaphorina citri* fue con dimetoato (Khangura y Singh1984) también se inició con el uso de productos de origen natural como aceites hortícolas y otros derivados (Rae *et al*,1997).

6.2. Herramientas en el manejo legal de la enfermedad HLB ante un caso positivo en Colombia

En Colombia el manejo legal de la enfermedad está determinado por la normatividad y las Resoluciones expedidas por el Instituto Colombiano Agropecuario y otras entidades del sector agrícola dentro de las herramientas y normatividad de manejo legal existen algunos documentos como la

Resolución N° 3180 de 2009 por medio de la cual se establecen los requisitos y procedimientos para la producción, distribución de material de propagación en frutales para el territorio nacional y se dictan otras disposiciones.

Igualmente la Resolución N° 2895 de 2010 por la cual se establecen las plagas cuarentenarias sometidas a control oficial ausentes y presentes en el territorio nacional. Mientras que la Resolución N° 3182 de 1996 por la cual se establecen medidas de carácter fitosanitario para prevenir la introducción al país de patógenos causantes de enfermedades en los cultivos cítricos.

Resolución N° 0004215 de 2014 por medio de la cual se establece los requisitos para el registro de los viveros y/o huertos básicos productores y/o comercializadores de semilla sexual y/o asexual material vegetal de propagación de cítricos y se dictan otras disposiciones.

Resolución N° 2390 de 2015 por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio Nacional por la presencia de adultos de *Diaphorina citri* infectados con la bacteria de la enfermedad del HLB de los cítricos.

Como la resolución N° 2390 en el año 2015 “por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de adultos de *D. citri* infectados con la bacteria de la enfermedad HLB de los cítricos, publicada por el Instituto Colombiano Agropecuario”

Resolución N° 970 de 2010 por medio de la cual se establecen los requisitos para la producción y acondicionamiento, importación, exportación, almacenamiento y uso de semillas para la siembra en el país.

Resolución N° 000019703 de 2016 por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento del Magdalena por la presencia de la plaga denominada Huanglonbing de los cítricos.

Resolución N° 00004713 de 2017 por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento de la Guajira por la presencia de la plaga Huanglonbing de los cítricos.

Resolución N° 0000 7109 de 2017 por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de la enfermedad conocida como HUANGLONBING (HLB) de los cítricos.

La resolución N° 00001993 de 2017 por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento de Bolívar por la presencia de la plaga denominada “Huanglonbing”.

Resolución 7109 de 2017 Declara la emergencia fitosanitaria en el territorio nacional, estableciendo un conjunto de medidas fitosanitarias para la detección, control y manejo de la enfermedad del hlb y su insecto vector *Diaphorina citri*.

La resolución N° 00001645 de 2019 por medio de la cual se deroga la resolución ICA N°000019703 de 2016.

La resolución N° 00001668 por medio de la cual se declara la enfermedad de Huanglonbing y su vector el insecto *Diaphorina citri* como plagas de control oficial y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control.

6.3. Estrategias de manejo de “Huanglongbing”

Las estrategias encaminadas al control de la enfermedad de “Huanglongbing” son limitadas pues los países como Brasil, Estados Unidos y a nivel mundial en donde han evidenciado la presencia de la enfermedad HLB han implementado programas de manejo que incluye la eliminación de árboles infectados, aplicación de insecticidas contra el vector *Diaphorina* y la siembra de árboles sanos provenientes de viveros certificados (Belasque *et al*, 2010) y (Bové, Grafton –Carwell, Stelinski y Stansly, 2013).

El vector *Diaphorina citri* puede ser controlado por medio de productos químicos como insecticidas sistémicos que pueden ser aplicados en plantas jóvenes y plantas en producción, también son utilizados los insecticidas de contacto pero presentan algunas desventajas como una alta contaminación al medio ambiente con consecuencias a largo plazo como la aparición de plagas secundarias como resultado de la resistencia que algunos insectos desarrollan a los productos de contacto (Mead, 1977)

Dentro de los reportes realizados para poder manejar las poblaciones de *Diaphorina citri* han utilizado el insecticida sistémico (confiador 200) este producto ha sido uno de los más utilizados pero puede afectar los agroecosistemas por presentar a una alta toxicidad afectando a los controladores biológicos naturales de las zonas citrícolas (Llorens, 2007)

6.4 .Plan de manejo del vector

6.4.1. Monitoreo y manejo de *Diaphorina citri*

En el monitoreo y control de *Diaphorina citri* se han utilizado diversos métodos como el control químico, Biológico y medidas preventivas, en el caso del control químico se encuentran varios químicos pero que también pueden ser tóxicos y contaminantes (López *et al*, 2004)

Por otra parte se han implementado el uso de bioplaguicidas de origen natural representan una alternativa para el control del vector *Diaphorina citri*, estos productos son menos tóxicos y no contaminan en medio ambiente en la actualidad existen varios productos naturales que representan

un potencial para el control del vector *Diaphorina citri*, también existen estratos de plantas que regulan las poblaciones de *Diaphorina citri* (Fuentes *et al*, 2000)

Para realizar el monitoreo de *Diaphorina citri* es necesario la utilización de trampas de color verde y amarillas así como las evaluaciones visuales para identificar el momento de ocurrencia del vector sin embargo la frecuencia del monitoreo es muy importante debido al rápido aumento de la población del vector y la constante migración, donde se recomienda un intervalo no superior a 10 días, la incidencia del vector es mayor en los bordes de los campos y en los límites de las propiedades vecinas en las que no se realiza un manejo adecuado de la enfermedad (Yamamoto y Miranda ,2009).

Para realizar un monitoreo eficiente del vector *Diaphorina citri* se recomienda la utilización de trampas de color amarillo con un componente pegajoso y estas se deben ubicar directamente dentro de los huertos cítricos porque estas son útiles para determinar la actividad de vuelo del vector (Aubert y Hua, 1990)

6.5 Plan de muestreo para *Diaphorina citri*

En el momento de realizar un muestreo es recomendado seleccionar 10 árboles y ubicar 8 brotes por árbol que permitan determinar la densidad del vector durante las etapas de desarrollo del mismo (Setamou *et al*, 2008).

Para determinar la abundancia relativa de adultos del vector *Diaphorina citri* se puede realizar por el método de golpeteo de las ramas sobre una superficie para luego poder contar el número de psillos sumado a las trampas de color amarillo adherentes. Además es necesario determinar el número de huevos y ninfas en los brotes de la planta por lo que es necesario utilizar una lupa y realizar estos muestreos de forma secuencial (Hall *et al*, 2010).

6.5.1. Monitoreo directo

El monitoreo directo se puede realizar en línea recta en escuadra, en zigzag o de forma circular y que permita obtener muestras de los estados ninfales de *Diaphorina citri* para ello se deben seleccionar brotes vegetativos entre 4 –6 cm de longitud por otra parte se deben seleccionar 10

árboles por predio seguidamente se hace el monitoreo seleccionando 10 brotes de cada árbol, con el objetivo de que el monitoreo sea rápido y que tenga una presión en el momento de identificar los daños en la planta (Robles –Gonzales et al, 2010)

6.5.2. Monitoreo indirecto

Autores como Hall *et al*, (2007) sugiere que en este tipo de monitoreo la colocación de trampas de color amarillo – azul con algún pegamento en la superficie de la misma sirve para detectar la presencia de *Diaphorina citri* según este reporte las trampas amarillas capturan mayor número de psilidos y verde - amarillo donde el trampa de color amarillo donde *Diaphorina citri* en estado adulto. Aunque la utilización de trampas de color amarillo con algún adherente en algunas ocasiones capturan un número mayor de adultos de *Diaphorina citri* es debatido porque es dependiente de la densidad poblacional y el numero de brotes vegetativos formados en la planta (Miranda *et al*, 2017).

Se debe tener en cuenta el costo el tiempo de colocación de la trampa, el levantamiento de la trampa y posterior traslado al laboratorio para realizar el conteo de *Diaphorina citri* (Arévalo *et al*, 2011).

6.7. Densidad del vector en los muestreos

Según los trabajos realizados por (Dharajothi *et al* 1989) recomendaron que se debe recolectar entre 19-38 o 40 unidades de muestra por árbol de huevos, ninfas y adultos del vector para obtener un nivel suficiente de precisión sobre la densidad de *Diaphorina citri* (Tsai *et al*, 200)

6.8. Manejo de plantas hospederas

La enfermedad de “Huanglongbing” afecta principalmente a todas las especies que pertenecen a la familia de las Rutáceas (DaGraca, 1991; Da Graca y Korsten, 2004; Halbert y Manjunath, 2004) esta enfermedad afecta severamente a cítricos como naranjas (*Citrus sinensis*), mandarina (*citrus reticulata*) y a los cítricos agrios.

El vector *Diaphorina citri* durante su proceso evolutivo ha ampliado su rango de hospederos dependiendo de factores ambientales como temperatura, precipitación que varían según la altitud y latitud del lugar, Por otra parte los compuestos químicos de las plantas hospederas también han evolucionado lo que implica que el vector debe adaptarse a los nuevos compuestos químicos de la planta (Hodkinson, 2009).

6.8.1 Resolución ICA

Para evitar la dispersión del *D. citri* en huertos y en viveros que se dediquen a la propagación y multiplicación de material vegetal especialmente cítricos el Instituto Colombiano Agropecuario expide la resolución 004215 en el año 2014, “por medio de la cual establece los requisitos para el registro de los viveros y/o los huertos básicos productores y/o comercializadores de semilla sexual y asexual (Material vegetal de propagación) de cítricos y se dictan otras disposiciones”.

También para el manejo de plantas hospederas se debe consultar la Resolución 7109 De 2017 (Junio 9) del Instituto Colombiano Agropecuario: “Por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB) de los cítricos”. Otra Resolución No. 00001993. (22/02/2017). “Por la cual se declara en cuarentena Fitosanitaria el Departamento de Bolívar, por la presencia de la plaga denominada HUANGLONGBING (HLB) de los cítricos.” MANEJ LEGAL

6.9. Control químico del vector *Diaphorina citri*

En el manejo integrado del psílido asiático de los cítricos, el control químico es importante ya que puede impactar o disminuir las altas poblaciones de *Diaphorina citri* por que según estudios está comprobado que una baja población del vector contribuye en la disminución de transmisión de la enfermedad “Huanglongbing” por *Diaphorina citri* además se logra disminuir los impactos económicos negativos ocasionados por daños en los frutos por el vector (Instituto nacional de investigaciones forestales ,agrícolas y pecuarias,2012).

Los insecticidas más utilizados para el control del vector *Diaphorina citri* en el mundo se pueden mencionar los siguientes temik, imidacloprid,malation , dimetoato , clorpirifos ,deltametrina , ácidos tricarbóxicos y aceites minerales (Cobelo *et al*,2005).

Tabla 6 se enlistan algunos insecticidas empleados en el control de poblaciones de *Diaphorina citri* y su respectivo mecanismo de acción fuente (ministerio de agricultura y desarrollo rural, registro de venta de plaguicidas químicos para uso agrícola.

Producto	Mecanismo de acción	Nivel toxicológico	Estado de utilización	Controla	Registro ICA
Confidor (imidacloprid)	Interferencia en la transmisión estímulos nerviosos	Categoría 3	vigente	Mosca blanca chicharritas en estado ninfa y adultos	3473
Fenpropatrin	Bloqueo de los impulsos nerviosos en la axones	Categoría 1	Cancelado	Ácaros	Resolución 6504 (2017)
Thiametoxam	Actua de forma antagonica con la acetilcolina del insecto, bloqueo apetito	Categoría 3	Revaluado RN 1986	Trips , bemicia tabaci, polilla guatemalteca	Resolucion 5532 (2017)
Dimetoato	Inhibe el funcionamiento de la acetilcolinesterasa	Categoría 2	Cancelado	Insectos masticadores, chupadores, minadores	Resolucion 6468 (2017)
Thiacloprid	Bloqueo de los canales de sodio del sistema nervioso	Categoría 2		Mosca de la fruta, minadores , escarabajos	
Zeta Metrina	Apertura de los canales de sodio afectando SNC y SNP	IB altamente peligroso	Cancelado	Controla insectos en estado juvenil y adultos	

Fuente ficha técnica Fury –Zeta metrina.Version 2 (2017) y Minagricultura; ICA, 2019

La aplicación del control químico para disminuir las poblaciones de *Diaphorina citri* se han utilizado insecticidas de contacto y también los insecticidas de acción sistémica. La acción de los insecticidas de contacto da resultados el mismo día de la aplicación pero la aspersion del insecticida debe cubrir al vector en los diferentes estadios del ciclo biológico en que se encuentre el vector, es importante en el momento de aplicar el insecticida que la aspersion cubra completamente el árbol y así controlar mayor cantidad del psilido de los cítricos (Robles *et al*, 2011).

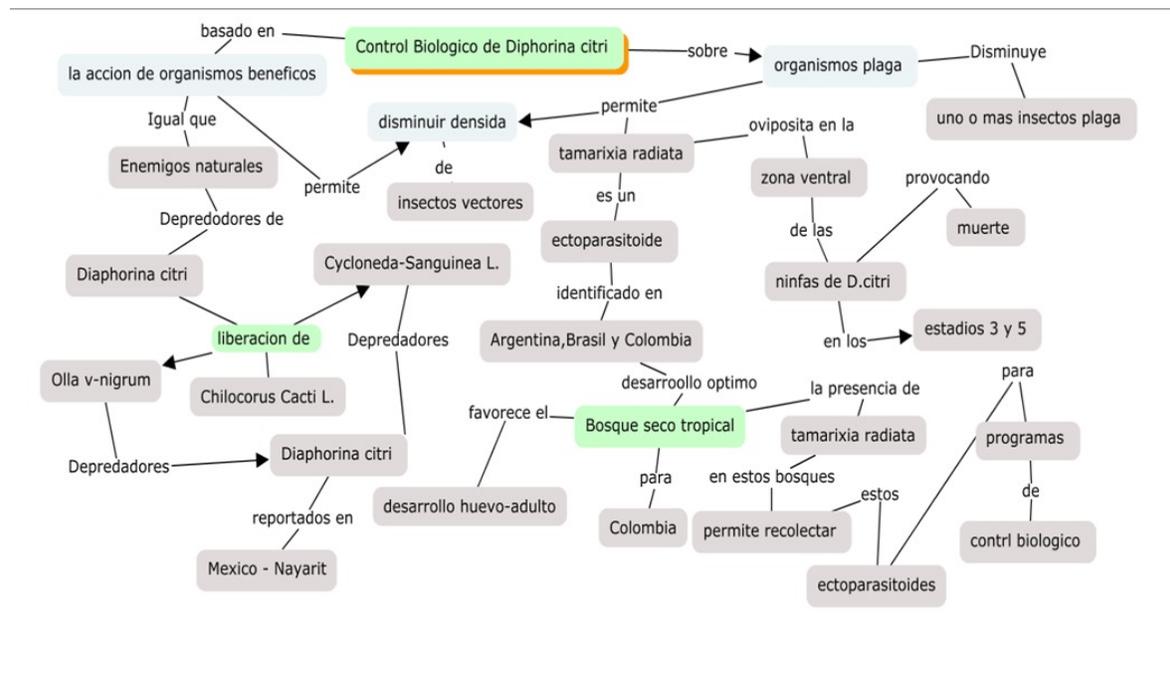
Momento de aplicación del control químico al vector

Para implementar un programa de aplicación de un control químico este debe iniciarse antes de que ocurra una alta incidencia poblacional el desarrollo y establecimiento de *D. citri* en los periodos, (Cortez *et al*, 2010) También es indispensable mantener bajas poblaciones del vector, iniciando con la aplicación de insecticidas sistémicos en el área foliar de la planta o en el suelo (Robles *et al*, 2011)

Aplicación de insecticidas para controlar las poblaciones del vector de forma convencional.

Según los resultados de estudios y la aplicacion de insecticidas en el control convencional del vector *D. citri* realizados por (Martínez- Carrillo 2011 y 2012) quienes consideran la eficiencia de algunos insecticidas como imidacloprid, Thiametoxam, Thiacloprid en el grupo de los (neoniconoides) mientras que insecticidas como Clorpirifos, Dimetoato y Fosmet los cuales pertenecen al grupo de insecticidas (Organofosforados) , también dentro del grupo de insecticidas (Piretroides) se pueden utilizar Zeta-cipermetrina fenpropatrin.

figura 6 se describe la importancia que tiene el control biológico sobre el vector d. citri por medio de la liberación de insectos ectoparasitoides como tamarixia radiata entre otros para disminuir las densidades poblacionales de d. citri. (revista de la universidad nacional de Medellín



.Figura 5. Componentes de control biológico de *D. citri*. Fuente Elaboración propia basado en información de artículos de la revista biociencia ,2013

Conclusiones

- ❖ La producción de cítricos en el mundo tiene gran importancia porque permite tener un desarrollo económico de productores y también genera la apertura de la agroindustria por la versatilidad de esta fruta.
- ❖ El vector *Diaphorina citri* (Hemiptera Psyllidae) se consideraba como una plaga secundaria de frutales cítricos pero en los últimos años ha sido reportado como un insecto plaga de importancia económica ya que es el portador de la bacteria *Candidatus Liberibacter*.
- ❖ La enfermedad “Huanglongbing” era endémica del continente asiático pero la migración y el comercio de material vegetal contaminado hace que esta enfermedad y sus vectores rompan las fronteras y sea diseminada en diferentes países del mundo convirtiéndose en una amenaza para la producción de cítricos en el mundo.
- ❖ La sintomatología de la enfermedad HLB en árboles inicialmente es confusa porque los primeros monitoreos o muestreos no son 100% claros para indicar que existe la enfermedad en el árbol llegando a confundir los síntomas con deficiencias nutrimentales de la planta. Por esto se debe contar con otras herramientas que permitan la detección temprana de la enfermedad.
- ❖ Según los diferentes reportes en varios países indican que para esta enfermedad hasta el momento no hay un método curativo eficaz por lo anterior los citricultores han optado por la aplicación de insecticidas químicos para controlar las altas poblaciones de los vectores por otra parte la erradicación de plantas infectadas ayuda a contener la expansión de la enfermedad hacia otras zonas cítricas.
- ❖ La prevención y control de la enfermedad de “Huanglongbing” requiere de un manejo integrado del vector y de la bacteria *Candidatus Liberibacter* y también establecer áreas regionales de control.
- ❖ Por otra parte para los científicos se presenta un problema al momento de implementar un tratamiento eficaz a esta enfermedad debido a que la bacteria *C. Liberibacter* casi no se puede cultivar en condiciones de laboratorio por que esta dura poco tiempo en medios de cultivo.
- ❖ En Colombia pese a las alertas por las entidades del sector agrícola la enfermedad ha logrado afectar las zonas cítricas en departamentos como la Guajira donde se ha

presentado importantes pérdidas para los productores de cítricos afectando mayormente a los pequeños productores.

- ❖ En algunos países como Brasil y México donde se han presentado los mayores impactos epidemiológicos de la enfermedad estos se han dedicado seriamente al estudio de esta enfermedad logrando contener la diseminación de la misma.
- ❖ Se considera que la enfermedad HLB de los cítricos presenta una epidemiología potencial que no se tienen medidas de manejo puede ser mortal en zonas cítricas.

BIBLIOGRAFÍA

Cadena de cítricos, indicadores e instrumentos, 2018 pg. 1.1-5 publicado por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018 consultado 23/05/2019 Disponible en [www MINAGRICULTURA .org](http://www.MINAGRICULTURA.org)

(2010). Citrus Affected with Huanglongbing Disease. *Plant Pathology Journal*. Información tomada del Documento Memorias del congreso de entomología 43° ,2016. Pg. 263-277 [Disponible en línea] Sociedad Colombiana de Entomología <http://www.Socolem.org.co>.

Achor, D. S., Etxeberria, E., Wang, N., Folimonova, S. Y., Chung, K. R., & Albrigo, L. G.

ALBRECHT, U.; BOWMAN, K. D. 2011. Tolerance of the trifoliate citrus hybrid US-897 (*Citrus reticulata* Blanco × *Poncirus trifoliate* L. Raf.) to huanglongbing. *HortScience* 46: 16-22. Disponible en línea <https://www.researchgate.net>.

ALEMÁN, J.; BAÑOS, H.; RAVELO, J. 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad huanglongbing: una

Asplanato G, Pazos J, Buenahora J, Amuedo S, Rubio L, Franco J. 2011. El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae): Primeros estudios bioecológicos en Uruguay pg 11-13 documento investigación y tecnología en citricultura: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA). [Disponible en línea] [www Proquest .org](http://www.Proquest.org)

Aubert, B. 1987. *Trioza erythrae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits*. Publicado en el año 2013. [Disponible en línea] [www .Redalyc.org](http://www.Redalyc.org).

Ayres, J., 2010. Situación actual del HLB en la provincia de San Pablo. 2do Seminario Internacional sobre HLB, Mérida, Méjico informe de citricultura en Argentina y Uruguay ,puede escapar a la amenaza del HLB pg. 3-10 octubre 2010 [Disponible en línea] [www. dianel.org](http://www.dianel.org)

Bassanezi, R. 2010. Epidemiología del HLB y sus implicaciones para el manejo de la enfermedad (presentación). Taller de enfermedades de alto impacto-cuarentenadas en el cultivo de los cítricos. III Simposio Internacional de Fruticultura tropical y subtropical. Ed 32; 108- 119 Publicado Mexico.2014 .Consultado 25/04/2018 Disponible en [www. Scielo.org](http://www.Scielo.org).

BELASQUE, J. JR.; YAMAMOTO, P.T.; DE MIRANDA, M.; BASSANEZI, R.; AYRES, A.; BOVÉ, J. M. 2010. Controle do huanglongbing no estado de São Paulo, [en línea] Ed 43 (2) 141 -150 (2017) *Revista Colombiana de Entomología* publicado en Colombia, 2018 Consultado 11/06/2018 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org).

Bhagabati, K. N. 1993. Survey of greening disease of mandarin orange in the northeastern states of India, pp. 441-442 In P. Moreno, J. V. da Graça, and L. W. Timmer [eds.], Proc. 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. University of California, Riverside Consultado 25/04/2018 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org)

BOVÉ, J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant* [en línea] Ed 41 (2): 228 -234 (2015) *Revista Colombiana de Entomología* . Publicado en 2015 en Mexico.Consultado 23/04/2019.Disponible en www.Scielo.org

Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. [en línea] *Ed acta Zoológica Mexicana* 29(2) 317-333 publicado en México 2013 Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Redalyc.org.

Bové, J.M y M. Garnier. 2002. Phloem- and xylem-restricted plant pathogenic bacteria.[en línea] publicado en Mexico –Canada 2012 consultado 24/03/2018 Disponible en www.Redalyc.org

Bové, J.M. 2006b. History, etiology, field identification, transmission and world ditribution of Huanglongbing: a detruective, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Proceedings of the Huanlongbing-Greening* [en línea] publicado en Uruguay Argentina, 2010 Consultado 03/15/2019 Disponible en www.Proques.org

Capoor, S. P. 1963. Decline of citrus trees in India. *Bull. Nat. Inst. Sci. India* No. 24: 48-64. [En línea] Publicado en 2007 en la Florida Estados Unidos Consultado 04/18/2019 Disponible en researchgate.net

Catling HD. 1970. Distribution of the psyllid vectors of citrus greening disease, with notes on the biology and bionomics of *Diaphorina citri*. [En línea] publicado Costa Rica 2005 consultado 03/14/2019 Disponible en www.Researchgate.net.

Coy, M., Stelinski, L., and Alfred, L. 2015. Great variability in the infection rate of 'Candidatus *Liberibacter asiaticus*' in field populations of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in Florida. *Florida Entomologist* pg. 226-231 Eds. *Avances de investigación .Posgrado en Fito sanidad Colegio de posgraduados* 2015 Publicado en México 2015 consultado 04/22/2019 Disponible en www.Scielo.org.

Da Graca JV. 1991. Citrus greening disease. [en línea] publicado en México 2015 consultado 25/04/2018 Disponible en www.Researchgate.net

Davis, M. J., Mondal, S. N., Chen, H., Rogers, M. E., & Brlansky, R. H. (2008). Co-cultivation of 'Candidatus *Liberibacter asiaticus*' with actinobacteria from citrus with huanglongbing. *Plant Disease*,[en línea] Ed *Revista articulo* 92(11), 1547-1550. doi: 10.1094/PDIS-92-11-1547 Publicado en Mexico,2015 Consultado 04/24/2019 Disponible en www.Scielo.org.

Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of Economic Entomology* [en línea]. Ed 46 (1) revista de la facultad de ciencias agrarias publicado en Argentina, 2014. Consultado 03/14/2019 disponible en www.Researchgate.net.

Esquivel-Chavez.F.Valdominos –Pnce.G.Mora-Aguilera, Gómez, Jaimes.R.Velas-Monreal,J.J y López-Arrollo .J.I,2010 Tesis Análisis histológico y epidemiológico del limón mexicano y limón persa asociados a síntomas de hlb (Huanglonbing) pg. 2.4-2.8 publicado por la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro (2015) consultado 25/04/2018 Disponible en www.Scielo.org.

Floyd, J. and C. Krass. 2006. New Pest Response Guidelines: Huanglongbing Disease of Citrus. [En línea] pg.1.4-1.5 Boletín protocolo de actuación para la detección del Huanglongbing (Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y pecuarias (Inifap) publicado .2010 consultado 24/04/2019 Disponible en [http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/ppq_manuals.shtml].

Folimonova, S. Y., and S. D.Achor. 2010 Early events of citrus greening (huanglongbin) disease development at the ultrastructural level. Phytopathology [en línea] Publicado en Mexico, 2012 Revista Agrociencia Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Scielo.org

Gallo, d., o. et al 2008 Manual de entomología agrícola. 2 a ed. Ceres Ltda., São

Garnier, M., S. Jagoueix-Eveillard, P.R. Cronje, H.F. Le Roux, and J.M. Bove. 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 [en línea] Ed 32 (3) Publicado en Colombia.2014 Revista Agronomía Colombiana Consultado 04/20/2018 Disponible en www.redalyc.org

Gottwald TR, Da Graça JV and Bassanezi RB. 2007. Citrus Huanglongbing: The pathogen and its impact. [En línea] Ed 33 (2) (2015) Publicado en Mexico, 2015. Consultado 03/15/2019 Disponible en www.Scielo.org.

Halbert S, Manjunath K. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk [en línea] Ed 26 (2) 126 – 130 (2008) Revista protection vegetal Publicado en La Habana Cuba,2008) Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Proques.org.

Halbert, S. & Manjunath, K. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: [en línea] a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist, Ed 87(3), 330-353.Publicado en Guatemala, 2018 Consultado 25/04/2018 Disponible en www.

HALBERT, S. E & C. A. NUÑEZ. 2004. Distribution of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean Basin. Florida Entomologist [en línea] Ed 65 (3-4) : 67-68 ,2006 Revista de la Sociedad Entomológica Publicado en Argentina,2006 .Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Scielo.org

Hall, David G., Erik J. Wenninger, and Matthew G. Hentz. 2011. Temperature Studies with the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*: Cold Hardiness and Temperature Thresholds for Oviposition. [En línea] Journal of Insect Science, 11 (83): 1-15.pg 50-66 Cartilla Publicada por el Instituto Colombia Agropecuario (2014) Consultado 25/04/2019 Disponible en www.BAC.org

Hooker. M. E Reability of Gentisic acid a fluorescent marker for diagnosis of citrus greening disease [en línea] Ed 77(2). 1993 Boletín técnico Pg. 5 -7 Publicado en la Habana Cuba 1999. Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Scrid.org.

Irey, M. 2009.Currente Status of Management in Florida.Taller Internacional de Plagas Cuarentenarias de los Cítricos. Villahermosa, Tabasco [En línea] publicado en Paraguay,2013 Consultado 25/04/2018 Disponible en www.Resarchgate.net.

King, C. W.H.; gomez, C.E.; ebrath R. E.E.; ramos, A.A.; Burckhardt, D.; Moreno, H.; Castañeda A. 2008. Detección de diaphorina citri (hemiptera:psyllidae) asociado a cítricos en Colombia. Resúmenes. Congreso Colombiano de la Sociedad Colombiana de Entomología, Cali. 16,17 y 18 [en línea] pg. 1-2 Boletín epidemiológico ICA Publicado en Colombia (2012). Consultado 03/14/2019 Disponible en [www ICA.org](http://www.ICA.org)

Kondo, T.; Quintero, E. M.; Campuzano, M.; Wyckhuys, K. A. G.; Heraty, J. 2012. First report of *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) ed *Revista Colombiana de Entomología*; 42 (1) 36-42 (2016) Publicado en Colombia, 2016 consultado 04/23/2019 Disponible en researchgate.net.

Liberibacter africanus subsp. *capensis*'. *Int. J. Syst. Evol.*

Liu, Y. H. y Tsai, J. H. (2000). Effects of Temperature on Biology and Life Table Parameters of the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, Ed 137(3), 201-216. Pg. 51-60 Publicado en Colombia, 2012 Consultado 04/12/2019 Disponible en [www redalyc.org](http://www.redalyc.org).

Liu, Y.H. and J.H. Tsai. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera;Psyllidae). *Annals of Applied Biology* [en línea] ed 137(3): 201-206 publicado en Colombia (2011) Consultado 03/14/2019 Disponible en [www redalyc.org](http://www.redalyc.org)

McClellan APD, Oberholzer PCJ. Greening disease of sweet orange: evidence that it is caused by a

Mead, F. y T. Fasulo. 2011. Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Hemiptera: Psyllidae) [en línea] Ed *Bioagro* 30 (3) 221-226 .2018 Publicado en Ecuador, 2018 Consultado 03/14/2019 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org).

Microbiol. 50, 2119-2125. Doi: 10.1099/00207713-50-6-2119

Miranda-Salcedo, M. A. y J. I. López-Arroyo. 2009. Ecología del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae)[en línea] publicado en Michoacán. *Memorias XXXII Congreso Nacional de Control Biológico*, Villahermosa Tabasco ,2010 Consultado 03/14/2019 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org)

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. [en línea] Ficha técnica No 78 de *Candidatus Liberibacter* Servicio Nacional de inocuidad y Calidad Agroalimentaria Publicado en México, 2013 Consultado 04/26/2019 Disponible en [www Digitalia .org](http://www.Digitalia.org).

NAKATA, T. 2006. Temperature-dependent development of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), and the predicted limit of its spread based on overwintering in the nymphal stage in temperate regions of Japan.[en línea] Ed 41(2) 228-234 .2015 *Revista Columbian de Entomologia* Publicado en 2015 Consultado 05/26/2019. Disponible en wwScielo.org *Applied Entomo-logy and Zoology* 41: 383-387.

Orduz, J. y Mateus, D. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. En: Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. [En línea] Serie Lasallista investigación y ciencia. Serie Lasallista investigación y ciencia Editorial Artes y Letras S.A.S. Capítulo 2, página 49-88. Publicado en Colombia (2012) Consultado en [www biblioteca SENA .org](http://www.biblioteca.SENA.org)

Paulo [en línea] consultado 25/04/2018 disponible en [www ICA.org](http://www.ICA.org)

Plant Science

Qureshi, J.A., M.E. Rogers, D.G. Hall and P.A. Stansly. 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: [en línea] Ed 64 (2): 6141-6146. (2011) Publicado en Colombia ,2011 Universidad National de Medellin Consultado 25/04/2018. Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org)

Robles G, M. M., Velázquez, M. J. J., Manzanilla, R. M. A.,Orozco, S. M., Medina, U. V. M., López-Arroyo, J. I. y Flores-Virgen, R. 2013. Síntomas del huanglongbing (HLB) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) y su dispersión en el estado de Colima, México. Ed Revista Mexicana de fitopatología Vol 31 (suplemento) publicado en Mexico,2013 Consultado 05/11/2019 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org)

Salcedo D.; Hinojosa, R.; Mora, G.; Covarrubias, I.; De Paolis, F.; Cintora, C.; Mora, S. 2010. Evaluación del impacto económico de Huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. IICA.TSAI, J. H.; PARRA, Y. H. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *Journal of Economic Entomology* [en línea] Ed 43(2) 141-150 (2017) *Revista Colombiana de Entomología* Publicado en Colombia – Brasil, 2017 .Consultado 25/04/2018 Disponible en [Scielo.org](http://www.Scielo.org).

Instituto Colombiano Agropecuario Audiencia pública de rendición de cuentas, 2018 disponible línea [www ICA.org](http://www.ICA.org)

Sechler, A., Schuenzel, E. L., Cooke, P., Donnua, S., Thaveechai, N., Postnikova, E., Stone, A. L., Schneider, W. L., Damsteegt, V. D., & Schaad, N. W. (2009). Cultivation of 'Candidatus *Liberibacter asiaticus*', 'Ca. *L. africanus*', and 'Ca. *L. americanus*' associated with huanglong-bing. *Phytopathology*, Ed 22(1), 5-16 *Revista Chapimgo* [en línea] Publicado en Mexico, 2015.

Sétamou, M.; Flores, D.; French, J. V.; Hall, D. C. 2008. Dispersion patterns and sampling plans for

Tanaka F.A.O., Kitajima E.W., de Jesus Junio W.C., Ayres A.J., Gimenes-Fernandes N., Bové J.M., 2004. First report on electron micrographs of liberibacter-like structures in citrus in Brazil.[en línea] In: 16th Conference IOCV, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de Mexico, Monterrey, Mexico, p. 177. Ed ETS pisa 88 (1) 7-37 (2006) Publicado en Brasil (2006) Consultado 25/04/2018 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org).

Teixeira, D., 2005. First report of a 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. Ed 97 (3-4); 119-134 (2013) editorial Board Publicado en Puerto Rico,2013 Consultado 04/27/2019 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org)

Universidad Nacional de la Amazonia, 2019 transmisión transovarica de los vectores disponiblen en línea <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4130>

transmisible virus. [en línea] Ed 30 (2) 123-132 (2015) Revista de protección vegetal Publicado en Cuba, 2015 consultado 13/08/2018 Disponible en [www Redalyc.org](http://www.Redalyc.org).

Trujillo-Arriaga, J. 2010. Situación actual, regulación y manejo del HLB en México. In: 2° Taller internacional sobre el huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos. Mérida, Yucatán, México [en línea] Ed Acta zoológica de México 29 (2); 334 – 345 (2013) Publicado en México , 2013 Consultado 03/22/2018 Disponible en [www redalyc.org](http://www.redalyc.org)

Tsai, J. H. & Y.H. Liu. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four hostplants. [En línea] publicado en Argentina ,2012 Consultado 25/04/2018 Disponible en [www Researchgate.net](http://www.Researchgate.net)

TSAI, J.H., WANG, J.J. y LIU, Y.H. (2000). Sampling of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on orange Jessamine in Southern Florida. Florida Entomologist, [en línea]. Ed 83 (4): pp. 446-459. Publicado por el Instituto Colombiano Agropecuario (2014) consultado 25/04/2018 Disponible en [www ICA.org](http://www.ICA.org)

Vaccaro Norma, Bouvet J. Registro de un enemigo natural de la chicharrita de los cítricos en Entre Ríos. Argentina Boletín de la IOBC/SRNT. 2006; 15:13-20 [en línea] Ed 26(2) 100- 104 2011 Publicado por Universidad Agraria de la Habana Cuba ,2011 consultado 03/16/2019 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org).

Wenninger, E. J. & Hall, D. G. 2007. Daily timing of mating and age at reproductive maturity in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist, 90: 715-722 [en línea] Ed 29 (2) Acta zoológica Mexicana 317 – 333. (2013) publicado en México, 2013 Consultado 16/05/2019 Disponible en [www redalyc.org](http://www.redalyc.org)

Yamamoto, P.T., P.E.E. Paiva y S. Gravena. 2001. Flutuacao Populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Pomares de Citros na Regiao Norte do Estado de Sao Paulo. Neotropical Entomology Ed 30(1):165-170 Publicado en Ecuador ,2016. Consultado 25/04/2018 Disponible en [www Scielo.org](http://www.Scielo.org).

