

**Documento de discusión 05 de la NAPPO – DD05**

**Manejo del huanglongbing y de su vector, el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri***

**Preparado por los miembros del Grupo de expertos de la NAPPO responsables de la revisión del DD05 de la NAPPO** (Huanglongbing) Victoria Hornbaker (CDFA), Donald Seaver (APHIS PPQ), Catherine Katsar (APHIS PPQ), Mayra Arredondo (APHIS PPQ), Michael Hennessey (APHIS PPQ), Clemente García Ávila (SENASICA), Andrés Quezada Salinas (SENASICA), Carolina Ramírez Mendoza (SENASICA), Norma Edith García Hernández (SENASICA), Francisco Javier Márquez Pérez (SENASICA), y Jim Cranney (California Citrus Quality Council), en colaboración con otros expertos de Estados Unidos y México.

La Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección de las Plantas

1730 Varsity Drive, Suite 145

Raleigh, NC 27606-5202

Estados Unidos de Norteamérica

xxx xx 202x

ĺndice

[Aprobación 4](#_Toc146878424)

[Introducción 5](#_Toc146878425)

[Ámbito 5](#_Toc146878426)

[Definiciones 6](#_Toc146878427)

[1.0 Producción de material propagativo de cítricos libre de plagas 6](#_Toc146878428)

[1.1 Antecedentes 6](#_Toc146878429)

[1.2 Importación y cuarentena 6](#_Toc146878430)

[1.3 Producción de plantas libres de plagas y verificación de la condición de ausencia de enfermedades del material vegetal 7](#_Toc146878431)

[1.4 Instalaciones 8](#_Toc146878432)

[1.4.1 Invernaderos 9](#_Toc146878433)

[1.4.2 Invernaderos con malla 9](#_Toc146878434)

[1.4.3 Laboratorio 9](#_Toc146878435)

[1.4.4 Áreas de oficina y de otro personal y visitantes 10](#_Toc146878436)

[1.4.5 Material vegetal 10](#_Toc146878437)

[1.5 Banco de germoplasma 10](#_Toc146878438)

[1.6 Bloque fundación 11](#_Toc146878439)

[1.7 Bloque de reproducción de yemas 12](#_Toc146878440)

[1.8 Árboles fuente de semillas 12](#_Toc146878441)

[1.9 Viveros 13](#_Toc146878442)

[1.9.1 Viveros de producción masiva 13](#_Toc146878443)

[1.9.2 Viveros expendedores 13](#_Toc146878444)

[2.0 Manejo regional del psílido asiático de los cítricos (PAC) 13](#_Toc146878445)

[2.1 Antecedentes 13](#_Toc146878446)

[2.2 Componentes del manejo regional 14](#_Toc146878447)

[2.2.1 Organización 14](#_Toc146878448)

[2.2.2 Participación social en el programa 18](#_Toc146878449)

[2.2.3 Actividades operativas 18](#_Toc146878450)

[2.2.4 Priorización de las áreas de control 19](#_Toc146878451)

[2.2.5 Monitoreo 20](#_Toc146878452)

[2.2.6 Uso racional de insecticidas 22](#_Toc146878453)

[2.2.7 Control biológico 24](#_Toc146878454)

[2.2.8 Inspección y eliminación de árboles para erradicación del huanglongbing 27](#_Toc146878455)

[3.0 Herramientas adicionales para el manejo del huanglongbing y su vector 27](#_Toc146878456)

[3.1 Manejo cultural 27](#_Toc146878457)

[3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión 28](#_Toc146878458)

[3.3 Vigilancia en propiedades residenciales y huertos comerciales 28](#_Toc146878459)

[4.0 Recomendaciones normativas 29](#_Toc146878460)

[4.1 Cuarentena regional para el PAC 30](#_Toc146878461)

[4.2 Cuarentena del HLB 30](#_Toc146878462)

[4.3 Acuerdos de cumplimiento 31](#_Toc146878463)

[4.4 Requisitos de salvaguarda 31](#_Toc146878464)

[4.5 Permisos especiales 31](#_Toc146878465)

[5.0 Metodología de detección e identificación del HLB y del PAC 31](#_Toc146878466)

[5.1 Recolección, rastreo y manipulación de la muestra 32](#_Toc146878467)

[5.2 Pruebas de laboratorio 32](#_Toc146878468)

[5.3 Acreditación del laboratorio 33](#_Toc146878469)

[6.0 Colaboradores 34](#_Toc146878470)

[7.0 Referencias 35](#_Toc146878471)

# Aprobación

El documento de discusión 05 de la NAPPO - ***Manejo del huanglongbing y de su vector, el psílido asiático de los cítricos, Diaphorina citri*** -fue aprobado por el Comité Ejecutivo de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), véanse las fechas de aprobación debajo de cada firma y su fecha de entrada en vigor desde la última fecha que aparece abajo.

Aprobado por:

|  |  |
| --- | --- |
| **Steve Côté**Miembro del Comité EjecutivoCanadá | **Ibrahim Shaqir**Miembro del Comité EjecutivoEstados Unidos |

 Fecha xx de xxxx del 202x Fecha xx de xxxx del 202x

|  |
| --- |
| **Francisco Ramírez y Ramírez**Miembro del Comité EjecutivoMéxico |

 Fecha xx de xxxx del 202x

# Introducción

El huanglongbing (HLB), enfermedad aparentemente causada por la bacteria *Candidatus* Liberibacter spp. y que en las Américas se encuentra principalmente como, *Candidatus* Liberibacter asiaticus (*C*Las), y es transmitida en las Américas por el psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908, es actualmente reconocida como la enfermedad más devastadora de los cítricos en el ámbito mundial (Bové 2006, Cortéz *et al.,* 2013).

El HLB se asocia principalmente con ‘*Candidatus* Liberibacter asiaticus’ (*C*Las), ‘*Candidatus* Liberibacter africanus’ (*C*Laf) y ‘*Candidatus* Liberibacter americanus’ (*C*Lam), entre los cuales *C*Las es el patógeno predominante en la mayoría de las regiones productoras de cítricos y tiene cierto grado de tolerancia al calor, mientras que *C*Laf y *C*Lam son sensibles al mismo. *C*Laf se encuentra principalmente en África y *C*Lam solo se ha reportado en Brasil. El psílido asiático (*Diaphorina citri*) es el insecto vector más eficiente para transmitir la enfermedad. En el caso de México, llegó a ocasionar pérdidas en la producción de lima mexicana de aproximadamente un 40 % y, actualmente, se ha convertido en un reto importante para la región naranjera de México.

El manejo del HLB es complicado y requiere de una estrategia regional o de áreas amplias tanto para el patógeno como para el vector. Dicha estrategia incluye, entre otros enfoques, el uso de material propagativo y para plantar que se encuentren libres de la bacteria, la detección temprana y la eliminación de plantas infectadas, y el control eficaz del psílido. La disminución de poblaciones de los vectores que transportan al patógeno, en la mayor medida posible, es una parte importante del manejo integrado de plagas y ayuda a disminuir la dispersión de la enfermedad (Pacheco *et al.,* 2012). En México, la aplicación de una estrategia operativa ha contribuido a retrasar los daños en la producción de cítricos y a mitigar el riesgo de dispersión a zonas sin presencia de HLB.

Las razones técnicas para implementar y mantener áreas amplias de control del PAC, sobre todo con la presencia de HLB en la región, son las siguientes:

1. Alta capacidad de dispersión del PAC a larga distancia.
2. Migración constante del PAC entre huertos o plantas de cítricos.
3. Dificultad de evitar infección causada por el PAC infectivo migrante, aún con aplicaciones frecuentes de insecticidas.
4. Prevención de inoculaciones múltiples y repetidas en árboles que ya se han visto afectados por el HLB y que posiblemente podrían llevar a una superinfección y al declive rápido del árbol.

Bassanezi *et al.,* (2013) informaron acerca de la eliminación regional del inóculo (plantas enfermas) y del PAC a raíz del manejo regional del HLB que a su vez lleva a:

1. Retraso del inicio de la epidemia de casi un año.
2. Reducción considerable de la incidencia (en 90 %) y de la tasa de avance (en 75 %) del HLB.
3. Disminución del uso frecuente de insecticidas para el control del PAC.
4. Disminución de los costos de manejo del HLB, debido a que las aplicaciones de insecticidas son menos frecuentes y más efectivas.

# Ámbito

El presente documento describe los componentes de la implementación y operación de un programa para el manejo de áreas amplias del HLB y de su vector, el PAC. Dicho documento tiene la intención de mostrar las estrategias utilizadas por los países productores de cítricos miembros de la NAPPO, así como ser un referente para aquellos países donde no se tienen detecciones del HLB o donde se tienen detecciones recientes.

# Definiciones

Las definiciones de los términos fitosanitarios que se utilizan en este documento figuran en la NRMF 5 de la NAPPO (glosario de términos fitosanitarios de la NAPPO) y la NIMF 5 (glosario de términos fitosanitarios de la CIPF).

# 1.0 Producción de material propagativo de cítricos libre de plagas

## 1.1 Antecedentes

Los cítricos tienen como centro de origen y diversificación el sudeste de Asia continental (Indochina) y Australasia (Pfeil y Crisp 2008). El movimiento de cítricos hacia áreas nuevas se hizo originalmente a través de semillas, lo cual dio lugar a la dispersión de enfermedades de los cítricos transportadas por semillas. Cuando los cítricos empezaron a moverse como vareta o material vegetal enraizado, las enfermedades de los cítricos transmisibles por injerto comenzaron a dispersarse en todo el mundo. Los efectos devastadores de algunas de estas enfermedades transmisibles por injerto, como tristeza (*Citrus tristeza virus*), favorecieron el desarrollo de tecnologías para diagnosticar a los patógenos responsables de las enfermedades y los posibles vectores y eliminarlos del material vegetal. Estas tecnologías ya están establecidas en varios países y regiones productoras, y son unas de las herramientas principales para el manejo de la sanidad de los cítricos. El uso de material propagativo o material de vivero libre de plagas es uno de los medios importantes para prevenir la dispersión del HLB y otras enfermedades transmisibles por injerto (Krueger y Navarro 2007). Esto, junto con la vigilancia para detectar y eliminar árboles infectados y la disminución de la población del vector en áreas amplias, forma la base de los programas regionales de manejo del HLB y otras enfermedades de los cítricos. Las medidas descritas aquí tienen la finalidad de que se produzca material propagativo de viveros libre de toda enfermedad transmisible por injerto.

## 1.2 Importación y cuarentena

En muchas áreas productoras de cítricos se ha establecido un requisito el cual indica que el material propagativo debe provenir de fuentes que se hayan sometido a prueba para detectar patógenos, en donde se hayan seguido programas fitosanitarios de registro o certificación rigurosa. El movimiento del material propagativo de cítricos debe ser reglamentado puesto que de lo contrario puede dar lugar a la introducción de enfermedades nuevas, plagas exóticas y cepas más virulentas de patógenos a las áreas productoras. Para disminuir estos riesgos, las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) y las entidades normativas de cada país aplican reglamentos fitosanitarios y protocolos aprobados para monitorear y restringir el movimiento de material y para confirmar la ausencia de plagas en el material antes de su liberación o desplazamiento. Dichos protocolos se aplican generalmente al desplazamiento a pequeña escala de nuevo material propagativo para viveros o portayemas, los cuales se liberan únicamente después de la verificación de una condición fitosanitaria aceptable y/o un período de cuarentena posentrada, el cual pueda incluir la aplicación de terapia y realización de pruebas. Sin embargo, cuando se trata de importaciones comerciales a gran escala de plantas para plantar, en donde los riesgos pueden ser muy altos, generalmente se rechaza la entrada. Así mismo, en algunos países que no cuentan con estaciones de cuarentena posentrada, se prohíbe la entrada del material propagativo que se desconoce si está libre de enfermedades.

Una vez se permita la entrada del material propagativo, este se somete a dos enfoques básicos mientras se encuentra en cuarentena.

**El enfoque clásico** supone la contención y propagación del material importado dentro de las instalaciones cuarentenarias, seguido de observaciones y el indexado mediante pruebas biológicas o de laboratorio para detectar la presencia de patógenos. El material infectado se destruye o se somete a un procedimiento terapéutico. Este enfoque se ha utilizado durante muchos años en áreas con poca presión o amenaza de enfermedades.

**El enfoque de cultivo de tejidos** el cual consiste en cultivo *in vitro* de la vareta importada, la recuperación de plantas mediante microinjertos de ápices caulinares (MAC) *in vitro*, y la realización de pruebas para detectar la presencia de patógenos mediante el indexado y las pruebas de laboratorio directas.

El material sometido a terapia e indexado se libera de la cuarentena únicamente cuando no se detecten patógenos. Incluso, cuando existan otras técnicas de terapia (p. ej., la embrionía nucelar y termoterapia), se ha comprobado que el MAC es eficaz contra todos los patógenos de cítricos sin inducir efectos adversos en cítricos, y actualmente se reconoce como el procedimiento terapéutico estandarizado.

El enfoque del cultivo de tejidos es más conservador que el enfoque clásico puesto que la terapia se aplica en todas las circunstancias para asegurar que se disminuye al mínimo la amenaza de posibles enfermedades. En algunos casos, este enfoque se ha incluido en los reglamentos que anteriormente dejaron a discreción de la instalación de cuarentena en el punto de entrada el enfoque que habrían de utilizar.

En muchas áreas de producción citrícola es un requisito que el material propagativo de cítricos provenga de fuentes sin plagas. Sin embargo, en algunas áreas no hay restricciones legales en cuanto al movimiento de material propagativo dentro de un país o estado. Esta falta de monitoreo y restricción puede dar lugar a la dispersión de plagas y enfermedades que pueden ser catastróficas para la industria citrícola. En tales casos, se recomienda que todos los materiales que se mueven dentro del mismo país, estado o región se sometan a saneamiento/terapia y se incluyan en un programa de certificación. Ante la ausencia de programas de certificación, la obtención de material propagativo fuera del país de una fuente confiable (ya sea un banco de genes o un programa de certificación) supone menos riesgo que la obtención de material del mismo país.

## 1.3 Producción de plantas libres de plagas y verificación de la condición de ausencia de enfermedades del material vegetal

Mientras que los artrópodos plaga se eliminan mediante los procesos descritos en el apartado 1.4, los protocolos para producir plantas libres de plagas y verificar la condición de ausencia de enfermedades generalmente suponen llevar a cabo terapias para eliminar los patógenos y aplicar varias pruebas con el fin de detectar patógenos. Estos protocolos generalmente se realizan bajo condiciones controladas y pueden llevarse a cabo antes de mover los materiales, después de la introducción de materiales nuevos, o posterior a un período de cuarentena posentrada.

Las técnicas existentes de eliminación de patógenos se basan principalmente en la termoterapia o en el MAC (para obtener detalles adicionales, sírvase consultar los protocolos de tratamiento de la NAPPO (PT) para termoterapia (PT 01: 2015) y MAC (PT 02: 2015). Se recomienda el MAC ya que se ha convertido en la técnica más común debido a que es eficaz en la eliminación de todos los patógenos de cítricos.

La detección de patógenos transmisibles por injerto es uno de los componentes principales de un programa para la introducción segura de variedades nuevas o el saneamiento de variedades existentes. La detección de patógenos se fundamenta principalmente en el indexado biológico con plantas indicadoras, complementadas con pruebas de laboratorio. Diversos factores determinarán las pruebas necesarias, pero serán las autoridades normativas quienes las aprobarán en última instancia.

Las pruebas de laboratorio que se utilizan comúnmente para la identificación de patógenos transmisibles por injerto incluyen el cultivo en medios microbiológicos, la microscopía, las pruebas serológicas, tal como el ensayo serológico (ELISA, por su sigla en inglés), y las pruebas a base de ácidos nucleicos tal como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por su sigla en inglés), siendo la PCR el método principal de detección, y la secuenciación del ADN. Recientemente, también se han desarrollado tecnologías de secuenciación de alto rendimiento (HTS, por su sigla en inglés) junto con programas de análisis bioinformático y están en evaluación para su posible uso en pruebas de cítricos en programas de cuarentena (véase también abajo) (Dang *et al*., 2023).

Las pruebas de laboratorio son ventajosas en comparación con el indexado biológico: las pruebas ofrecen una mayor especificidad, sensibilidad y precisión, son más rápidas, pueden automatizarse para realizar pruebas a gran escala que permitan el procesamiento simultaneo de un número grande de muestras, y requieren menos recursos humanos y físicos, así que resultan menos costosas. Sin embargo, las desventajas de las pruebas de laboratorio incluyen la necesidad de contar con una instalación bien diseñada y equipada con instrumentos especializados que pueden ser costosos, la necesidad de contar con personal bien capacitado y competente, con protocolos operativos estandarizados, y con un manejo bueno del control de calidad. También puede haber limitaciones si los técnicos no poseen conocimientos previos sobre los patógenos que están tratando de detectar, o si el antisuero o los primers de PCR necesarios para la prueba no están disponibles. Asimismo, en algunos casos, las autoridades normativas pueden no aceptar las pruebas de laboratorio de algunos países/estados/regiones. De ser así, estas limitaciones solo pueden solventarse mediante el uso del indexado biológico en hospederos indicadores específicos (Navarro *et al.,* 1984).

Por consiguiente, el indexado biológico en estudios en invernadero y la detección de patógenos por pruebas de laboratorio se complementan, pero no se reemplazan entre sí. Para fines de un indexado completo, si una prueba biológica está disponible para un patógeno, una prueba de laboratorio podrá utilizarse como complemento a la prueba biológica, pero no la debería reemplazar. En muchos casos, las pruebas de laboratorio no son aceptadas por las autoridades normativas, y el «índice de registro» es el indexado biológico. Por otro lado, para realizar pruebas a un número alto de adquisiciones de germoplasma, las pruebas de laboratorio son el único método factible. En este caso, una prueba de laboratorio a gran escala como la de HST, conocida también como la secuenciación de nueva generación (NGS, por su sigla en inglés), podría ser un método factible para utilizarse en el futuro. Los métodos de HTS se están evaluando para la detección rutinaria de virus y/o viroides en vides y árboles frutales con resultados prometedores (Al Rwahnih *et al.*, 2015, Soltani *et al*., 2021) y se están investigando en cítricos (Dang *et al.*, 2023), lo que supone una posible contribución futura al proceso de certificación fitosanitaria (Candresse *et al*., 2014).

## 1.4 Instalaciones

Los programas de cuarentena y saneamiento para cítricos cuentan con requisitos muy específicos en cuanto a instalaciones (Gumpf 1999). Las instalaciones deberían estar idealmente ubicadas en un área con clima idóneo para el cultivo de cítricos, pero lejos de áreas de producción comercial. Esto no siempre resulta práctico. Por ende, es importante que las instalaciones se diseñen, construyan y manejen de tal forma que disminuyan el riesgo de escape de patógenos. También se deben tomar medidas que disminuyan otros riesgos fitosanitarios, tales como contaminación de otras plantas, acceso de insectos y plagas, y la dispersión de hongos, bacterias y patógenos virales dentro de las instalaciones. Las instalaciones deberían estar diseñadas para mantener las condiciones ambientales adecuadas para el indexado. En algunos casos, las entidades normativas tendrán requisitos específicos para el diseño de instalaciones (USDA-APHIS-PPQ 2010).

Se debería prohibir el acceso de todas las personas salvo a aquellas que estén autorizadas y capacitadas en cuanto a la conducta fitosanitaria apropiada. Las instalaciones deberían mantenerse cerradas en todo momento, estar cercadas y tener una puerta con llave. Las estaciones de rociado para descontaminación contra el cancro de los cítricos deberían instalarse a la entrada de dichas instalaciones, siempre y cuando sea posible.

Las instalaciones generalmente pertenecen a las entidades federales o estatales que participan en la protección fitosanitaria, pero estas entidades podrán tener un acuerdo con una entidad externa tal como una institución de investigación para realizar el programa de saneamiento. En cualquier caso, las instalaciones así como los procesos y registros deben estar disponibles y ser de fácil acceso para la inspección que realicen las autoridades fitosanitarias.

Las instalaciones deberían incluir invernaderos, invernaderos con malla (únicamente si lo permite la presión y el riesgo de la enfermedad y plaga), un laboratorio para cultivo de tejidos y pruebas contra patógenos, espacio para oficinas del personal y un área de recepción y reunión para visitantes y programas educativos.

### 1.4.1 Invernaderos

Los invernaderos se utilizan en la producción de plantas indicadoras y portainjertos y para el indexado biológico, así como para el mantenimiento de la colección de árboles que se utilizan como controles positivos en el bioindexado y en pruebas de laboratorio. Deben contar con por lo menos dos cámaras, una que se mantenga a temperatura fría y otra a temperaturas elevadas que propicien la detección de patógenos transmisibles por injerto. Las cámaras deberían contar con dispositivos independientes para el control de la temperatura; este sistema es el componente más importante del invernadero puesto que resulta vital para mantener las temperaturas necesarias. De estar disponible, sería preferible utilizar una tercera cámara con temperaturas intermedias para la producción de plantas indicadoras y para propagación. Los invernaderos deberían construirse de tal forma que protejan a las plantas contra los insectos y para este fin, deberían tener puertas dobles con vestíbulos y con flujo de aire con presión positiva y/o con cortinas de aire. Las entradas y salidas de aire también deberían protegerse (a saber, con mallas) para excluir a los artrópodos.

### 1.4.2 Invernaderos con malla

Los invernaderos con malla generalmente se utilizan para el mantenimiento de plantas, para plantas que se utilizan como controles positivos, plantas endémicas o con enfermedades no transmitidas por vectores. Estos podrán construirse con marcos de metal (preferiblemente) o de madera con malla de nailon o de materiales de acero inoxidable que excluyan a los artrópodos. Anteriormente, la construcción estándar requería mallas «antiáfidos», pero la práctica actual recomienda el uso de mallas «antitrips» o malla sombra al 95 %. El techo del invernadero debería estar por lo menos a tres metros del suelo (preferiblemente cuatro a cinco metros). Estos invernaderos deberían contar con un vestíbulo con doble puerta y flujo de aire con presión positiva y/o cortinas de aire. Debería evitarse el uso estos invernaderos en programas de cuarentena de cítricos si los patógenos transmitidos por el aire, tal como la bacteria que causa el cancro de los cítricos, u otro insecto, enfermedad o factores de riesgo ambiental estén presentes en el área.

Se deberá instalar una trampa amarilla en el vestíbulo de la doble puerta. También, en el interior del invernadero se colocará una trampa cada 100 m2.

### 1.4.3 Laboratorio

El laboratorio se utiliza para realizar terapia y pruebas de laboratorio. Sería conveniente contar con áreas separadas para la terapia y el cultivo de tejidos. El diseño y la construcción del laboratorio dependen de su uso. Si se realizan limitadas pruebas de laboratorio (p. ejemplo, ELISA, cultivo en platos microbiológicos, microscopía) podría ser suficiente contar con un laboratorio pequeño con espacio para acomodar el equipo de preparación de tejidos, almacenamiento de muestras y pruebas. Si se realizan gran variedad de pruebas o se manipula un número grande de muestras, se necesitará un laboratorio más grande. Si se realizan pruebas moleculares, es necesario contar con áreas separadas para diferenciar las funciones tales como procesamiento de muestras, extracciones de ácido nucleico, preparación de la mezcla maestra, ejecución de reacciones, sala de termocicladores, y, de ser necesario, visualización de resultados de electroforesis en geles con tinción.

### 1.4.4 Áreas de oficina y de otro personal y visitantes

El personal debería tener acceso a un espacio de oficina con el fin de almacenar y acezar registros y literatura, trabajar en computadoras para preparar experimentos de indexado, informes y material educativo, así como preparar o imprimir etiquetas, trabajar en el inventario de plantas, etc. Es común que los inspectores del gobierno, interesados de la industria, visitantes internacionales u otros soliciten o necesiten hacer una visita a una instalación de cuarentena ya sea con fines oficiales (p. ej., inspección de un permiso o de un envío) o con fines educativos (p. ej., realizar una visita a la instalación por cuestiones normativas o para aprender acerca de una plaga nueva de importancia cuarentenaria). Debería controlarse dicho tránsito de personas a través de un área de recepción en donde se registren los visitantes en una bitácora y se les brinden instrucciones acerca de las reglas que rigen las visitas a la instalación (p. ej., se prohíbe abrir puertas o la entrada a la instalación si ha estado en contacto con cualquier planta de cítricos antes de la visita). Tras completarse la visita o el recorrido, los visitantes deberían recibirse en una sala de reuniones, lejos de cualquier material vegetal para completar la reunión o el evento educativo.

1.4.5 Material vegetal

Una vez liberados de la cuarentena, la mayoría de los recursos vegetales que se mantienen bajo protección en un banco de germoplasma, bloque fundación y lote de aumento de yemas, se mantienen como árboles en macetas con sustrato esterilizado. Esto tiene ventajas obvias en cuanto a la prevención de enfermedades, fertilización, protección contra heladas, capacidad de manipular y mover los árboles, etcétera. Los árboles en macetas también permiten modificar el número de árboles que se mantienen por variedad o genotipo. Sin embargo, el mantenimiento de árboles plantados en el suelo en algunos casos es la única forma de proporcionar cantidades grandes de varetas que proveen algunos programas. Los árboles mantenidos bajo mallas u otras estructuras protectoras, ya sea en macetas o en el suelo, por lo general no son buenos como fuentes de fruta. Sin embargo, la fruta que se produce dentro de estructuras protectoras ayuda a determinar la pureza genética de los genotipos y detectar posibles adquisiciones identificadas erróneamente, así como posibles quimeras. Estas son consideraciones importantes cuando se liberan las varetas para la certificación.

## 1.5 Banco de germoplasma

Un banco de germoplasma, también conocido como banco de genes, es una colección amplia de genotipos, los cuales se mantienen sin considerar su uso comercial o potencial. Un banco de germoplasma apoya la investigación científica a la vez que suministra genotipos específicos para la industria a través de la certificación o sistema de plantas libres de plagas. El mantenimiento de un banco de germoplasma es una actividad que requiere muchos recursos y que no genera ingresos; por ende, estos bancos generalmente son mantenidos por una institución gubernamental o académica y por consiguiente están sujetos a competencia de recursos con otros programas y proyectos. Algunos bancos de germoplasma tienen un programa para la preservación a largo plazo bajo condiciones de criogenia o de cultivo de tejidos. Estos programas son importantes para la conservación de la diversidad del material genético, pero estas actividades están restringidas a algunos bancos de vanguardia.

Un banco de germoplasma, especialmente uno que apoye un sistema de certificación o de plantas libres de plagas, debería mantenerse protegido contra plagas y enfermedades. Cuando hay suficientes recursos disponibles, una opción sería contar con una colección plantada en el campo para fines de caracterización y evaluación y como fuente de semillas y tejidos para investigación. En algunos casos, los recursos son insuficientes y una plantación en campo podrá representar los únicos árboles que están en un banco de germoplasma. Esto no es aconsejable debido a que los árboles en campo son vulnerables a las plagas, enfermedades y el estrés abiótico. La norma existente recomienda la protección del material del banco de germoplasma dentro de una estructura.

Muchos bancos de germoplasma establecidos en el siglo veinte incluyen genotipos de condición fitosanitaria desconocida. En la actualidad, solo se mantienen genotipos sanos y la adición de genotipos nuevos o la liberación de genotipos a un programa de certificación o un sistema de plantas libres de plagas necesita el establecimiento de un programa de saneamiento. El saneamiento del material propagativo puede suceder antes de agregar el material al banco de germoplasma, mientras el material se encuentra dentro del banco, o antes de que el material se libere a un programa de certificación o sistema de plantas libres de plagas. La última opción está más bien relacionada con accesiones que se adquirieron antes de la adopción de las normas fitosanitarias existentes. La práctica existente es tener material libre de plagas en el banco de germoplasma, por lo cual se recomienda realizar diagnósticos anualmente para la detección del HLB.

La documentación del material que se mantiene en el banco de germoplasma es crucial. Como mínimo, es necesario contar con datos de origen e identificadores únicos para los genotipos y árboles individuales, así como información del manejo de (p. ejemplo, propagación, ubicación). Se debería obtener y documentar la mayor cantidad de datos de caracterización y evaluación adicionales que sean posibles. Cada árbol tendrá un número de registro en una etiqueta permanente.

## 1.6 Bloque fundación

La base de todas las propagaciones en un sistema de certificación o de plantas libres de plagas es el bloque fundación. Su ámbito es menos amplio que el de un banco de germoplasma. Un bloque fundación apoya directamente a una industria y está compuesto de variedades comerciales y variedades con potencial comercial. Las variedades que no se utilizan en producción comercial deberían mantenerse en un banco de germoplasma en una condición fitosanitaria elevada (cumpliendo con las normas establecidas para el bloque fundación).

Los materiales que se mantienen en un bloque fundación deben cumplir con requisitos fitosanitarios altos; generalmente estos corresponden a la ausencia de todos los patógenos que se sabe que son transmisibles por injerto, una condición que se cumple después de haber pasado a través de programa de introducción o de saneamiento (a saber, terapia e indexado). Los materiales del bloque fundación se someten a pruebas adicionales en forma periódica para detectar patógenos tal como lo exigen los reglamentos. Las enfermedades más importantes desde un punto de vista de pruebas adicionales son las enfermedades endémicas con vectores que se dispersan en forma natural. El material en un bloque fundación que cumpla con los requisitos fitosanitarios puede mantenerse de manera indefinida, aunque los asuntos prácticos (por ejemplo, tamaño del árbol o calidad del crecimiento vegetativo después de varios años de crecimiento en una maceta) podrán limitar su vida.

Según los requisitos y las circunstancias, las instituciones gubernamentales o académicas y/o los viveros privados podrán mantener los bloques fundación. En el pasado, estos bloques incluían tanto los bloques de material inicial (madre), debidamente protegidos, y los bloques plantados en el campo o protegidos que podían ubicarse en los viveros. Sin embargo, la práctica actual consiste en proteger todos los bloques del programa, y por ende, los bloques plantados en campo se están eliminando paulatinamente. En algunos casos, el programa de certificación o el sistema de plantas libres de plagas, o los investigadores o representantes de la industria, establecen una plantación de árboles en el campo propagada de los materiales fundación con el fin de observar, evaluar y documentar la producción de fruta y las características de crecimiento de los árboles. El material vegetativo, salvo las semillas, proveniente de los árboles cultivados en campo no debería utilizarse para la propagación.

La documentación relacionada con un bloque fundación incluye información similar a la que se utiliza para manejar un banco de germoplasma, tal como datos sobre el origen, datos fitosanitarios y de manejo. Generalmente, cada árbol del bloque fundación es asignado un código único que permite rastrear todas las yemas que se distribuyen a la industria. Esto es importante si se observa una enfermedad o una anormalidad en los árboles propagados de las yemas que se originen directa o indirectamente del bloque fundación. El supuesto árbol fuente puede verificarse para determinar si es la fuente del problema o si el problema se originó después de que las yemas salieron del bloque fundación. Las entidades normativas generalmente emiten y mantienen los códigos únicos. Asimismo, se deberá contar con réplicas de material de al menos dos plantas por cada variedad.

## 1.7 Bloque de reproducción de yemas

Debido a los costos relacionados con el mantenimiento y las pruebas adicionales a árboles en el bloque fundación, los bloques únicamente mantienen dos a seis árboles de cada variedad. Este número no es suficiente para suministrar varetas con el fin de propagar los árboles. Por ende, el material del bloque fundación se utiliza para establecer bloques de reproducción (multiplicación) de yemas, lo cual permite la multiplicación rápida y eficiente de yemas. En algunos casos, los bloques de reproducción pueden propagarse de otros árboles fuente aprobados y sometidos a pruebas contra patógenos.

Al igual que con bancos de germoplasma y bloques fundación, los bloques de reproducción deberían incluir accesos con doble puerta, tapete fitosanitario, cortina de aire cubierta con malla antiáfidos y trampas pegajosas para los insectos vectores. Los bloques de reproducción generalmente tienen una vida útil definida, determinada por las autoridades normativas. Este período de vida puede extenderse después de realizar pruebas adicionales para detectar patógenos específicos. La condición fitosanitaria de los árboles del bloque de reproducción debe equivaler a la del banco de germoplasma y la del bloque fundación. Al igual que el banco de germoplasma y bloque fundación, las autoridades normativas autorizan e inspeccionan los bloques de reproducción de yemas.

El paso final en un sistema de certificación o de plantas libres de plagas es la producción de árboles de viveros certificados que se originen de bloques fundación o de bloques de reproducción de yemas. La producción de árboles podrá ser protegida o estar en el campo - la selección del método dependerá de las condiciones fitosanitarias del área, que a su vez determinan los riesgos de contaminación. La entidad normativa autoriza los requisitos existentes para la certificación y estos varían de un lugar al otro. La preferencia es producir y mantener los árboles previstos para la venta bajo protección, pero eso no siempre resulta factible. Posteriormente, se recomienda realizar diagnósticos anualmente para la detección del HLB.

## 1.8 Árboles fuente de semillas

La práctica existente es mantener a los árboles fuente de semillas en el campo debido a las dificultades que presenta la producción de fruta y semilla dentro de estructuras protectoras. Los árboles fuente de semilla se someten a pruebas para detectar un número de patógenos relativamente pequeño y las normas para las pruebas no son constantes en todos los gobiernos o programas de certificación. Los patógenos de cítricos transmisibles por semillas son pocos, y para la mayoría de principales patógenos de cítricos transmisibles por injerto, incluida la bacteria relacionada con el HLB, no se ha confirmado que se transmiten por la semilla, debido a que dichos patógenos están limitados al floema y la anatomía de las semillas de cítricos no incluye conexiones al floema entre el tejido maternal de la semilla (p. ej., cubierta de la semilla) y el embrión en desarrollo. Por ende, no existe una vía mediante la cual un patógeno pueda colonizar al embrión. En el caso del *citrus leaf blotch virus* (virus del manchado foliar de los cítricos, CLBV, por su sigla en inglés), un patógeno que no está limitado al floema, se ha informado acerca de diferentes niveles de transmisión por semillas para algunos cultivares de cítricos.

La práctica preferida es plantar los árboles fuente de semilla que cumplan con los criterios de plantas libres de plagas o de certificación, protegerlos contra vectores, y realizar pruebas adicionales periódicas para detectar patógenos que sean endémicos al área. Las pruebas deberían incluir patógenos que se transmiten por semillas así como otros patógenos de preocupación fitosanitaria o cuarentenaria para el área, para disminuir el riesgo que las semillas sirvan como fuentes de inóculo y puedan amenazar a otros recursos de un programa de material propagativo libre de plagas tales como árboles de bloque fundación o de reproducción de yemas. Las plantaciones de producción de semilla también están sujetas a la autorización e inspección por parte de personal normativo.

Sería preferible que la producción de semillas de cítricos estuviera completamente protegida. Sin embargo, actualmente esto no resulta práctico debido a que las estructuras protectoras tendrían que ser mucho más grandes para acomodar a los árboles fuente de semilla que para acomodar árboles fuente de yema. Además, la floración y fructificación se dificultan o no son constantes bajo mallas de protección. Algunos viveros comerciales producen y utilizan portainjertos de cultivo de tejido. La adopción de portainjertos de cultivo de tejido y plantas indicadoras para los programas de certificación aumentarán sin duda en el futuro.

## 1.9 Viveros

### 1.9.1 Viveros de producción masiva

Los viveros de producción masiva de material propagativo de cítricos deberían seguir los reglamentos que conciernen a cítricos, así como los reglamentos de viveros en general. Deben estar autorizados por las entidades normativas y ser de fácil acceso para la inspección. El origen y el lugar de destino para la venta del material propagativo deberían documentarse. De solicitarse, esta información debería estar disponible a los funcionarios normativos. Los viveros y el personal normativo determinarán el formato para la documentación según las condiciones locales.

La producción del material propagativo de cítricos para la venta debería realizarse dentro estructuras protectoras. Debería establecerse un programa de control de plagas que incluya monitoreo, actividades de control y documentación correspondiente. Los árboles deberían protegerse hasta el momento que abandonan el vivero. La exposición a condiciones sin protección debería mantenerse al mínimo durante remoción y transporte. Los viveros de producción masiva están sujetos a inspección. Los árboles no deben devolverse al vivero una vez hayan salido de este. Deberían someterse a tratamientos contra posibles vectores mediante el uso de un insecticida sistémico antes de ser transportados.

### 1.9.2 Viveros expendedores

Los viveros expendedores, que comercializan al público en general, deberían adquirir plantas de viveros de producción masiva. Los árboles de cítricos para la venta en áreas de riesgo (con presencia de HLB o su vector) deberían mantenerse dentro de estructuras protectoras. Los árboles deberían monitorearse y someterse a tratamientos contra vectores, especialmente en áreas con presencia de HLB o su vector, y en situaciones sin protección.

Los reglamentos podrán limitar el tiempo máximo de estancia de árboles de cítricos en viveros expendedores, así como el número de árboles que se permitirán en el vivero, especialmente, ante la ausencia de estructuras protectoras. Los hospederos alternativos del HLB y sus vectores deberían estar sujetos a los mismos reglamentos que los cítricos si están presentes en el vivero expendedor, puesto que una vez que salgan del vivero estos pueden estar cerca de los cítricos.

# 2.0 Manejo regional del psílido asiático de los cítricos (PAC)

## 2.1 Antecedentes

El manejo regional del PAC requiere un enfoque multifacético que abarque aspectos sociales, económicos, operativos, epidemiológicos y biológicos. El PAC afecta a los cultivos de cítricos, y las estrategias eficaces de manejo suponen el control de su población con el fin de mitigar los efectos económicos y ecológicos. Investigaciones recientes (Bassanezi *et al*., 2013) demostraron que el manejo regional (áreas amplias) del PAC en Brasil fue mucho más efectivo para disminuir las poblaciones en comparación con el manejo por huero individual. En Florida y Texas se obtuvieron resultados similares, puesto que las aplicaciones de insecticida coordinadas ofrecieron un control residual eficaz y más prolongado que los programas de aplicación por huerto (Graham *et al*., 2020). Martinez-Carrillo *et al.,* (2019) indicaron que, en México, los componentes clave del enfoque de sistemas fueron la cooperación entre productores, las acciones coordinadas de control y las interacciones con las autoridades de protección fitosanitaria, los investigadores y el apoyo del gobierno.

El manejo más eficaz del PAC generalmente sucede cuando un grupo de productores en una región o área definida acuerdan trabajar de manera conjunta. La nomenclatura que se utiliza para designar este concepto varía. Los términos que se utilizan con mayor frecuencia son «manejo de áreas amplias» y «manejo regional», aunque también se presentan otras variantes. El manejo de áreas amplias consiste en «el manejo de la población total de las plagas dentro de un área delimitada» (Hendrichs *et al*., 2007). Asimismo, existen variaciones en la nomenclatura que especifica el área o la región de un programa de control coordinado para el PAC. El objetivo principal de los programas coordinados es disminuir las poblaciones del PAC, mitigar el riesgo de introducción y dispersión de la enfermedad y proteger los cultivos de cítricos.

En México, estas áreas se han denominado Áreas de Manejo Epidemiológico Fitosanitario (AMEFI), y operan en 22 estados productores, las cuales corresponden a áreas citrícolas donde se realizan diferentes acciones coordinadas. Los objetivos son disminuir las poblaciones del PAC, evitar la ocurrencia de reinfecciones del HLB y por ende el incremento de la carga de inóculo entre las áreas y dentro de ellas, llevar a cabo actividades de monitoreo y control químico y biológico, para evitar la reducción de la productividad en plantaciones e incrementos en los costos para su manejo. Las AMEFI están diseñadas para implementar las medidas de control de manera coordinada entre los productores a través de bloques característicamente extensos o mayores a 1,000 hectáreas, en periodos cortos de cobertura regional, en épocas biológicamente justificadas, bajo un esquema de rotación de grupos toxicológicos de insecticidas, y de ser posible, mediante el uso de agentes de control biológico, en un esquema de integrado que utiliza el monitoreo del vector y el control de focos de infestación (SENASICA 2021).

En Estados Unidos, a las áreas similares a las AMEFI se les denomina *citrus health management areas* (áreas de manejo para la sanidad de los cítricos, CHMA, por su sigla en inglés) en Florida (Singerman y Page 2016, UF/IFAS 2023), *citrus pests and disease management areas* (áreas de manejo de plagas y enfermedades de cítricos) en Texas (Sétamou 2020) y *psyllid management areas* (áreas de manejo del psílido, PMA, por su sigla en inglés) en California (Milne *et al.,* 2018). Estas áreas y sus designaciones se crearon específicamente para los esfuerzos coordinados. Sin embargo, dichos esfuerzos pueden implementarse en áreas designadas existentes (tales como los distritos de manejo de plagas), de ser apropiado. En California, los tratamientos coordinados generalmente se aplican tres veces al año dirigido a los PAC que sobrevivieron el invierno y durante los períodos de brote. El Departamento de Alimentos y Agricultura de California (CDFA, por su sigla en inglés) respalda los tratamientos coordinados por los productores mediante aplicaciones en propiedades residenciales que se encuentran cerca de la producción comercial de cítricos, si los productores cumplen con los requisitos establecidos por el programa.

## 2.2 Componentes del manejo regional

### 2.2.1 Organización

Se considera conveniente la formación de un grupo de trabajo el cual esté dedicado al manejo del HLB en cada estado o región y se integre de representantes de las entidades, instituciones, grupos de interesados y organizaciones pertinentes para guiar las actividades de manejo [por ejemplo, entidades normativas, gobierno local, representantes de la cadena y de la industria citrícola] (productores y asociaciones de procesadores de cítricos), apicultores, asociaciones de viveristas certificados e instituciones que realicen investigación en cítricos] (SENASICA 2021). Estos grupos de trabajo juegan un papel primordial en asegurar el cumplimiento de los reglamentos relacionados con el HLB y son decisivos en la implementación de estrategias de manejo en áreas amplias (Singerman y Page 2016, Stelinski *et al.,* 2022, UF/IFAS 2023).

En México, se les conoce como grupo técnico de los cítricos, el cual se encarga de analizar datos obtenidos de las acciones fitosanitarias implementadas y brinda recomendaciones en cuanto al manejo del HLB y otras plagas de los cítricos, además de los períodos de aplicación de plaguicidas en toda la región; el umbral de acción para el control del PAC y la rotación de plaguicidas. El grupo técnico también puede participar en la capacitación de los interesados, productores y otro tipo de personal técnico que forme parte de las organizaciones de extensión agrícola, instituciones estatales o federales y los productores. En cuanto a la composición del grupo técnico, por ejemplo, en México, las AMEFI están integradas por técnicos de la ONPF y del gobierno local, productores, apicultores y asociaciones de procesadores, así como el coordinador de las AMEFI, los coordinadores de las campañas fitosanitarias relacionadas con el manejo del cultivo de los cítricos, un técnico del Consejo Estatal de Productores e investigadores de instituciones que realizan investigación en cítricos en la región.

En Texas, se creó en el 2013 la Corporación para el Manejo de Plagas y Enfermedades de Cítricos (Citrus Pest and Disease Management Corporation, CPDMC, por su sigla en inglés) para abordar los asuntos relacionados con el PAC y HLB, pero posteriormente se expandió el ámbito de esta corporación para abordar todas las plagas y enfermedades de los cítricos. En California, el proyecto de ley 281 de la Asamblea y el Código de Alimentos y Agricultura de California establecieron el Comité de Prevención de Plagas y Enfermedades de Cítricos de California (CPDPC, por su sigla en inglés). El CPDPC está integrado por 17 miembros quienes representan a las industrias de frutas y viveros, los representantes regionales y al público, y trabajan estrechamente con el gobierno estatal con el fin de evaluar y guiar las actividades del manejo de plagas. El CPDMC está integrado por productores, científicos, extensionistas y personal normativo, pero está dirigido por productores.

El HLB no es solamente un problema técnico, sino que también debe considerarse desde el punto de vista económico, social, ambiental y comercial y, como tal, su manejo regional necesita la participación de todos los interesados. La unión de todas las fuerzas aumenta las posibilidades de lograrlo y reduce los costos individuales. Las funciones de algunas de las autoridades y del personal que participan en la implementación y operación del manejo regional del PAC se discuten en los siguientes párrafos.

*Función de la autoridad fitosanitaria*

Las autoridades fitosanitarias (y normativas) en el ámbito estatal y federal juegan un papel primordial en dirigir la formación de grupos de trabajo y grupos técnicos y en promover la implementación de áreas de manejo regional. También les compete la elaboración de protocolos, descripción de estrategias, definición de componentes de manejo y responsabilidades y dar seguimiento a las actividades de control regional. Estas actividades podrán incluir el monitoreo catorcenal, la programación de aplicaciones y la aplicación de medidas de control dirigidas a áreas específicas. La participación de las autoridades es esencial para la implementación y supervisión exitosa de las actividades de manejo regional.

*Función de los investigadores*

Con el objetivo de mejorar la eficacia del manejo regional, es fundamental que todos sus componentes se optimicen de manera gradual. En la estrategia de manejo se debe considerar la importancia de cada factor, incluidos los aspectos sociales, económicos, operativos, epidemiológicos y biológicos. Corresponde a los expertos en la materia identificados indicar todos los factores, establecer las prioridades de investigación y conducirlas de forma apropiada de tal forma que los resultados se apliquen de manera oportuna en campo. En cuanto a aspectos biológicos y epidemiológicos, es necesario cuantificarlos y validarlos de forma experimental (no solamente por medio de estudios de casos). Estos aspectos comprenden:

1. el entendimiento del efecto de los factores abióticos tales como el viento (intensidad y dirección), la humedad y temperatura durante el vuelo del ACP y su dispersión (Martini *et al*., 2018)
2. la evaluación de la eficacia de los insecticidas sistémicos y de contacto empleados en el control del ACP para disminuir la probabilidad de transmisión de la bacteria desde las plantas infectadas (Qureshi *et al.,* 2014)
3. la investigación de la influencia de los estadios fenológicos de las brotaciones sobre la biología y dinámica poblacional del ACP y la transmisión del HLB (Sétamou y Alabi 2018)
4. el examen de la influencia de las condiciones ambientales y la selección de portainjertos en la intensidad y estacionalidad de los brotes y la susceptibilidad de las diferentes variedades y, finalmente,
5. manejo de otras plagas que convergen en las áreas de manejo.

Al abordar estos aspectos mediante experimentos rigurosos, el enfoque del manejo regional se puede refinar aún más y optimizarse para combatir al HLB de manera eficaz.

En cuanto a los aspectos sociales del manejo regional, es de suma importancia identificar las causas de cualquier falta de cooperación. Esto es de importancia particular para los productores vecinos y su participación en la implementación de acciones de control. Si no hay cooperación entre ellos, que son los primeros que se benefician en todo el proceso, el manejo regional no resultará efectivo.

Para enfrentar este desafío, es esencial investigar y entender los factores que impiden la cooperación entre productores. Esto puede incluir el análisis de problemas tales como intereses opuestos, falta de conocimiento o entendimiento, limitaciones económicas, incompatibilidad de horarios o canales de comunicación limitados. Al identificar las barreras específicas para la colaboración, pueden elaborarse estrategias para abordarlas y superarlas.

Como señala Mamani (2013), la razón principal de la falta de colaboración es la desconfianza entre los productores para participar de manera coordinada. Se puede invitar a sociólogos, psicólogos y antropólogos para que resuelvan estos asuntos mediante el uso de métodos de extensión participativa apropiados al caso, Dentro de la operación de un programa gubernamental en México, a esta figura se le ha denominado técnico facilitador fitosanitario. También puede jugar un papel primordial el educar, capacitar e incentivar a los productores para motivarlos a participar de manera activa en las tareas de control.

*Función del personal extensionista*

La función del personal extensionista es proporcionar información a los interesados y trabajar con ellos con el fin de implementar el programa de manejo regional; crear e implementar talleres de capacitación que se centren en la identificación, el control y la supresión del HLB y del PAC y realizar actividades de divulgación con la comunidad. Durante esas reuniones es sumamente importante que el extensionista brinde retroalimentación en cuanto al éxito de las tareas coordinadas de mitigación del PAC y HLB de años anteriores. El servicio de extensión y otros recursos que estén disponibles deberían unirse para mejorar las labores actuales de divulgación pública acerca de la prevención y el manejo de plagas y enfermedades, así como brindar educación acerca de la importancia de la protección de los recursos agrícolas. Esto supone la colaboración con las instituciones de investigación, asociaciones de la industria, entidades gubernamentales y otros interesados para asegurar una labor exhaustiva y coordinada de divulgación pública.

Esta divulgación también es necesaria para exhortar a los productores de traspatio a manejar el HLB y otras plagas de los cítricos en sus jardines, y fomentar un mejor entendimiento de la forma en la que sus decisiones pueden afectar a los productores comerciales. Es importante que los productores de traspatio entiendan la necesidad de comprar plantas de cítricos producidas únicamente en viveros certificados. Ellos tienen que estar conscientes de que no deberían aceptar plantas de cítricos de otras fuentes o dar a otras personas plantas de cítricos provenientes de sus patios o jardines. Se puede mejorar el entendimiento y cumplimiento de estas directrices si se comunican eficazmente a los productores de traspatio mediante actividades de divulgación específicas. Los productores de traspatio juegan un papel primordial en la prevención de la dispersión del HLB y mediante la promoción de prácticas responsables, ellos contribuyen con el manejo global y la protección de los recursos de los cítricos.

*Función de los productores*

Para asegurar el manejo regional eficaz, los productores son los actores clave para el éxito en el manejo del HLB y su vector (PAC) y deberían participar activamente, junto con los expertos técnicos, en la evaluación de los datos recolectados. En México, desde la primera detección del HLB a la fecha se ha buscado que los productores adopten las estrategias de manejo, sin embargo, el número de productores que actualmente realizan las acciones con el acompañamiento del personal fitosanitario oficial es bajo, por lo que es necesario considerar un programa activo de capacitación. En Brasil, un sistema de alerta cooperativa funciona de tal forma que los productores publican las observaciones semanales de las trampas pegajosas y de los brotes en un sitio web el cual proporciona información de manera quincenal sobre los niveles de infestación y las recomendaciones para aplicaciones en los lugares críticos. En Florida, los productores y las entidades normativas implementaron un método de «muestreo por golpeteo» (tap) el cual brinda los datos de manera más instantánea acerca del PAC y otros artrópodos cada tres semanas y se utiliza la información para identificar los lugares críticos y coordinar las actividades de control del PAC (Qureshi y Stansly 2007, Qureshi *et al*., 2009, Stansly *et al*., 2009a).

Los productores deben estar convencidos de la importancia de asociarse para lograr la disminución de la población del PAC con aplicaciones coordinadas de insecticidas y entomopatógenos (Stansly *et al*., 2009b, Qureshi y Stansly 2010, Qureshi 2021).

En México, el papel de los productores es fundamental dentro del manejo regional del HLB y del PAC, y para ello, se prevé la concientización de los mismos a través de talleres participativos impartidos por la figura del Técnico Facilitador Fitosanitario (TFF), quien utiliza técnicas y metodologías para hacerlos partícipes y conscientes de su rol en el combate para la reducción de poblaciones del PAC, lo cual repercutirá directamente en la producción de sus huertos y en la protección de la citricultura nacional.

Los productores de las diferentes regiones se organizan para llevar a cabo las aplicaciones coordinadas en un periodo no mayor a 2 semanas, lo anterior con el acompañamiento y asesoramiento del TFF así como del personal de la campaña fitosanitaria. La definición de los periodos de aplicación regional es proporcionada por los Grupos Técnicos Estatales con base en el análisis de datos obtenidos del monitoreo del PAC y otras plagas, condiciones climáticas, fenología del cultivo, así como de reportes de pérdida de susceptibilidad del PAC a ingredientes activos. Es importante señalar que el número de aplicaciones que se realizan puede variar de acuerdo con la suficiencia presupuestaria de la ONPF o de los productores. En este sentido, se prioriza la ejecución de aplicaciones regionales con plaguicidas u hongos entomopatógenos dependiendo de la región, período, especie citrícola y plaga objetivo.

En Texas, los productores jugaron un papel decisivo en la adopción temprana de las medidas fitosanitarias puesto que ellos convencieron a sus colegas de la importancia de los programas de manejo de áreas amplias y esto llevó a una tasa de adopción de casi el 90 % de la superficie total. Por lo tanto, en la mayoría de las reuniones de divulgación los productores siempre presentan los casos de éxito que han tenido con el programa.

Uno de los problemas principales para convencer a los productores de participar en grupos de trabajo y programas de manejo regional es la expectativa de querer ver los resultados de las acciones implementadas de manera inmediata. Esto no sucederá, sobre todo tratándose de una enfermedad con las características como las del HLB [tiempo largo de incubación, síntomas estacionales y no siempre claros (especialmente si se trata de infección temprana), dificultad en el control del PAC, etc.].

Por ende, es bueno definir estrategias para incentivar la participación de los productores. El CDFA realiza aplicaciones adicionales de insecticidas en las áreas de amortiguamiento residenciales alrededor de los huertos que participan en las aplicaciones coordinadas en áreas amplias. Esta estrategia de aplicación sincronizada aumenta al máximo los beneficios de supresión del PAC para los productores participantes. Dentro de un área de manejo del PAC, se necesita un nivel alto de participación voluntaria en cuanto a las aplicaciones coordinadas en áreas amplias (90 %) con el fin de calificar para la aplicación de tratamientos en el área de amortiguamiento residencial.

Las experiencias en Florida han demostrado que la eliminación de plantas infectadas durante las etapas iniciales de la epidemia del HLB en el ámbito regional o del huerto es muy efectiva. A medida que la infección se dispersa, los productores se muestran renuentes a eliminar cantidades grandes de árboles. Por consiguiente, han adoptado una estrategia de manejo menos agresiva la cual incluye diversos enfoques tales como el mejoramiento de la nutrición, el control del PAC y el mejoramiento de la salud de la raíz, entre otros.

### 2.2.2 Participación social en el programa

La participación social, en el contexto de sanidad vegetal y del programa de control regional, se promueve a través de actividades organizadas que faciliten el entendimiento integral y la implementación de las estrategias y los objetivos del programa. Estas actividades tienen como objetivo recopilar información de primera mano y evaluar los efectos de las estrategias específicas en diferentes sitios, lo cual permite realizar un monitorio y una evaluación efectivos.

Para lograr un control regional eficaz del PAC, es de crucial importancia fortalecer las comunidades y fomentar las acciones de manera coordinada entre los productores, los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal (OASV) y otros interesados en la citricultura. Para que el control regional sea exitoso, es fundamental incentivar en los productores el compromiso de participar en las acciones mediante procesos de organización y cohesión social que permitan generar una red de trabajo con el fin de alcanzar los objetivos de las AMEFI.

Es crucial que el grupo de los extensionistas sensibilice a la comunidad y a los productores sobre el programa y sus objetivos. Para ello, es esencial que los productores comprendan que su participación no es una obligación impuesta sino una contribución indispensable y valiosa. Y que también comprendan que su participación en las acciones de vigilancia, monitoreo y control de plagas arrojará beneficios directos a su nivel de vida, lo cual los hace responsables de la protección de su patrimonio y la citricultura nacional.

Para la implementación exitosa, el personal que funja como extensionista debería poseer una combinación de experiencia de trabajo de campo, habilidades de organización, comunicación, así como conocimiento técnico de la enfermedad, su vector y el programa de control regional, con el objetivo de formular tareas de planificación estratégica, técnicas y metodologías participativas, así como estrategias para incentivar la participación social, la organización social y comunitaria. Además, es necesaria su participación en la obtención y el análisis de datos sobre los factores sociales de las áreas donde exista producción citrícola, los cuales coadyuven en la toma de decisiones para el establecimiento de programas de control regional y la operatividad de la campaña contra el HLB.

### 2.2.3 Actividades operativas

*Coordinación del programa*

La coordinación del programa de manejo de áreas amplias debería estar dirigida por la autoridad fitosanitaria (estatal, regional o nacional) o por interesados de la industria que participan estrechamente en actividades del personal de investigación y extensionista. En Texas, el éxito del programa se debe al hecho de que es una actividad dirigida por productores para beneficio de ellos. A pesar de que la comunidad científica y las entidades normativas trabajan conjuntamente para elaborar el programa, este se ha ajustado constantemente para satisfacer las necesidades de los productores y las tareas fueron guiadas por el TCPDMC, el cual es un grupo de productores. El establecimiento de áreas de manejo regional o de áreas amplias tales como las CHMA, PMA y AMEFI es crucial en la elaboración de un plan de manejo regional o de áreas amplias, seguido de la asignación de coordinadores para cada una de estas áreas de manejo, los cuales deben considerar el manejo del HLB y otras plagas de los cítricos. Es importantísimo el establecimiento de un organismo coordinador por área de manejo para asegurar el seguimiento oportuno y la permanencia del programa. Por ejemplo, en California, las áreas con productores utilizan los contactos de los productores para diseminar la información que se ha de divulgar y coordinan los tratamientos mediante el uso de plaguicidas aprobados (plan de acción de la División de Prevención de Plagas y Enfermedades de Cítricos (CPDPD por su sigla en inglés) del 2022)

*Capacitación*

Se deberían canalizar los esfuerzos en la organización de talleres de capacitación dirigidos a los productores y técnicos, utilizando para ello material que se centre en reconocimiento de síntomas, identificación del PAC, insecticidas autorizados para el manejo del PAC, buen uso y manejo de agroquímicos, organismos de control biológico, los componentes y la operación de los organismos de manejo de áreas amplias del PAC y HLB (por ejemplo, las AMEFI, el CPDMA, las CHMA y PMA). Además, es primordial realizar sesiones de capacitación para los capacitadores mismos y facilitar reuniones de coordinación entre los investigadores, el personal extensionista y los productores. Se requieren los contactos de los productores de California como parte de su tarea de coordinación de seminarios, así como la coordinación de las aplicaciones oportunas de plaguicidas (plan de acción del CPDPD del 2022).

*Comunicación y divulgación*

Uno de los aspectos más importantes de un programa de manejo es el establecimiento de una estrategia de divulgación y comunicación, la cual se centre en la elaboración de materiales de capacitación para el manejo del HLB y del PAC de tal forma que se pueda informar a los productores, propietarios de viveros, su personal y al público. En California, el gobierno estatal contrata a un coordinador de divulgación de los medios de comunicación el cual promueve y difunde los conocimientos acerca de las plagas de cítricos y las actividades manejo a los funcionarios elegidos, la industria citrícola y el público. El uso de las redes sociales y los sitios web es esencial para brindar información al público acerca del HLB y su vector. El uso de publicaciones de extensionistas junto con revistas comerciales y literatura científica son herramientas de información y capacitación importantes para los interesados. Se puede lograr la detección temprana del PAC y el HLB mediante el énfasis en la educación del público y los interesados, lo cual contribuye en última instancia al manejo eficaz.

Los sitios web mantenidos por los grupos de trabajo ayudarán con el manejo de los datos y la diseminación de la información. Dichos sitios web pueden ofrecer recursos valiosos tales como calendarios de tratamientos y recomendaciones de plaguicidas los cuales pueden asistir con prácticas eficaces de manejo.

### 2.2.4 Priorización de las áreas de control

Idealmente, las áreas regionales de control del PAC deberían establecerse en toda el área nacional de producción comercial citrícola, con lo cual se otorga autonomía y se delega responsabilidad económica y operativa a los productores. Esta estrategia sumamente compleja debería visualizarse como una meta a largo plazo.

La autoridad fitosanitaria debería impulsar de manera prioritaria el establecimiento de áreas amplias de manejo del PAC y HLB en regiones con condiciones conducentes a brotes de HLB. Se deberían considerar los siguientes criterios biológicos y epidemiológicos cuando se evalúen tales condiciones: (1) abundancia de hospedero; (2) susceptibilidad del hospedero; 3) barreras geográficas y distancia entre sitios (como fuentes de infección); (4) carga del inóculo y (5) factores climáticos y 6) número de sitios con detecciones positivas previas y actuales y distancia entre sitios (como fuente de infección). Estos criterios formarán la base para la toma de decisiones en cuanto al tamaño, la forma y superficie del área de control, así como el número de productores participantes y otros factores pertinentes.

En California, las áreas de manejo del PAC se han diseñado para optimizar la comunicación entre el contacto regional de productores del CPDPD, los líderes locales del equipo que son voluntarios y el grupo de productores con huertos comerciales de cítricos ubicados dentro de cada área de manejo del PAC. Se establecen límites en las áreas de manejo del PAC para limitar el número de productores (25 a 30 en las áreas del centro norte) o el área bajo producción (<2,000 acres en las áreas del sur) en cada área de manejo del PAC.

Además de los criterios indicados anteriormente, la determinación del número y la ubicación de las áreas regionales de control toman en cuenta las consideraciones prácticas tales como la disponibilidad de la infraestructura, los recursos humanos y económicos en los estados citrícolas. El nivel deseado de supresión también es un factor decisivo. Este elemento dinámico permite priorizar las áreas regionales de control del PAC según el nivel de riesgo municipal. La incorporación de enfoques epidemiológicos permite proporcionar criterios racionales para el establecimiento de áreas regionales de control del PAC con base en los principios de prevención y protección para el sector productivo mexicano.

### 2.2.5 Monitoreo

*Trampeo*

Se utilizan trampas verde lima o amarillas para medir las poblaciones del PAC en el ámbito regional y por especie hospedera. Estas trampas cumplen varias funciones, entre ellas: 1) evaluar la eficacia de las aplicaciones regionales totales de control químico y las liberaciones biológicas; 2) determinar los períodos óptimos para las aplicaciones regionales; 3) disminuir al mínimo las aplicaciones innecesarias de tratamientos e 4) identificar brotes del insecto por huerto (focos de infestación). En un estudio comparativo que se realizó con Brasil y Texas, el uso de trampas fue el método más sensato para detectar las poblaciones bajas del PAC y comparar la eficacia de los diferentes tratamientos (Miranda *et al*., 2018). Los datos deberían recolectarse semanal o quincenalmente y enviarse a un punto céntrico para su procesamiento. Se recomienda utilizar sistemas informáticos que almacenen los datos y permitan el análisis para la toma de decisiones en los diferentes niveles (a saber, estatal, por huerto). Para que el trampeo sea más eficaz, las trampas pueden colocarse en los márgenes de los huertos en donde se concentran las poblaciones del PAC (Sétamou y Bartels 2015).

En el caso de México se diseñó e implementó un sistema de monitoreo para el PAC fundamentado en el trampeo (denominado SIMDIA) (véase http:[//www.siafeson.com/simdiatecnicos/](http://www.siafeson.com/simdiatecnicos/)). Dicho sistema brinda información sobre los niveles de infestación del PAC en el ámbito nacional, estatal, por AMEFI, huerto y trampa, lo que facilita la toma oportuna de decisiones en los diferentes niveles. El sistema SIMDIA permite la toma oportuna de decisiones mediante el ajuste de las aplicaciones regionales de plaguicidas que se han programado, las intervenciones dirigidas en áreas con poblaciones crecientes del insecto y la aplicación de estrategias fundadas de manejo.

Esta actividad se realiza de manera catorcenal y consiste en revisar cuatro brotes tiernos por árbol, uno en cada punto cardinal (N, S, E y O), los cuales deberán estar localizados a la altura de la persona que esté realizando la actividad. Derivado de esta actividad se cuantificará la cantidad de ninfas y adultos de PAC y se determinará el tamaño de dichos brotes. Los datos obtenidos serán útiles para conocer la fluctuación poblacional del PAC en el huerto, el cual causa la infección primaria, por otro lado, para determinar el período oportuno para realizar su control y con ello mitigar el riesgo de dispersión a zonas sin presencia de la enfermedad y; por otro lado, en zonas con presencia del HLB evitar la generación de infecciones secundarias.

En California, se colocan las trampas en los huertos y en las áreas adyacentes para detectar la presencia del PAC y guiar la aplicación de plaguicidas.

*Golpeteo*

El muestreo por golpeteo es un método eficaz para monitorear las poblaciones moderadas a altas del PAC (Qureshi y Stansly 2007, Qureshi *et al*., 2014, Monzo *et al*., 2015). En EE. UU. se recomienda realizar un monitoreo rutinario mediante la aplicación de 100 golpeteos por bloque de cualquier tamaño, tomados en grupos de 10 bloques por ubicación en 10 ubicaciones distintas, cinco en la periferia y cinco en la parte interior del bloque (Monzo *et al*., 2015). Este protocolo brinda los números de la población con aproximadamente 25 % de precisión hasta casi un PAC por 10 trampas. También se recomienda que se inspeccionen 10 brotes tiernos por sitio, si estuvieran disponibles, para determinar el porcentaje de infestación y la densidad de brotes (Sétamou *et al.,* 2008). En cambio, las poblaciones muy bajas se detectan de una mejor forma utilizando tarjetas pegajosas o métodos de muestreo al vacío.

El programa de sanidad de los cítricos (Citrus health response program, CHRP, por su sigla en inglés) adaptó la muestra del golpeteo en Florida con la meta de monitorear 6,000 «multibloques» cada tres semanas. Se toman cincuenta muestras por golpeteo, 10 en cada uno de los cuatro extremos cardinales del bloque y 10 en el centro. Esta información se sube al sitio web de las áreas de manejo de las CHMA en donde está disponible para el propietario de multibloques y a quien él o ella designe. Los datos también se incluyen en un mapa y se ponen a disposición de los miembros que participan en el CHMA y otros para registrar gráficamente el avance de la vigilancia y las densidades de población del PAC en los huertos.

En Texas, se utiliza una combinación de trampeo, muestreo por golpeteo y observación visual en 200 huertos centinelas cada dos semanas para monitorear la población del PAC y determinar los niveles de infestación.

En el caso de México, esta actividad se realiza debido al surgimiento de un brote obtenido a través del monitoreo directo, con el objetivo de delimitar brotes del PAC y realizar aplicaciones localizadas, ya que los focos pudieran estar delimitados por un grupo de árboles o áreas como cabeceras de huertas y periferias de estas. La idea es proteger la fauna benéfica, evitar el incremento de plagas secundarias y reducir costos en el control. Consiste en dar tres golpes en sucesión rápida sobre una rama con brotación o que presenta hojas tiernas, a una altura aproximada de 1 a 1.5 metros. Los insectos que resulten desplazados caen sobre una hoja blanca, lo que da oportunidad de cuantificarlos. Los datos se registran en una plataforma digital que permite la toma de decisión respecto al control.

En México, con el objetivo de determinar el efecto de las aplicaciones regionales en la carga de inóculo del PAC, se colecta una muestra de hasta 100 adultos en cada AMEFI, una semana antes de cada aplicación regional y otra muestra al mes de haber concluido dicha aplicación. Este monitoreo solo aplica para las AMEFI en donde se tiene presencia del HLB. Esta actividad adquiere mayor relevancia en áreas donde la enfermedad es endémica, considerando al PAC como una fuente de inóculo activo, permitiendo el establecimiento de umbrales regionales de acción que mitiguen la diseminación de la enfermedad a zonas de baja incidencia.

*Observación visual*

Desde el 2010, APHIS PPQ ha realizado observaciones visuales de las densidades de ninfas por brote con el fin de monitorear el impacto de las actividades de control biológico contra el PAC.

*Detección de brotes del HLB y determinación del nivel de infección*

Para detectar la presencia de la bacteria de HLB se realiza una búsqueda de síntomas en plantas y tejido de planta y se recolectan los insectos para realizar el diagnóstico en el laboratorio. Se considera valiosa la búsqueda del HLB si la incidencia es lo suficientemente baja para justificar la eliminación de los árboles sintomáticos. Los productores consideran que la incidencia de más de 3 a 4 % al año es muy alta para justificarla económicamente. En Texas, los productores continúan eliminando activamente los árboles infectados durante el establecimiento del huerto (desde que se plantan hasta que llegan a los 3 años). Sin embargo, los árboles afectados por el HLB pocas veces se eliminan en huertos en fructificación. La inspección del HLB con fines de detección y eliminación necesita realizarse con frecuencia: por lo menos cuatro veces al año. Los inspectores deben estar capacitados para reconocer los árboles sintomáticos y contar con el equipo para inspeccionar árboles grandes a una altura suficiente. California utiliza una vigilancia fundamentada en el riesgo para el HLB en áreas residenciales. El riesgo se determina mediante diversos factores tales como información sobre viajes internacionales, la densidad del PAC, la densidad del *C*Las además del PAC, las fuentes posibles del PAC, los corredores de transporte, las empacadoras, los mercados de agricultores, las instalaciones militares y los terrenos soberanos, los cítricos orgánicos y la idoneidad del suelo. Con la aplicación de estos factores de riesgo, se determina el riesgo total de cada cuadrante de milla cuadrada lo cual da lugar a una densidad de trampeo recomendada (Plan de acción del CPDPD del 2022).

Si el objetivo es evaluar la eficacia de los programas de manejo o brindar información sobre tasas de detección positiva del HLB, podría ser valioso dedicar tiempo para estimar la incidencia del HLB. Un método sencillo es contar el número de árboles sintomáticos entre los 50 o 100 árboles en algunos o todos los bloques que se monitorean por la presencia del PAC.

Cabe reconocer que es probable que las muestras inconcluyentes o sospechosas (a saber, aquellas con cualquier detección mensurable mediante reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (qPCR), que excedan los Ct umbrales) estén infectadas de Laberibacter pero tal vez no cumplan con los requerimientos para un diagnóstico conclusivo. Tales casos deberían monitorearse de cerca como parte de la vigilancia continua. En California, las propiedades que tienen muestras de plantas inconcluyentes se vuelven a muestrear seis meses después de que se confirme la identificación por parte del laboratorio (Plan de acción de la CPDPD del 2022).

### 2.2.6 Uso racional de insecticidas

Tanto en las aplicaciones regionales como en la atención de focos de infestación detectados mediante monitoreo, se deben utilizar los insecticidas que cuentan con registro por la autoridad competente para su uso específico contra el PAC y el cultivo de cítricos, para lo cual se sugiere el protocolo de las AMEFI utilizado en México (https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-plagas-reglamentadas-de-los-citricos-69755) el cual hace énfasis en la rotación de diferentes grupos toxicológicos para el manejo de la resistencia y para evitar la emergencia de plagas secundarias, como la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915). El protocolo de California para el tratamiento contra el PAC consiste en realizar un tratamiento doble el cual incluye una aplicación foliar de efecto inmediato y un tratamiento sistémico para lograr una protección duradera y prolongada [https:](https://ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/asian-citrus-psyllid/)[//ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/asian-citrus-psyllid/](https://ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/asian-citrus-psyllid/)).

Para el manejo de la resistencia y la buena administración del plaguicida, los productores no deberían utilizar un solo tipo de insecticida para el control del PAC; es necesario realizar una buena rotación del modo de acción del IRAC en los programas de control del PAC durante toda la temporada.

El control del PAC con químicos proporcionará ventajas en cuanto a un rendimiento mayor, aun si la incidencia del HLB alcanza el 100 % (Chen *et al.,* 2022). Sin embargo, según esas condiciones, un enfoque de umbral durante la temporada de crecimiento probablemente sea más eficaz en función del costo que las aplicaciones mensuales. El insecticida que se escoja dependerá de la presencia de otras plagas objetivo al momento de la aplicación con el objetivo de hacer eficiente uso de los recursos del productor; por otro lado, se recomienda rotar el modo de acción y el tipo de plaguicida. No se recomienda realizar aplicaciones consecutivas del mismo insecticida. El químico que escojan dependerá de varios parámetros incluido lo que se ha estado utilizando durante la temporada para no exceder la cantidad máxima permitida; el intervalo precosecha puesto que las aplicaciones en estado latente se realizan durante la temporada de cosecha y los costos que el productor considere razonables.

El PAC no es una plaga endémica en la mayoría de las áreas de California. El departamento estatal de agricultura aplica un tratamiento con insecticida foliar y sistémico a todos los hospederos residenciales que se encuentren a 250 metros de la detección del HLB, y también los que se encuentran de 50 a 400 metros de la detección del PAC fuera de las áreas que están generalmente infestadas. El control con químicos que se aplica es puntual y ayuda a disminuir o eliminar las poblaciones del PAC. Además de las aplicaciones durante la temporada de crecimiento, en regiones en donde se han establecido los PAC, las Directrices de manejo de plagas de cítricos de la Universidad de California también recomiendan la aplicación en huertos durante el otoño y el invierno (UCANR 2022).

*Aplicaciones coordinadas de insecticidas*

Cuando los productores se organizan en áreas regionales o áreas amplias de manejo (tales como las AMEFI, el CPDMA, las CHMA o PMA) las aplicaciones de insecticidas pueden coordinarse de manera eficaz. Puede haber un coordinador establecido en cada área de manejo que servirá para dar a conocer a cada productor el momento de las aplicaciones teniendo en cuenta que los niveles poblacionales del PAC serán un factor importantísimo en la forma de programar las aplicaciones. En cada área, se exhortará a todos los productores a realizar las aplicaciones en sus huertos con un intervalo de dos semanas.

Los brotes de plaga se presentan cuando los productores no responden inmediatamente durante un ciclo de brotación vegetal o cuando los huertos están muy cerca de los sitios residenciales con abundancia de árboles de cítricos, desde donde pueden desplazarse los PAC adultos a los huertos comerciales (Sétamou *et al*., 2022). En estos casos, las aplicaciones dirigidas se pueden realizar con un volumen bajo o reducido o se pueden realizar varias aplicaciones.

Muchos productores han adoptado el programa de tratamiento de los márgenes de los huertos específicamente entre los ciclos principales de brotación. Dicho programa previene la incursión del PAC al huerto (Sétamou y Alabi 2018). Su éxito depende de un buen programa de monitoreo para detectar a los adultos antes de que inicie una nueva generación del insecto. Mediante el monitoreo proactivo y la aplicación apropiada de tratamientos, los productores pueden disminuir considerablemente el riesgo de infestación del PAC y disminuir al mínimo el efecto en sus huertos.

Para prevenir incursiones adicionales del PAC en huertos que participan en tratamientos coordinados en California, el CDFA también aplica insecticidas a cítricos que se producen en una zona de amortiguamiento entre 250 y 800 metros alrededor de los huertos. Los tratamientos del CDFA en las áreas de amortiguamiento residenciales se coordinan con los tratamientos a los huertos para alejar las poblaciones del PAC de los huertos.

Los programas de control del PAC forman parte de un enfoque de control de múltiples plagas. Aunque se realizan aplicaciones específicas para esta especia, la mayoría de las aplicaciones son mezclas de plaguicidas cuyo objetivo son todas plagas que están presentes en el huerto al momento de la aplicación. Esta estrategia de control de múltiples plagas evita el riesgo de brotes secundarios de otras plagas. Cuando la meta de producción es el mercado de frutas frescas, los productores deberían ser muy cautelosos con el uso de insecticidas de amplio espectro, ya que presentan el riesgo de que surjan otras plagas (por ejemplo, escamas, ácaros) o que queden residuos químicos en la fruta. El éxito del programa de manejo de área amplia del PAC en Texas se debe parcialmente a la mezcla acertada de plaguicidas que tienen como objetivo las plagas y enfermedades que estén presentes en los huertos al momento de la aplicación, lo cual disminuye de esta manera el número de aplicaciones durante el año.

No es conveniente aplicar tratamientos a los árboles con químicos de amplio espectro durante la época de brotación puesto que estos afectarán a los enemigos naturales y a los polinizadores. Sin embargo, las aplicaciones dirigidas a los ciclos de brotación han demostrado que causan disminuciones considerables de las poblaciones del PAC y podrían ser útiles en regiones en donde el control biológico sea menos efectivo (Qureshi, inédito). Los productores deberían monitorear activamente las poblaciones de adultos y ninfas del ACP durante el ciclo de brotación y realizar aplicaciones si persiste una tendencia creciente de las poblaciones en un período de tres semanas. Este enfoque asegura que se preserven los insectos benéficos mientras se manejan eficazmente las poblaciones del ACP.

Investigaciones han demostrado que las poblaciones del PAC pueden moverse entre dos hábitats (Setamou, *et al*., 2022) lo cual da lugar a la reinfestación de huertos comerciales. La aplicación de un tratamiento en un área de amortiguamiento residencial, cuando sea factible y de maneja coordinada entre la entidad normativa (entidad federal, estatal o local) y los productores, podrá brindar protección a los huertos comerciales. El tratamiento en un área de amortiguamiento residencial, junto con el tratamiento comercial, ayudará a controlar las poblaciones del PAC y por ende, disminuirán al mínimo la reintroducción. California ha implementado tratamientos aledaños a los huertos comerciales si los productores cumplen los requisitos para recibir estos tratamientos adicionales en las zonas de amortiguamiento residencial (Plan de acción del CPDPD del 2022).

### 2.2.7 Control biológico

El control biológico es una estrategia que juega un papel importante en la reducción de la densidad poblacional del PAC, además de que su uso coadyuva a disminuir el deterioro ambiental y el desequilibrio del control natural de plagas agrícolas utilizando agroquímicos. Entre los agentes disponibles contra el PAC se encuentran los depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos.

En algunas zonas y sitios dentro de la estrategia de manejo de áreas amplias, podría ser difícil realizar aplicaciones químicas, por ejemplo, en huertos abandonados o en sitios donde no utilizan químicos, como en el caso de productores orgánicos que únicamente utilizan productos aprobados por el Instituto de Revisión de Materiales Orgánicos (OMRI por su sigla en inglés). En ambientes urbanos donde los propietarios residenciales tienen árboles de cítricos, los tratamientos químicos resultan costosos y no siempre son factibles o aceptables. En estos casos, el uso, la conservación, producción masiva y liberación de insectos entomófagos resulta especialmente útil. El control biológico no es una solución a corto plazo, pero contribuye al manejo sostenible de las poblaciones del PAC.

En California, el departamento estatal de agricultura se encarga de la cría de *Tamarixia radiata*, una avispa sin aguijón, en laboratorios especializados para cría. Estos parasitoides se liberan como parte de un sistema de manejo de plagas en áreas alrededor de las detecciones del HLB, cerca de la frontera de California-México, y en otras áreas residenciales para apoyar los tratamientos químicos.

#### 2.2.7.1 Control biológico con artrópodos

Entre los depredadores para el control del PAC resultan sumamente eficaces las crisopas adultas y asimismo sus ninfas debido a su gran capacidad de alimentación y disponibilidad comercial. *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) también es un depredador preferido (Qureshi y Stansly 2009, Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). Los depredadores de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) tienen potencial para utilizarse como reguladores de poblaciones de ninfas del PAC (Qureshi y Stansly 2009, Cortéz-Mondaca *et al.,* 2011, Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). La mariquita de dos puntos *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) (Khan *et al.,* 2016) es el depredador preferido para ninfas de PAC. *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encytidae) (Bistline-East *et al.,* 2015) muestra afinidad extrema al PAC. Un ácaro depredador, *A. herbicolus* (Kalile *et al*., 2023), suprime las poblaciones del PAC en plantas con polen y sitios de oviposición.

Cabe destacar que, para controlar las poblaciones del PAC, los agentes de control biológico deben tener ciertas características biológicas: ser específicos al hospedero; tener sincronía fenológica con el PAC; poder aumentar su densidad rápidamente acorde como lo hace el PAC; necesitar solo al PAC para completar su ciclo de vida; tener una tasa de búsqueda elevada para el PAC; agruparse en áreas de alta densidad del PAC (Murdoch *et al*., 1985). Entre los parasitoides, *Tamarixia radiata* muestra ventajas importantes tales como su alto nivel de parasitismo en ninfas del PAC y su excelente capacidad para buscar y alimentarse de las ninfas de su hospedero. Estas características convierten a *T. radiata* en un candidato excelente como agente de control biológico en huertos abandonados o aquellos con poco manejo (Aubert 1987, Étienne *et al*., 2001, Skelley y Hoy 2004, Chow y Sétamou 2022, Milosavlievic *et al.,* 2022). Este parasitoide se ha importado y liberado en los programas de control de PAC/HLB en las islas de Reunión y en Taiwán (Étienne y Aubert 1980, Chien 1995, Hall 2008, Qureshi *et al.,* 2009), así como en Florida, California, Luisiana, Puerto Rico y Texas, Estados Unidos (Hoy y Nguyen 2001, Qureshi *et al*., 2014, Kistner *et al*., 2016, Flores y Ciomperlik 2017, Chow y Sétamou 2022). *T. radiata* está presente de manera natural en México (Sánchez *et al*., 2015) y Ecuador (Chavez *et al*., 2017), a pesar de que no hay registros de alguna introducción oficial llevada a cabo. México ha implementado liberaciones aumentativas en varias partes del país.

En Florida, los cítricos en propiedades residenciales resultan problemáticos debido a los patrones irregulares o la falta de aplicación de plaguicidas. Sin embargo, el efecto sobre las poblaciones de PAC es leve comparado con el efecto de los huertos abandonados y sin manejo (Hall D., com. pers.). Texas y California comparten el riesgo de la dispersión del PAC desde vecindarios urbanos, donde se encuentran muchas variedades de árboles de cítricos, a las áreas citrícolas comerciales cercanas (Sétamou *et al.,* 2022, Arredondo 2013). En la mayoría de los casos, el PAC se mueve de los cítricos residenciales a los comerciales y no a la inversa, debido a la abundancia y cantidad de material hospedero (Sétamou *et al*., 2022). Si se dejan sin manejo, las poblaciones del PAC en áreas residenciales pueden actuar en contra de la eficacia de los programas regionales o de áreas amplias de manejo tales como las AMEFI. El control del PAC en el ambiente urbano debe respaldarse con control biológico; es el método más práctico y aceptable puesto que hay muchos desafíos para financiar los tratamientos químicos.

*Liberación de parasitoides*

Las liberaciones de *T. radiata* deberían realizarse durante todo el año en cítricos que están brotando e infestados de ninfas. El número de parasitoides debería depender de la población de ninfas del PAC y considerar la capacidad de producción del insectario. Por ejemplo, en Texas se han liberado entre 100 y 500 parasitoides por sitio. Las liberaciones se hacen en parques recreativos y sitios residenciales, así como en áreas con material hospedero que se encuentran a una milla (1.6 km) de distancia de los huertos comerciales. Según se informa, las tasas de parasitismo han sido mucho más elevadas en un radio de cinco millas (8.1 km) que en otras partes del sur de Texas. Un método alternativo es el que utiliza el APHIS PPQ tanto en Texas como en California en donde se utilizan jaulas de campo para cubrir del todo a árboles grandes de cítricos en ambientes urbanos. Estas jaulas permiten la producción y liberación de un volumen *grande* de parasitoides directamente en el sitio de liberación (Daniel Flores, com. per.). En Florida, dichas liberaciones realizadas en los huertos convencionales han demostrado ser útiles puesto que mejoran las tasas de parasitismo (Qureshi y Stansly 2019).

Para el caso de México, de acuerdo con los datos de infestación de ninfas de PAC por brote en zonas urbanas, se liberan 100, 200 o 400 parasitoides cada 100 metros; para el caso de huertos comerciales y huertos abandonados, en función del grado de infestación de PAC, se liberan desde 1,400 hasta 7,000 parasitoides/ha.

*Liberación de parasitoides en huertos sin manejo*

Las liberaciones de *T. radiata* pueden realizarse en cualquier época del año, siempre y cuando los huertos sin manejo cuenten con presencia de huevecillos o cualquier estadio ninfal del PAC y las temperaturas fluctúen entre los 20 y 35 °C (Sánchez- González *et al*., 2015). Se recomienda que la tasa de liberación sea de 400 parasitoides/ha (Sánchez-González *et al*., 2011b). Con esta dosis la población de ninfas de PAC (tercer a quinto estadio) se puede llegar a reducir hasta un 92.6 % después de cinco meses de liberaciones semanales (Sánchez-González *et al*., 2011a). Los estudios sobre la dispersión de *T. radiata* demuestran que presenta dispersión en agregados, con tendencia a desplazarse a favor del viento, por lo cual es importante considerar la dirección y velocidad del viento previo a la liberación (Sandoval-Jiménez *et al*., 2013).

*Liberación de parasitoides en áreas urbanas*

Hay una preocupación creciente de parte de la industria citrícola de que el PAC se está dispersando desde huertos abandonados y zonas urbanas a los huertos comerciales. Por ende, es crucial el manejo del PAC en estas áreas con el fin de prevenir infestaciones adicionales y proteger los huertos. En zonas urbanas, se recomienda una dosis de liberación de 100 parasitoides cada 50 a 100 metros lineales según el grado de infestación; es decir, si se observan más de 20 ninfas por brote deberían liberarse 100 parasitoides cada 50 metros (CNRCB 2011). De igual manera que en huertos sin manejo, las liberaciones en áreas urbanas pueden realizarse en cualquier época del año siempre que el PAC esté presente en el huerto y las temperaturas se encuentran entre los 20 y 35 ºC. La efectividad de *T. radiata* sobre ninfas del PAC liberadas en zonas urbanas alcanza hasta un 71 % de parasitismo (Moreno-Carrillo *et al.,* 2012).

#### 2.2.7.2 Control biológico mediante hongos entomopatógenos

En huertos comerciales donde los métodos de control se basen en el uso de aplicaciones de insecticidas químicos, se podrán considerar aplicaciones de hongos entomopatógenos como una alternativa más inocua para el medio ambiente (Maluta *et al.,* 2022). Respetando el tiempo de persistencia de los productos químicos, estos entomopatógenos podrán utilizarse en rotación con los mismos, cuando las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. Se deberían realizar investigaciones y pruebas de laboratorio para determinar cuáles especies y cepas de hongos entomopatógenos son adecuadas para las distintas regiones citrícolas, ya que la elección de la cepa que se utilice dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas de validación (Sánchez *et al*., 2015).

Para el caso de México, la estrategia en las AMEFI incluye el uso de cepas de especies de *Cordyceps javanica* (anteriormente *I. fumosorosea*) (cepas candidatas *CNRCB-CHE 303, 305 y 307* anteriormente *Pf15, Pf17 y Pf21*) y *Metarhizium anisopliae* (CHE-CNRCB 224, anteriormente Ma59) (Mellín-Rosas *et al*., 2009, Ayala *et al*., 2015). Dichas cepas se mantienen en la Colección de hongos entomopatógenos de la Dirección General de Sanidad Vegetal del SENASICA.

Los programas de manejo de áreas amplias en Texas y Florida han demostrado que el PAC puede controlarse eficazmente mediante aplicaciones de insecticidas durante la temporada de invierno y antes de que comiencen los ciclos principales de brotación (Stansly *et al*., 2009b, Chow *et al*., 2013, Wright 2015, Saldarriaga Ausique *et al*., 2017, Sétamou 2020). Sin embargo, las poblaciones del PAC en Florida se están haciendo menos susceptibles a algunos insecticidas (Kanga *et al*., 2016, Chen y Stelinski 2017), y el uso de hongos entomopatógenos causa menos daños adversos a la salud humana y al medio ambiente (Chow *et al*., 2013). El PAC es susceptible a varios hongos entomopatógenos en Estados Unidos. *Cordyceps javanica* mostró resultados positivos en el sur de Texas. En un estudio, 94 % de los PAC adultos y ninfas murieron cuatro días después de la infección (Chow *et al*., 2013). En Florida, *C. javanica* solo o mezclado con aceite suprimió a las poblaciones adultas del PAC en un 61 a 83 % hasta 14 días después del tratamiento (Avery *et al*., 2021).

*Aplicación de hongos entomopatógenos*

En los huertos comerciales que reúnen las condiciones de temperatura (22 a 28 °C) y humedad relativa (>80 %) (Zimmermann 2008), se podrán realizar aplicaciones de hongos entomopatógenos en toda el área. En México se prevé que estas condiciones ambientales se puedan presentar en los períodos de noviembre a diciembre y de enero a febrero; no obstante, debería evaluarse el período específico y la eficacia de la aplicación previa implementación en el campo. En general, las aplicaciones de hongos entomopatógenos se realizarán en una concentración de 1 x 107 conidios por ml. La cantidad que ha de emplearse por hectárea dependerá de la cantidad de agua que se requiera para cubrir la superficie. Si después de la aplicación se detecta población remanente de PAC, es imprescindible hacer una segunda aplicación 10 días después, pero únicamente en áreas con presencia de PAC y que reúnan las condiciones ambientales. Se sugiere realizar las aplicaciones en horas de la tarde (después de las 16:00 horas) debido a que la supervivencia es mejor bajo condiciones de temperatura y humedad relativa presentes después de esa hora. Es importante considerar que para la aplicación de hongos entomopatógenos es necesario utilizar equipos que permitan que todo el follaje infestado quede asperjado para incrementar la probabilidad de infección, a la vez que se garantice la dosis de 1 x 107 conidios por ml. El equipo debería estar libre de residuos de fungicidas, insecticidas, fertilizantes y herbicidas. La mezcla preparada debería aplicarse en su totalidad el mismo día que se prepara.

Para el manejo eficaz del HLB y su vector, se necesita un enfoque integrado el cual abarque el control químico y biológico y la utilización de hongos entomopatógenos. Estas estrategias deberían adaptarse a condiciones específicas, tal como el tipo de huerto y los niveles de infestación. Los programas de manejo de áreas amplias han demostrado ser exitosos en el control de las poblaciones del PAC, mientras que los agentes de control biológico como *Tamarixia radiata* y los hongos entomopatógenos ofrecen alternativas inocuas para el medio ambiente. El monitoreo continuo, las aplicaciones oportunas, y la coordinación entre productores son cruciales para el manejo eficaz del PAC y la prevención de su dispersión a los huertos comerciales desde las áreas abandonadas y urbanas.

### 2.2.8 Inspección y eliminación de árboles para erradicación del huanglongbing

La eliminación de árboles infestados con HLB y la orden de eliminación de árboles en propiedades que rehúsan el corte de árboles, es un trabajo delicado en California, que se realiza para proteger la sanidad de cítricos en áreas residenciales vecinas y prevenir la dispersión a huertos comerciales. Para el establecimiento de las áreas de delimitación del HLB, el CDFA exige la eliminación de todos los árboles positivos para HLB confirmados mediante la prueba de qPCR. Conforme a la Proclamación de emergencia establecida por ese departamento, el mismo está autorizado a tomar dichas medidas de conformidad con lo establecido en el Código de Alimentos y Agricultura, apartado 5763, para erradicar el HLB. Si el residente no programa la eliminación, el personal del departamento y el encargado local del cumplimiento de la ley emiten la orden de eliminación para obtener acceso a la propiedad y eliminar el árbol infectado.

# 3.0 Herramientas adicionales para el manejo del huanglongbing y su vector

La siguiente información se ha adaptado del Resumen ejecutivo del informe del Grupo de trabajo técnico sobre «*Area-wide control of asian citrus psyllid* (*Diaphonia citri*)», (Área amplia de control del psílido asiático de los cítricos (*Diaphonia citri*) (USDA 2009).

## 3.1 Manejo cultural

Se recomienda utilizar las siguientes tácticas, según corresponda, en la elaboración de programas de control en áreas amplias:

* + - eliminar árboles sintomáticos para disminuir el inóculo
		- eliminar huertos abandonados
		- exhortar a residentes de las zonas urbanas a reemplazar las plantas hospederas del PAC con plantas no hospederas en sus jardines o, si eso no resulta, tendrían que controlar al PAC. Hay que ser cauteloso cuando se escoja una planta nueva para evitar atraer otras plagas de importancia.
		- dar manejo a los cítricos y otros hospederos tales como la limonaria (*Murraya paniculata*) y severinia (*Severinia buxifolia*) mediante liberaciones del parasitoide *T. radiata* (especialmente en áreas urbanas)
		- manejar la brotación para limitar la reproducción del PAC a dos veces por año, lo cual disminuiría considerablemente sus poblaciones
		- plantar nuevos bloques de cítricos de tal forma que se reduzca la proporción relativa de los árboles de los márgenes con respecto al área dentro del huerto
		- ajustar las prácticas de producción tales como fertilización y riego para asegurar la obtención de un sistema radicular vigoroso en los árboles.

## 3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión

* + - La ONPF, los grupos estatales, regionales, locales y de la industria deberían elaborar y diseminar la información apropiada al público y a otros interesados: prensa agrícola, jardineros residenciales (árboles de traspatio), gobierno tribal, empacadores y expedidores, trabajadores migrantes de granjas, personas que pueden transportar la fruta o las plantas de un lugar a otro, personal de mercados de agricultores, personal de mercados de flores y personal de tiendas étnicas de abarrotes.
		- Los extensionistas deberían diseminar la información apropiada mediante mecanismos establecidos en cada estado o área.
		- Sería esencial brindar información a todos los productores comerciales, empacadores, productores urbanos, entre otros, acerca de la importancia y el período del programa de control en áreas amplias.
		- Los informes a los residentes urbanos y los interesados en el programa de áreas amplias que ofrezcan detalles acerca de la presencia de cualquier psílido, brindarán información a los extensionistas y los funcionarios normativos acerca del PAC en áreas nuevas.
		- Se recomienda motivar la participación de los residentes urbanos u otros interesados, especialmente cerca de huertos comerciales, para fomentar su participación en programas de control biológico.

## 3.3 Vigilancia en propiedades residenciales y huertos comerciales

California utiliza vigilancia fundamentada en el riesgo en propiedades residenciales y en huertos comerciales para la detección temprana del HLB. El CDFA utiliza las siguientes estrategias para realizar la vigilancia:

* El modelo de vigilancia basada en el riesgo se utiliza para determinar los cuadrantes del riesgo alto, mediano y bajo para introducción y establecimiento del HLB (cada uno abarca una milla cuadrada) en todo el estado. Las aportaciones al modelo incluyen el historial de detecciones del PAC y HLB, los datos de viajes internacionales, los corredores para el transporte de cítricos, los viveros de plantas con cítricos, los hipermercados, los empacadores, los mercados de agricultores, las instalaciones militares, las tierras de indígenas estadounidenses y los huertos de producción orgánicos.
* El CDFA asigna a su personal para realizar vigilancia anual en los cuadrantes identificados con riesgo alto de introducción y establecimiento del HLB. Además, la vigilancia también se lleva a cabo en los cuadrantes cercanos a los huertos comerciales o en áreas de menor riesgo para dar cuenta de la tendencia del modelo.
* Cada cuadrante asignado tiene un objetivo específico y abarcan de 5 a 200 propiedades según el nivel de riesgo y la densidad de árboles residenciales que se encuentren dentro del cuadrante. La vigilancia de un número suficiente de propiedades dentro del cuadrante, aumenta considerablemente la probabilidad de que el CDFA identifique un árbol infectado con HLB. Este enfoque permite realizar una búsqueda más exhaustiva y meticulosa, lo cual aumenta las posibilidades de lograr una detección temprana.
* Se recolectan muestras de árboles que muestren síntomas de HLB para realizar pruebas para *C*Las. También se recolectan ejemplares de PAC para realizar pruebas para *C*Las. Los resultados sirven de insumos para el modelo basado en el riesgo.

El CDFA aplica las siguientes estrategias para realizar vigilancia en huertos comerciales para detección temprana del HLB:

* El objetivo es vigilar todos los huertos comerciales en todo el estado en un período de cinco años. Para asegurar una cobertura exhaustiva, se seleccionan los huertos al azar cada año para aumentar al máximo la cobertura geográfica de la vigilancia.
* En general, el personal del CDFA inspecciona todos los árboles que se encuentran en las esquinas y todos los árboles ubicados a cada cinco hileras en cada huerto. Sin embargo, para los huertos mayores de 100 acres, el personal inspecciona todos los árboles ubicados a cada diez hileras. Este enfoque sistemático permite realizar una inspección minuciosa a la vez que da cuenta del tamaño de los huertos. Durante estas inspecciones, se recolectan las muestras de plantas sintomáticas para realizar análisis adicionales.
* En áreas en donde se desconoce si hay infestaciones del PAC, todos los árboles ubicados en las esquinas dentro de cada huerto se someten al golpeteo para verificar su presencia. Este paso adicional ayuda a monitorear la posible dispersión de PAC y su relación con el HLB.
* Todos los PAC y las muestras de plantas recolectados se analizan para detectar la presencia de *C*Las. El análisis brinda información valiosa en cuanto a la presencia y dispersión del HLB en huertos comerciales.

Si se detectara *C*Las, se iniciarán la vigilancia intensiva que incluye la inspección minuciosa de todos los árboles de cítricos que se encuentren en un radio de 250 metros de los sitios de detección.

# 4.0 Recomendaciones normativas

Otra opción disponible en vez de la aplicación de insecticidas y el control biológico es considerar acciones normativas, por ejemplo, eliminar las fuentes de inóculo, las cuales presentan riesgos no solo para el HLB sino también para otras plagas de alto riesgo. Para fortalecer el manejo regional, las ONPF podrán considerar el establecimiento de reglamentaciones relacionadas con:

* + metodología de detección e identificación del HLB y del PAC
	+ certificación de material propagativo libre de enfermedades
	+ implementación de manejo de áreas amplias
	+ eliminación de plantas infectadas con HLB
	+ movimiento de material propagativo libre de HLB
	+ movimiento de fruta libre de material vegetal
	+ restricción en el movimiento de fruta sin procesar proveniente de áreas con presencia del PAC hacia las áreas no infestadas
	+ establecimiento de áreas de cuarentena
	+ campañas de capacitación y divulgación

En California, el CDFA aplica un enfoque de prevención de plagas el cual incluye el establecimiento de cuarentenas y el cumplimiento de las normas para manejar al PAC y HLB. El componente normativo, iniciando con la exclusión para prevenir la introducción de plagas y enfermedades, complementa la detección, erradicación, el control biológico y la divulgación. Los siguientes subapartados detallan el enfoque normativo de California.

**General**

El CDFA reglamenta el movimiento intraestatal del material hospedero del PAC y HLB en conformidad con lo establecido en el título 3 de Código de reglamentos de California (CCR, por su sigla en inglés) apartado 3435, Cuarentena internas del estado para el PAC (Asian Citrus Psyllid State Interior Quarantine) y el apartado 3439, Cuarentena interna del estado para el Enverdecimiento de los cítricos (Huanglongbing Disease State Interior Quarantines). El USDA reglamenta el movimiento interestatal del material hospedero del PAC y HLB en conformidad con lo establecido en el Código de Reglamentos Federales (CFR, por su sigla en inglés) título 7, apartado 301.76 sobre el Enverdecimiento de los cítricos y PAC. Estos reglamentos establecen las áreas en cuarentena, los hospederos y posibles portadores de la plaga y enfermedad, así como las prohibiciones o condiciones que permiten el movimiento de hospederos dentro del área en cuarentena o desde esta. El CDFA lleva a cabo actividades normativas y asegura el cumplimiento de los reglamentos con el fin de prevenir la dispersión artificial del PAC y HLB mediante la restricción del movimiento del material hospedero proveniente de un área infestada.

Además de los requisitos sobre el PAC y HLB, todo el material propagativo de cítricos producido y/o vendido en California debe cumplir con los requisitos que de indican en el título 3 del CCR apartado 3701, Programa para el material propagativo de viveros para cítricos libre de plagas (*Citrus Nursery Stock Pest Cleanliness Program* (NSPCP, por su sigla en inglés). Todos los árboles fuente de material propagativo de cítricos en viveros se registran con el NSPCP y deben cumplir con los requisitos de prueba y mantenimiento.

## 4.1 Cuarentena regional para el PAC

El CDFA reglamenta mediante una estructura de cuarentena regional basada en los criterios de riesgos de plaga. Mediante la aplicación de estos criterios, el CDFA creó y podría modificar las áreas de cuarentena regional cuando los resultados de la encuesta indiquen la presencia de una infestación del PAC o HLB. Además de la estructura de cuarentena regional, el reglamento del PAC también establece los artículos y productos reglamentados, las restricciones del movimiento de artículos y las exenciones al reglamento. Todo el equipo que se utilice para la cosecha, la poda, el proceso o el transporte de cualquier hospedero del PAC y HLB debe estar limpio y/o haberse sometido a tratamiento de tal forma que se elimine todo estadio de vida del PAC antes de retirarlo del área bajo cuarentena por el HLB.

El CDFA asegura el cumplimiento de los requisitos de cuarentena para ayudar a asegurar que el PAC no se disperse en todo el estado. Los acuerdos de cumplimiento se firman con todos los establecimientos reglamentados para asegurar que se entiendan los requisitos cuarentenarios y estén de acuerdo con ellos. Las actividades que aseguren el cumplimiento incluyen la ejecución de las inspecciones de los viveros, el monitoreo de los tratamientos normativos con plaguicidas, la verificación del tratamiento y los registros de ventas, así como la inspección de los productores, empacadores, transportistas y vendedores de frutas de cítricos.

## 4.2 Cuarentena del HLB

En conformidad con lo establecido en el título 3 del CCR apartado 3439, el CDFA establece un área bajo cuarentena en un radio de cinco millas (8.1 km) desde cada detección de árboles positivos por la presencia del HLB. Se prohíbe el movimiento de material propagativo de vivero, partes propagativas de las plantas (salvo la semilla extraída de la fruta) y la fruta hospedera del HLB fuera del área bajo cuarentena por el HLB, salvo que cumplan los requisitos establecidos en el título 7 del CFR apartado 301.76.

Posterior a cada detección confirmada del HLB, el CDFA emite un aviso de retención para todo el material hospedero del HLB que se encuentre en la propiedad en donde se encontró al HLB, y el árbol con resultados positivos se somete a tratamiento y se retira de la propiedad. Todo el material hospedero que se encuentre en la propiedad se considera que está comprometido y se retiene para prevenir la posible dispersión de la enfermedad.

## 4.3 Acuerdos de cumplimiento

Los acuerdos de cumplimiento indican las restricciones y los requisitos cuarentenarios establecidos a los negocios que se han visto afectados y que se encuentran ubicados dentro de un área reglamentada. El CDFA emite acuerdos de cumplimiento a todos los productores, cosechadores, transportistas, empacadores, vendedores de frutas y viveros de producción y venta masiva de cítricos. Conforme a un acuerdo de cumplimiento firmado, se permite que los establecimientos reglamentados muevan el material hospedero mientras se adhieren a los términos establecidos en el acuerdo y con supervisión general del CDFA. A pesar de que los acuerdos firmados sean autoejecutables, el CDFA realiza inspecciones periódicas para asegurar el cumplimiento de cuarentena.

## 4.4 Requisitos de salvaguarda

Es necesario que todos los transportistas/acarreadores de cítricos a granel salvaguarden completamente la fruta mientras transitan dentro de un área de cuarentena regional de cítricos a granel y desde esta. La salvaguarda de la fruta puede lograse de cualquier forma que prevenga su exposición al PAC y cualquier pérdida de fruta, hojas, tallos, ramas o desechos de plantas mientras se encuentra en tránsito. Las salvaguardas se aseguran antes de la partida del vehículo con fruta y deben permanecer establecidas hasta que el vehículo llegue a su destino final para la descarga.

## 4.5 Permisos especiales

Conforme a la autoridad indicada en el título 3 del CCR apartado 3154, los permisos especiales podrán emitirse para permitir el movimiento de artículos y productos reglamentados que de lo contrario estarían prohibidos según lo establecido en el reglamento. Esto puede suceder cuando exista una necesidad específica que se haya demostrado y los términos y las condiciones del permiso mitiguen de manera adecuada el riesgo biológico de dispersión de una plaga. A estos permisos especiales se les denomina permisos de producto cuarentenario (Quarantine Commodity, QC, por su sigla en inglés) y pueden emitirse a personas, negocios, investigadores o al personal del programa del CDFA. Los permisos de QC se han emitido para el movimiento de material propagativo de viveros y material propagativo, frutas de cítricos a granel, mandarinas con pecíolos y hojas, hojas para consumo, desecho verde y la eliminación de árboles sospechosos de la presencia del HLB para investigación.

Además, el estado y el gobierno federal emiten los permisos especiales para apoyar las actividades de investigación relacionadas con el PAC y HLB. Se necesitan permisos estatales para realizar el movimiento intraestatal y uso de dichos organismos y sus hospederos. Se emiten permisos federales a los investigadores para realizar el movimiento interestatal de organismos reglamentados. Por ejemplo, se emitió un permiso federal para el movimiento del organismo de *T. radiata* con su hospedero a Florida con el fin de establecer una colonia. Parte de esa colonia posteriormente se movió interestatalmente, conforme a otro permiso federal, a California a la Instalación de Contención para Investigación de la Universidad de California, plantel Riverside. Una vez que se determinó que la colonia de PAC/*T. radiata* no estaba contaminada por otros organismos, se modificó el permiso federal para permitir la liberación experimental en California. Esta actividad ahora se realiza según los términos establecidos en un permiso estatal. Los permisos estatales también se emiten a los investigadores para mantener al material propagativo de viveros infestado de PAC y así determinar la eficacia de los plaguicidas convencionales y orgánicos en California.

# 5.0 Metodología de detección e identificación del HLB y del PAC

La detección de *C*Las en árboles de cítricos puede resultar desafiante debido al estado latente prolongado de la enfermedad, la variación en la expresión de síntomas, la concentración baja, la distribución desigual en el árbol y las dificultades en el muestreo de árboles grandes y densos para encontrar hojas sintomáticas. Por ende, es esencial adoptar métodos de muestreo y de detección temprana efectivos que se hayan validado de manera rigurosa para que ofrezcan una especificidad, sensibilidad y reproducibilidad altas en la detección de *C*Las. La detección temprana lleva a la eliminación rápida de árboles infectados de HLB, es decisiva en la disminución del inoculo en el campo y en reducir la dispersión de la bacteria. El laboratorio de fitopatología del Centro para el diagnóstico de plagas de plantas del CDFA (Plant Pest Diagnostics Center, PPDC, por su sigla en inglés) realiza pruebas de qPCR validadas por el USDA para la detección de *C*Las. Existen tres componentes principales del programa de pruebas de laboratorio que mejoran la detección e identificación de *C*Las.

## 5.1 Recolección, rastreo y manipulación de la muestra

El *CLas* está limitado al floema, por ende, se debe tener como objetivo durante la recolección los tejidos ricos en floema*.* El muestreo general consiste en la recolección de hojas con pecíolos intactos (preferiblemente sintomáticos) de cada árbol. Sin embargo, cuando se realizan recolecciones de árboles que representan mayor riesgo tales como los árboles ubicados en sitios con hallazgos positivos del HLB y árboles en sitios adyacentes, se realiza un muestro más intenso para incluir otros tejidos tales como muestras de pedúnculos, tallos verdes y raíces en los cuadrantes que se hayan indicado recientemente que son tejidos confiables para realizarles pruebas para detectar *C*Las (Hajeri *et al*., 2023). Por consiguiente, con el muestreo intenso, se recolectan más submuestras para aumentar al máximo las oportunidades de detectar la bacteria en los árboles con concentraciones bajas de infección. Debido a la confiabilidad y facilidad de la recolección del tejido del pedúnculo en comparación con las raíces, se han agregado los pedúnculos al muestreo de hojas de árboles dentro de las zonas de delimitación de 250 metros.

Para el rastreo, se verifican, clasifican y colocan en lotes las muestras y se les asigna un número único de entrada al laboratorio. Las etiquetas con códigos de barra relacionadas con las muestras se escanean con una aplicación móvil de PDR para lotes con el fin de extraer los metadatos pertinentes a la muestra de la base de datos de Registros de plagas y daños (Pest and Damage Record, PDR, por su sigla en inglés) del CDFA para que el fitopatólogo principal complete una hoja de cálculo maestra en Excel que se mantiene en el laboratorio. Las muestras se manipulan de manera secuencial, se asignan a cada técnico y se almacenan en frio hasta que se completen las pruebas. Las determinaciones finales se registran en la base de datos PDR del CDFA las cuales los funcionarios estatales y del condado pueden accesar.

Para la preparación de las muestras, se siguen las directrices establecidas en las Instrucciones de trabajo del USDA (USDA Work Instructions, WI-B-T-1-53) para prevenir la contaminación cruzada. Las muestras se preparan dentro de campanas de bioseguridad clase II las cuales se calibran anualmente y se realiza la extracción del ADN en un laboratorio por separado el cual esté equipado con manipuladores de líquidos automatizados programados para la extracción de ADN de alto rendimiento. La prueba de qPCR se realiza en una sala designada, aislada del resto de los laboratorios. Se adhiere estrictamente a un flujo de trabajo unidireccional y una separación espacial entre la preparación de tejidos, la extracción del ADN y la prueba de qPCR en el laboratorio para prevenir la contaminación.

## 5.2 Pruebas de laboratorio

La prueba de qPCR es el método de preselección normativo y estándar que se utiliza para la detección de *C*Las en plantas y el PAC. Es una prueba rápida que puede completarse en una hora, tiene una gran especificidad, sensibilidad y reproducibilidad y puede ampliarse para someter a prueba miles de muestras al mes. Se utilizan tres protocolos con la sonda TaqMan en qPCR para el HLB, los cuales han sido validados por el USDA, para preseleccionar las plantas y los PAC y para confirmar todos los casos positivos de *C*Las y las muestras inconclusas. Se utilizan el ensayo RNR qPCR (USDA WI-B-T-1-55), el PCR en tiempo real basado en el gen de la ribonucléotida reductasa (RNR, por su sigla en inglés), multiplex con el control positivo interno de citocromo oxidasa de la planta (COX, por su sigla en inglés) y optimizada para el sistema ABI QuantStudio 5 o 7 y el sistema de PCR en tiempo real rápido ABI 7500 para preseleccionar el ADN de la planta para detectar la presencia de *C*Las. El ensayo de RNR en PCR en tiempo real tiene como blanco una secuencia parcial conservada del gene RNR que está presente en cinco copias del genoma del *C*Las (Zheng *et al*., 2016). Ensayo de la raíz de RNR en qPCR (USDA WI-B-T-1-59): este ensayo es similar al ensayo de RNR que se describió anteriormente pero que se utiliza para preseleccionar el ADN de las muestras de la raíz. El HLB como ensayo de qPCR en 16S (USDA WI-B-T-D-1 Rev 5) - 16s primers y sondas basadas en ADN ribosómico (rADN) específicos al *C*Las, multiplexado con el primer-sonda basada en el gen de la glicoproteína del psílido (WG, por su sigla en inglés) establecido como control interno positivo y optimizado para el sistema ABI QuantStudio 5 o 7 y el sistema de PCR en tiempo real rápido ABI 7500 que se utiliza para preseleccionar el ADN de los adultos y ninfas del PAC para detectar la presencia de *C*Las. El ensayo tiene como blanco una secuencia parcial específica del rADN 16S que está presente en las tres copias por genoma del *C*Las.

## 5.3 Acreditación del laboratorio

El Laboratorio de diagnóstico de plagas de plantas del CDFA en Sacramento y el Laboratorio Jerry Dimitman de la Junta de Investigación de Cítricos en Riverside son los únicos laboratorios en California que han sido acreditados por el USDA, a través del Programa nacional de acreditación de laboratorios de protección fitosanitaria, para someter a prueba al PAC y las muestras de plantas para detectar el HLB. La colaboración del CDFA con el laboratorio Jerry Dimitman apoya el programa y de esa forma ayuda a proteger la multimillonaria industria citrícola en California. Ambos laboratorios acreditados deben adherirse a las instrucciones de trabajo y los protocolos de comunicación aprobados por el USDA y responsabilizarse de la seguridad e integridad de todas las muestras que se someten a prueba para detectar *C*Las desde la recepción de las muestras hasta su destrucción.

Para mantener la condición de la acreditación, el personal del laboratorio debe completar una sesión de capacitación práctica de tres días de duración en el laboratorio del USDA APHIS en Beltsville, Maryland, acerca del diagnóstico molecular del HLB para asegurar el cumplimiento de los protocolos obligatorios del USDA. Además, el personal del laboratorio debe aprobar la prueba anual de competencia del HLB la cual es administrada por el USDA con el fin de renovar su posición de calificado cada año. El equipo del laboratorio debe calibrarse anualmente y someterse a un servicio de mantenimiento preventivo cada año. El laboratorio debe adherirse a las directrices de limpieza y al volumen de trabajo estrictos para prevenir la contaminación de las muestras y del equipo.

# 6.0 Colaboradores

Dunn, Rick Estados Unidos (California)

Ezell, Justin Estados Unidos (Florida)

Figueroa, Paul Estados Unidos (California)

Flores, Daniel Estados Unidos (Texas)

Hernandés, Lucero Estados Unidos (USDA)

Kumagai, Lucita Estados Unidos (California)

Lee, Cheol Min Estados Unidos (California)

Morgan, David Estados Unidos (California)

Muniz, Alex Estados Unidos (California)

Okasaki, Keith  Estados Unidos (California)

Phong, David  Estados Unidos (California)

Qureshi, Jawwad Estados Unidos (Florida)

Sétamou, Mamoudou Estados Unidos (Texas)

Smith, Taylor. Estados Unidos (Florida)

Soltero, Michael. Estados Unidos (California)

VanNess Mark Edward United States (Texas)

Visalakis, Georgios Estados Unidos (California)

# 7.0 Referencias

**Al Rwahnih M, Daubert S, Golino D, Islas C., & Rowhani A.** 2015. Comparison of next-generation sequencing versus biological indexing for the optimal detection of viral pathogens in grapevine. Phytopathology 105, 758– 763.

**Arredondo-Bernal, H.C., J.A. Sánchez-González & M.A. Mellín-Rosas.** 2013. Taller Subregional de Control Biológico de *Diaphorina citri,* vector del HLB. FAO, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 65 p.

**Aubert, B.** 1987**.** *Tryoza erytreae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. Fruits 42: 149–162.

**Avery, P. B., E. B. Duren, J. A. Qureshi, R. C. Adair, M. M. Adair, & R. D. Cave.** 2021. Field Efficacy of *Cordyceps javanica*, white oil and Spinetoram for the management of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. 12(9), 824; <https://doi.org/10.3390/insects12090824>.

**Ayala-Zermeño, M.A., A. Gallou, A. Berlanga-Padilla, H.C. Arredondo-Bernal & R. Montesinos-Matías.** 2015. Characterisation of entomopathogenic fungi used in the biological control program of *Diaphorina citri* in Mexico. Biocontrol Science and Technology 25(10): 1192-1207.

**Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L., & Bergamin Filho, A.** 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of Huanglongbing in young sweet orange plantings. Plant Disease 97: 789-796.

**Bistline-East, A, R. Pandey, M. Kececi, & M. S. Hoddle.** 2015. Host Range Testing of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) for Use in Classical Biological Control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) in California. Journal of Economic Entomology 108(3):940-50.

**Bové, J.M.** 2006. Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. Journal of Plant Pathology 88(1): 7-37.

**Candresse T, Filloux D, Muhire B, Julian C, Galzi S, Fort G, Bernardo P, Daugrois JH, Fernandez E,Martin DP, & Varsani, A**. 2014. Appearances can be deceptive: revealing a hidden viral infection with deep sequencing in a plant quarantine context. PLoS One 9(7), e102945.

**California Department of Agriculture, Citrus Pest and Disease Prevention Division, Statewide Action Plan for Asian citrus psyllid (ACP) and huanglongbing (HLB)**. 2022. ACP-HLB ActionPlan\_12.31.21\_Final (ca.gov)

**Chavez, Y., D.T. Chirinos, G. González, N. Nemos, A. Fuentes, R. Castro, & T. Kondo.** 2017. Tamarixia radiata (Waterston) and Cheilomenes sexmaculata (Fabricius) as biological control agents of Diaphorina citri Kuwayama in Ecuador. Chilean Journal of Agricultural Research 77(2):2.

**Chen, X.D., & L. L. Stelinski.** 2017. Resistance Management for Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida. Insects, 8, 103. <https://doi.org/10.3390/insects8030103>

**Chen, X, D. S. H. Gossett, J. A. Qureshi, F. Ibanez, K. S. Pelz-Stelinski, & L. L. Stelinski.** 2022. Comparisons of economic thresholds for Asian citrus psyllid management suggest a revised approach to reduce management costs and improve yield. Frontiers Sustainable Food Systems. 6: 948278. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.948278>

**Chien, C.C.** 1995. The role of parasitoids in the pest management of citrus psyllid, pp.245–261. In: *Proceedings of Symposium of Research and Development of Citrus in Taiwan.* Taichung, Taiwan.

**Chow, A., C. Dunlap, D. Flores, M. Jackson, W. Meikle, M. Sétamou & J.M. Patt**. 2013. Development of a pathogen dispenser to control Asian citrus psyllid in residential and organic citrus. Research Project Progress Report. CRB Funded Research Reports. Citrograph January/February: 32–37.

**Chow, C., & M. Sétamou**. 2022. Parasitism of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) on residential citrus in Texas: Importance of colony size and instar composition. Biological Control 165: 104796.

**CNRCB (Centro Nacional de Referencia de Control Biológico)**. 2011. Procedimiento para la liberación de parasitoides adultos de *Tamarixia radiata*. Departamento de Insectos Entomófagos (unpublished).

**Cortéz, M.E, G.J. Loera, F.L. Hernández, G.J. Barrera, P.A. Fontes, Z.U. Díaz, A.J. Jasso, R.M. Reyes, R.M. Manzanilla & A.J. López.** 2013. *Manual para el Uso de Insecticidas Convencionales y Alternativos en el Manejo de* Diaphorina citri *Kuwayama en Cítricos, en México.* Folleto Técnico No. 36. INIFAP. Mexico.

**Cortez-Mondaca, J., I. López-Arroyo, L. Rodríguez R., M. P. Partida V., J. Pérez-M. & V.M. González C.** 2011. Capacidad de depredación de especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México, pp. 323–333. In: López Arroyo, J.I., and V.W. González Lauck (Comp.), Memoria del 2° Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (NIFAP). December 5-6, 2011, Montecillo, Edo. de México, México (CD-ROM). 424 p*.*

**Dang T, Wang H, Espindola AS, Habiger J, Vidalakis G, & Cardwell K**. 2023. Development and Statistical Validation of E-Probe Diagnostic Nucleic Acid Analysis (EDNA) Assays for the Detection of Citrus Pathogens from Raw High-Throughput Sequencing Data. PhytoFrontiers™ 3:113-123. 10.1094/phytofr-05-22-0047-fi.

**Étienne, J. & B. Aubert.** 1980. Biological control of psyllid vectors of greening disease on Réunion Island, pp. 118–121. In: Cavalan E.C., S.M. Garnsey and L.W.Timmer (eds), *Proceedings of the 8th International Organization of Citrus Virologists.* International Organization of Citrus Virologists. Riverside, CA.

**Étienne, J., S. Quilici, D. Marival & A. Franck.** 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadalupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). Fruits 56(5): 307–315.

**Flores D., M. Ciomperlik**. 2017. Biological Control Using the Ectoparasitoid, *Tamarixia radiata*, against the Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri*, in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Southwestern Entomologist 42(1): 49-59.

**Graham J., T. Gottwald**, **& M. Sétamou** 2020. Status of huanglongbing (HLB) outbreaks in Florida, California, and Texas. Tropical Plant Pathology 45: 265–278.

**Gumpf, D.J.** 1999. Citrus quarantine: California, pp. 151–156. In: Kahn, R.P. and S.B. Mathur (eds), *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests.* APS Press, St Paul, MN.

**Hajeri, S., Kumagai, L., Olkowski, S., R. Yokomi, & McRoberts, N.** 2023. Improving Tissue Sampling for Consistent Detection of *C*Las. Citrograph, Vol 14, No. 2, 52-58. CRB-Citrograph-Mag-Q2-Spring-2023-Web.pdf (citrus-research-board-static.sfo2.digitaloceanspaces.com).

**Hall D.G.** 2008. Biological control of *Diaphorina citri*. In Primer Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (Candidatus Liberibacter spp.) yel Ps´ılido Asi´aticodelos C´ıtricos (Diaphorinacitri), ed. JA Mangussi,JV Da Graca, DG Hall, pp.1–7. Hermosillo, Mexico: SAGARPA.

**Hendrichs, J., P. Kenmore, A.S. Robinson & M.J.B. Vreysen.** 2007. Area-wide pest management (AW-IPM): Principles,practice and prospects. pp 3-33 In: Vreysen, M.J.B., A.S. Robinson and J. Hendrichs. Area-wide control of insect pests - from research to field implementation. IAEA/Springer, The Netherlands.

**Hoy, M.A. & R. Nguyen**. 2001. Classical biological control of Asian citrus psylla. Citrus Industry 81: 48–50.

**Kalile, M.O., A.C. Cardoso, A. Pallini, & M.M. Fonseca, T.A. Ferreira-Junior, A. Janssen.** 2023. A predatory mite that suppresses *Diaphorina citri* populations on plants with pollen and oviposition sites. Entomologia Experimentaliset Applicata 00: 1–11.

**Kanga, L. H. B., J. Eason, M. Haseeb, J. A. Qureshi, & P. A. Stansly.** 2016. Monitoring for insecticide resistance in Asian citrus psyllid populations in Florida. Journal of Economic Entomology. 1-5: doi: 10.1093/jee/tov348.

**Khan, A.A., J.A. Qureshi, M. Afzal, & P.A. Stansly**. 2016. Two-Spotted Ladybeetle *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae): A Commercially Available Predator to Control Asian Citrus Psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae). PLOS ONE 11(9): e0162843.

**Kistner, E.J., R. Amrich, M. Castillo, V. Strode, & M.S. Hoddle.** 2016. Phenology of Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Liviidae), With Special Reference to Biological Control by Tamarixia radiata, in the Residential Landscape of Southern California, Journal of Economic Entomology 109(3):1047–1057.

**Krueger, R. R. & L. Navarro**. 2007. Citrus germplasm resources and their use, pp. 45–140. In: Khan, I. (ed.), *Citrus Genetics, Breeding, and Biotechnology.* CABI, Wallingford, UK.

**Maluta, N., T. Castro, & J.R.S. Lopes**. 2022. Entomopathogenic fungus disrupts the phloem-probing behavior of *Diaphorina citri* and may be an important biological control tool in citrus. Scientific reports 12:7959.

**Mamani, O.I.** 2013. Construcción de la confianza entre los citricultores, una estrategia orientada a la implementación de ARCOs. Primer taller de trabajo para la gestión regional del HLB, FAO. Asunción, Paraguay, 18–22 November.

**Martini, X., M. Rivera, A. Hoyte, M. Setamou, and L. Stelinski.** 2018. Effects of wind, temperature, and barometric pressure on Asian citrus Psyllid (Hemiptera: Liviidae) flight behavior. J. Econ. Entomol. 111:2570-2577.

**Martínez-Carrillo, J.L., A. Suarez-Beltrán, U. Nava-Camberos, S. Aguilar-Medel, J. Valenzuela-Lagarda, M.A. Gutiérrez-Coronado, L. Castro-Espinoza, & S.D. Maldonado**. 2019. Successful Area-Wide Management of the Asian Citrus Psyllid in Southwestern Sonora, México. Southwestern Entomologist 44(1): 173-179

**Mellín-Rosas, M.A., J.A. Sánchez-González, G. Fabela-Rojas, A.M. Cruz-Ávalos & H.C. Arredondo-Bernal.** 2009. Selección de cepas de hongos entomopatógenos como agentes de control microbiano en ninfas y adultos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllide), pp. 410–415. In: Zapata-Mata, R., W.M. Contreras-Sánchez, A.A. Granados-Berber and S.L. Arriaga-Weiss (eds.), *Memoria del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico.* Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México, November 5-6, 2009.

**Milne A.E., C. Teiken, F. Deledalle, F. van den Bosch, T. Gottwald, & N. McRoberts.** 2018. Growers’ risk perception and trust in control options for huanglongbing citrus-disease in Florida and California. Crop Protection 114:177–86.

**Milosavljevíc, I., M.A. Vankosky, D.J.W. Morgan, C.D. Hoddle, R.E.; Massie, & M.S. Hoddle.** 2022. Post-Release Evaluation of *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) and *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) for Biological Control of Diaphorina citri (Hemiptera: Liviidae) in Urban California, USA. Agronomy 12: 583.

**Miranda, M. P., F. L. dos Santos, R. B. Bassanezi, L. H. Montesino, J. C. Barbosa, & M. Sétamou**. 2018. Monitoring methods for Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) on citrus groves with different insecticide application programs. Journal of Applied Entomology 142: 89-96.

**Monzo, C. H. A. Arevalo, M. M. Jones, P. Vanaclocha, S. D. Croxton, J. A. Qureshi, & P. A. Stansly**. 2015. Sampling methods for detection and monitoring of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae), Environmental Entomology. 44: 780-788.

**Moreno-Carrillo, G., J.A. Sánchez-González & H.C. Arredondo-Bernal.** 2012. Efectividad de *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psíllidae) en áreas urbanas de la zona citrícola en el estado de Colima, pp. 322–325. In: Sansinenea-Royano, E., J.L. Zumauero-Ríos and M.C. del Rincón-Castro (eds.), *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico.* Puebla, Puebla, Mexico, 8-9 November, 2012.

**Murdoch, W.W., J. Chesson, & P.L. Chesson.** 1985. Biological control in theory and practice. The American Naturalist. 125(3): 344-366.

**Navarro, L., J. A. Pina, J. F. Ballester-Olmos, P. Moreno, & M. Cambra.** 1984. A new graft transmissible disease found in Nagami kumquat. In Proc 9th Conf Org Citrus Virologists, pp. 234-240.

**Pacheco, C.J., R.J. Samaniego & P.A. Fontes.** 2012. Tecnología para el manejo integrado del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae) en cítricos en Sonora. Folleto Técnico No. 88. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, Mexico.

**Pacheco-Rueda, I. & R. Lomelí-Flores.** 2012. Comparación de preferencia de presa en diferentes especies de Chrysopidae sobre ínstares del psílido asiático de loscítricos, pp. 325–328. In: *XXXV Congreso Nacional de Control Biológico Puebla.* Mexico, 7–9 November, 2012.

**Pfeil, B.E. & M.D. Crisp.** 2008. The age and biogeography of *Citrus* and the orange subfamily (Rutaceae: Aurantioideae) in Australasia and New Caledonia. American Journal of Botany 95:1621–1631.

**Qureshi, J.A. & P. A. Stansly**. 2007.Integrated approaches for managing the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Homoptera:Psyllidae) in Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 120: 110-115.

**Qureshi, J. A., & P. A. Stansly.** 2009. Exclusion techniques reveal significant biotic mortality suffered by Asian citrus psyllid Diaphorina citri (Hemiptera: Psyllidae) populations in Florida citrus. Biological Control. 50: 129-136.

**Qureshi, J. A., M. E. Rogers, D. G. Hall, & P. A. Stansly.** 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida citrus. Journal of Economic Entomology. 102: 247-256.

**Qureshi, J. A. & P. A. Stansly.** 2010. Dormant season foliar sprays of broad-spectrum insecticides: An effective component of integrated management for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. Crop Protection. 29: 860-866.

**Qureshi, J. A., B. Kostyk, & P. A. Stansly**. 2014a. Insecticidal suppression of Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) vector of huanglongbing pathogens. PLoS ONE. 9(12): e112331. Doi:10.1371/journal.pone.0112331.

**Qureshi, J. A., E. A. Rohrig, R. J. Stuart, D. G. Hall, N. C. Leppla, & P. A. Stansly.** 2014b. Imported parasitoids for biological control of Asian citrus psyllid. Citrus Industry June Issue. pages 3.

**Qureshi, J. A., & P. A. Stansly**. 2019. Performance of *Tamarixia radiata* in commercial citrus. Citrograph 10 (3): 62-65.

**Qureshi, J. A.** 2021. Dormant sprays for Asian citrus psyllid management. Citrus Industry January Issue. Page 10-12.

**Saldarriaga Ausique, J.J., C.P. D’Alessandro, M.R. Conceschi, G.M. Mascarin, & I.D. Junior.** 2017. Efficacy of entomopathogenic fungi against adult*Diaphorina citri* from laboratory to field applications. Journal of Pest Science 90: 947–960.

**Sánchez-González, J.A., M.C. Sánchez-Borja & H.C. Arredondo-Bernal.** 2011a. Cría masiva, liberación y evaluación en campo de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), pp. 339–344. In: J.I. López Arroyo and V.W. González-Lauck (eds.), *Memoria 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Montencillo, Mexico State, Mexico, December 5–6, 2011 (CD-ROM).424 p.

**Sánchez-González, J.A., G. Moreno-Carrillo, I. Hernández-Betancourt & H.C. Arredondo-Bernal.** 2011b. Avances en la evaluación de liberaciones de *Tamarixia radiata* en el Estado de Colima, pp. 250. In: *XXXIV Congreso Nacional de Control Biológico Monterrey.* Nuevo León, Mexico, 6–11 November, 2011.

**Sánchez-González, J. A., M. A. Mellín-Rosas, H. C. Arredondo-Bernal, N. I. Vizcarra- Valdez, A. González-Hernández & R. Montesinos-Matías.** 2015. Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). In: Arredondo-Bernal, H.C y L.A. Rodríguez-del-Bosque (eds.). Casos de Control Biológico en México, Vol. 2, Biblioteca Básica de Agricultura. 413 p.

**Sandoval-Jiménez, D.E., J.A. Sánchez-González, M. Palomares-Pérez & H.C. Arredondo-Bernal.** 2013. Avances sobre el estudio de la dispersión de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) en huertas citrícolas. pp. 346-351*.* In: Vásquez-López, A. and R. Pérez Pacheco (eds.), *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. November 7- 8, 2013, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México*.*

**SENASICA.** 2021. Manual Operativo de la Campaña contra Plagas de los Cítricos Servicio Nacional de sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614759/Manual\_operativo\_Plagas\_de\_los\_C\_tricos.pdf

**Sétamou, M., D. Flores, J. V. French & D. G. Hall.** 2008. Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in individual citrus trees. *Journal of Economic Entomology* 101: 1478-1487.

**Sétamou, M. & D. W. Bartels.** 2015. Living on the edges: spatial niche occupation of Asian citrus psyllid, Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), in citrus groves. PLOS One 10(7): e131917

**Sétamou, M**. 2020. Area-wide management of Asian citrus psyllid in Texas. Asian Citrus Psyllid: biology, ecology and management of the Huanglongbing vector. CABI. 234-249.

**Sétamou, M. & O. J. Alabi.** 2018. SMART HLBTM – An ecological approach to improve HLB management. Citrograph 9(1): 24-27.

**Sétamou, M., J.M. Patt & A.T. Moreno.** 2022. Source or sink? The role of residential host plants in Asian citrus psyllid infestation of commercial citrus groves. Journal of Economic Entomology, toab249, <https://doi.org/10.1093/jee/toab249>

**Singerman, A. & B. Page**. 2016. What is the Economic Benefit of a Citrus Health Management Area (CHMA)? A Cast Study. EDIS-FE982. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE982

**Skelley, L.H. & M.A. Hoy.** 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. Biological Control 29: 14–23.

**Soltani N, Stevens KA, Klaassen V, Hwang MS, Golino DA, & Al Rwahnih M** (2021) Quality assessment and validation of high-throughput sequencing for grapevine virus diagnostics. Viruses 13, 1130.

**Stansly,P.A. J. A. Qureshi., & H. A. Arevalo.** 2009a. Why, when, and how to monitor andmanage Asian citrus psyllid. Citrus Industry 90, 24-26.

**Stansly,P.A. H. A. Arevalo., & M. Zekri. R. Hamel** 2009b.Cooperative dormant spray program against Asian citrus psyllid in SW Florida. Citrus Industry. 90,14-15.

[**Stelinski, L.L.**](https://edis.ifas.ufl.edu/experts/stelinski)**, J.A.** [**Qureshi**](https://edis.ifas.ufl.edu/experts/jawwadq) **& L.M.** [**Diepenbrock**](https://edis.ifas.ufl.edu/experts/ldiepenbrock) 2022. 2022–2023 FLORIDA CITRUS PRODUCTION GUIDE: ASIAN CITRUS PSYLLID. University of Florida, IFAS Extension, Gainesville, FL. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CG097>. Accessed 21 June, 2023

**TP 01.** 2015. *Thermotherapy or thermaltherapy.* NAPPO Treatment Protocols. Ottawa, NAPPO.

**TP 02.** 2015. *Shoot-tip micrografting.* NAPPO Treatment Protocols. Ottawa, NAPPO.

**UCANR,** 2022. Agriculture: Citrus Pest Management Guidelines: Asian Citrus Psyllid. <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/asian-citrus-psyllid/#MANAGEMENT>. Accessed 28 June 2023.

**UF/IFAS,** 2023. Citrus Health Management Areas (CHMAS). University of Florida, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, Florida.

**USDA-APHIS.** 2009. Area wide control of Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri*)*.* Technical Working Group Report.52pp. <http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/citrus_greening/downloads/pdf_files/twg/Psyllid%20Area%20Wide%20Control2.09.09.pdf>

**USDA-APHIS-PPQ.** 2010. Containment Facility Guidelines for Viral Plant Pathogens and Their Vectors*.* 17 pp. <http://www.aphis.usda.gov/plant_health/permits/downloads/plant_viral_pathogens_containment_guidelines.pdf>

**Wright, G.C.** 2015. *Area‐wide spraying for Asian citrus psyllid in Texas and Florida.* Research report AZ1651, February 2015. Department of Plant Sciences, University of Arizona, Yuma Agriculture Center, Yuma, AZ.

**Zimmermann, G.** 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): Biology, ecology and use in biological control. Biocontrol Science and Technology 18(9): 865–901.

**Zheng Zheng, Meirong Xu, Minli Bao, Fengnian Wu, Jianchi Chen, & Xiaoling Deng.** (2016). Unusual Five Copies and Dual Forms of nrdB in “Candidatus Liberibacter asiaticus”: Biological Implications and PCR Detection Application. Scientific Reports | 6:39020 | DOI: 10.1038/srep39020