



NAPPO

North American Plant Protection Organization
Organización Norteamericana de Protección a las Plantas
MEXICO - USA - CANADA

Documento de discusión de la NAPPO 05 – 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 en la revisión del DD05 (Huanglongbing) (Victoria Hornbaker (CDFA), Donald Seaver (APHIS-PPQ), Catherine Katsar (APHIS-PPQ), Mayra Arredondo (APHIS-PPQ), Michael Hennessey (APHIS-PPQ), Clemente de Jesús García Avila (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.

Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección de las Plantas
1730 Varsity Drive, Suite 145
Raleigh, Carolina del Norte 27606-5202
Estados Unidos de América
01 de abril del 2024

Índice

| | |
|---|----|
| Aprobación | 4 |
| Introducción | 5 |
| Ámbito | 6 |
| Definiciones | 6 |
| 1.0 Producción de material propagativo de cítricos libre de plagas..... | 7 |
| 1.1 Antecedentes..... | 7 |
| 1.2 Importación y cuarentena..... | 7 |
| 1.3 Producción de plantas libres de plagas y verificación de la condición de ausencia de enfermedades del material vegetal..... | 8 |
| 1.4 Instalaciones..... | 9 |
| 1.4.1 Invernaderos | 10 |
| 1.4.2 Invernaderos con malla | 10 |
| 1.4.3 Laboratorio | 11 |
| 1.4.4 Áreas de oficina y de otro personal y visitantes..... | 11 |
| 1.4.5 Material vegetal..... | 11 |
| 1.5 Banco de germoplasma | 12 |
| 1.6 Bloque fundacional | 12 |
| 1.7 Bloque de reproducción de yemas..... | 13 |
| 1.8 Árboles fuente de semillas | 14 |
| 1.9 Viveros..... | 14 |
| 1.9.1 Viveros de producción masiva..... | 14 |
| 1.9.2 Viveros expendedores..... | 15 |
| 2.0 Manejo regional del psílido asiático de los cítricos..... | 15 |
| 2.1 Antecedentes..... | 15 |
| 2.2 Componentes del manejo regional..... | 16 |
| 2.2.1 Organización | 16 |
| 2.2.2 Participación social en el programa..... | 20 |
| 2.2.3 Actividades operativas..... | 21 |
| 2.2.4 Priorización de las áreas de control..... | 21 |
| 2.2.5 Monitoreo del vector..... | 22 |
| 2.2.6 Uso racional de insecticidas | 24 |
| 2.2.7 Control biológico..... | 26 |
| 2.2.8 Inspección y orden de eliminación para la erradicación del huanglongbing..... | 29 |
| 3.0 Herramientas adicionales para el manejo del huanglongbing y su vector | 29 |
| 3.1 Manejo cultural | 29 |
| 3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión | 30 |
| 3.3 Prospecciones en propiedades residenciales y huertos comerciales | 30 |
| 4.0 Recomendaciones normativas..... | 31 |
| 4.1 Cuarentena regional para el PAC | 32 |
| 4.2 Cuarentena del HLB | 32 |
| 4.3 Acuerdos de cumplimiento..... | 33 |
| 4.4 Requisitos de salvaguarda..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 4.5 Permisos especiales | 33 |
| 5.0 Metodología de detección e identificación del HLB y del PAC | 33 |
| 5.1 Recolección, rastreo y manipulación de la muestra | 34 |
| 5.2 Pruebas de laboratorio..... | 34 |
| 5.3 Acreditación del laboratorio..... | 35 |
| 6.0 Colaboradores..... | 36 |
| 7.0 Referencias | 37 |

Aprobación

El documento de discusión 05 de la NAPPO actualizado —**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 Ejecutivo
Canadá
Fecha xx de xxxx del 2024

Ibrahim Shaqir
Miembro del Comité Ejecutivo
Estados Unidos
Fecha xx de xxxx del 2024

Francisco Ramírez y Ramírez
Miembro del Comité Ejecutivo
México
Fecha xx de xxxx del 2024

Introducción

El huanglongbing (HLB) es la enfermedad reconocida, actualmente, como la más devastadora de los cítricos en el ámbito mundial (Bové 2006). Es causada putativamente por la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp.; en el continente Americano se encuentra, principalmente, como *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) y es transmitida por el psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama, 1907.

Candidatus Liberibacter spp. está asociado con el HLB e incluye a las especies: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), *Candidatus Liberibacter africanus* (CLaf) y *Candidatus Liberibacter americanus* (CLam), entre los cuales CLas es el patógeno predominante en la mayoría de las regiones productoras de cítricos (Wulff *et al.*, 2020). CLas tiene cierto grado de tolerancia al calor; mientras que CLaf y CLam son sensibles al calor. CLaf se distribuye principalmente en África y CLam solo se ha reportado en Brasil. El PAC es el insecto vector más eficiente del HLB. En el caso de México, llegó a ocasionar pérdidas en la producción de lima mexicana en aproximadamente un 40 %. En México y Estados Unidos se ha informado sobre pérdidas considerables debido al HLB.

El manejo del HLB resulta complicado y necesita una estrategia regional o de áreas amplias tanto para el patógeno como el vector. Dicha estrategia podrá incluir el uso de material propagativo y para plantar libres de la bacteria, la detección temprana y eliminación de plantas infectadas y el control eficaz del psílido. La disminución de las poblaciones de los vectores que transportan al patógeno es una parte importante del manejo integrado de plagas y ayudará a disminuir la dispersión de la enfermedad (Pacheco *et al.*, 2012). En México, las Áreas de manejo epidemiológico fitosanitario (AMEFI) han contribuido a retrasar los daños en las áreas productoras de cítricos y mitigar el riesgo de dispersión de la enfermedad a áreas libres de la enfermedad.

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

1. alta capacidad de dispersión del PAC a larga distancia
2. migración constante del PAC a huertos de cítricos
3. dificultad en prevenir la infección principal causada por el PAC infectivo migrante, incluso con aplicaciones frecuentes de plaguicidas
4. dificultad en prevenir reinoculaciones 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 del manejo regional del HLB mediante la eliminación del inóculo (plantas enfermas) y de los vectores (PAC), lo cual llevó a:

1. retraso del inicio de la epidemia en casi un año
2. reducción de manera considerable de la incidencia del HLB (en 90 %) y de la tasa de avance de la enfermedad (en 75 %)
3. disminución de la aplicación de plaguicidas para el control del vector y
4. disminución de los costos de manejo del HLB, debido a que las aplicaciones de plaguicidas son menos frecuentes.

Este enfoque de manejo reduce la población infectiva del PAC (en 90 %) de huertos adyacentes y disminuye las poblaciones del vector que migran hacia huertos manejados (76 a 96 %); por consiguiente, disminuye la infección primaria causada por el HLB.

Ámbito

El presente documento describe los componentes que comprenden la operación e implementación de un programa para el manejo de áreas amplias del HLB y de su vector, el PAC. Este documento destaca las estrategias que utilizan los países productores de cítricos miembros de la NAPPO para el manejo del HLB, y puede servir de documento de referencia para aquellos países en donde no se tienen notificaciones o detecciones recientes del HLB.

Definiciones

Las definiciones de los términos fitosanitarios que se utilizan en este documento figuran en la Norma Regional sobre Medidas Fitosanitarias 5 de la NAPPO (NRMF 5: Glosario de términos fitosanitarios de la NAPPO) y la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias 5 (NIMF 5: Glosario de términos fitosanitarios) de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF).

Siglas y abreviaturas

| Sigla / abreviatura | Denominación |
|---------------------|---|
| ACB | agente de control biológico |
| AMEFI | Áreas de manejo epidemiológico fitosanitario |
| APHIS PPQ | Oficina de Protección Fitosanitaria y Cuarentena del Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria |
| CCR | Código de Reglamentos de California |
| CDFA | Departamento de Alimentos y Agricultura de California |
| CFR | Código de Reglamentos Federales |
| CHMA | Áreas de manejo para la sanidad de los cítricos |
| CHRP | Programa de respuesta para la sanidad de los cítricos |
| CIPF | Convención Internacional de Protección Fitosanitaria |
| CLas | <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> |
| CLBV | Citrus Leaf Blotch Virus (virus del manchado foliar de los cítricos) |
| CNRCB | Centro Nacional de Referencia de Control Biológico |
| COX | Citocromo oxidasa |
| CPDMC | Corporación para el Manejo de Enfermedades y Plagas de Cítricos |
| CPDPC | Comité de Prevención de Plagas y Enfermedades de Cítricos de California |
| CPDPD | División de Prevención de Plagas y Enfermedades de Cítricos |
| ELISA | ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas |
| HLB | Huanglongbing |
| HTS | secuenciación de alto rendimiento |
| IRAC | Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas |
| MAC | microinjerto de ápices caulinares |
| NGS | secuenciación de nueva generación |
| NIMF | Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias |
| NRMF | Norma Regional sobre Medidas Fitosanitarias |
| NSPCP | Programa de certificación del material propagativo de viveros de cítricos sin plagas |
| OASV | Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal |
| OMRI | Instituto para la Revisión de Materiales Orgánicos |

| | |
|----------|--|
| ONPF | organización nacional de protección fitosanitaria |
| PAC | psílido asiático de los cítricos |
| PCR | reacción en cadena de la polimerasa |
| PMA | área de manejo del psílido |
| PPDC | Centro para el diagnóstico de plagas de plantas |
| PDR | Registro de plagas y daños |
| QC | producto cuarentenario |
| RNR | ribonucléotido reductasa |
| SENASICA | Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria |
| SIMDIA | Sistema de monitoreo de <i>Diaphorina citri</i> |
| SOP | Protocolo operativo estandarizado |
| TCPDMC | Corporación para el Manejo de Plagas y Enfermedades de Cítricos de Texas |
| TFF | Técnico Facilitador Fitosanitario |

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 a las áreas nuevas se realizó originalmente como semilla, lo cual facilitó la dispersión de enfermedades de los cítricos transportadas por semillas. Cuando los cítricos empezaron a moverse como varetas o material vegetal enraizado, las enfermedades de los cítricos transmisibles por injerto también comenzaron a dispersarse por todo el mundo.

Los efectos devastadores de algunas de estas enfermedades de los cítricos transmisibles por injerto, como tristeza (*Citrus tristeza virus*), exhortaron el desarrollo de tecnologías para diagnosticar a los patógenos responsables de las enfermedades y sus posibles vectores. Estas tecnologías ya están establecidas en varios países y regiones productoras de cítricos, y son unas de las herramientas principales para la conservación y 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 las prospecciones para detectar y eliminar árboles infectados y la disminución de la población del vector en áreas amplias, establece la base de los programas regionales de manejo del HLB y otras enfermedades de los cítricos. Las medidas descritas más adelante tienen la finalidad de que se produzca material propagativo de viveros libre de toda enfermedad conocida que sea transmisible por injerto.

1.2 Importación y cuarentena

En la mayoría de las áreas de producción de cítricos es un requisito que el material propagativo de cítricos provenga de fuentes que se hayan sometido a prueba contra patógenos, y en donde se hayan seguido rigurosamente programas fitosanitarios sólidos de registro o certificación. El movimiento del material propagativo de cítricos debe estar sumamente reglamentado para disminuir el riesgo de introducción de enfermedades nuevas, plagas exóticas y cepas más virulentas de patógenos a las áreas productoras de cítricos libres de plagas. 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 el movimiento y confirmar la ausencia de plagas en el material propagativo antes de su movimiento. Dichos protocolos se aplican generalmente al movimiento a pequeña escala de material de fuentes nuevas como el material

propagativo de viveros o varetas, los cuales posteriormente se liberan únicamente después de la verificación de una condición fitosanitaria aceptable y/o un período de cuarentena posentrada el cual puede incluir la aplicación de terapia y realización de prueba. 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 aprobación de 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.

El material propagativo de cítricos que se le permite entrar podría someterse a uno de dos enfoques mientras se encuentra en cuarentena, como se indica aquí:

El enfoque clásico supone la contención y propagación del material vegetal importado, seguido de las 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 exitosamente durante muchos años en áreas con poca incidencia de enfermedades.

El enfoque de cultivo de tejido el cual consiste en el cultivo *in vitro* de la vareta importada, la recuperación de las plantas mediante el microinjerto 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 (por ejemplo, la embrionía nucelar y termoterapia), se ha comprobado que el MAC es eficaz contra todos los tipos de patógenos de cítricos sin inducir a una fase juvenil u otros efectos adversos en la variedad de cítricos, y actualmente se reconoce como el procedimiento terapéutico estandarizado.

El enfoque del cultivo de tejido 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 dejaban a discreción de la instalación de cuarentena en el punto de entrada cuál enfoque utilizar.

Como se indicó anteriormente, es un requisito en muchas áreas de producción citrícola 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 de cítricos dentro de un país o estado. Esto 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 para eliminar patógenos 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 de material sometido a prueba contra patógenos (ya sea un banco de genes o un programa de certificación) presenta menos riesgos que la obtención de material dentro del país.

1.3 Producción de plantas libres de plagas y verificación de que el material vegetal esté libre de enfermedades

Los protocolos para producir plantas libres de plagas y verificar su condición libre de enfermedades generalmente suponen aplicar terapias para eliminar los patógenos en la planta y varios métodos de pruebas con el fin de detectar patógenos. Estos protocolos usualmente se realizan bajo condiciones controladas y podrán llevarse a cabo antes de mover el material vegetal, después de la introducción de material vegetal nuevo 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 para termoterapia (PT 01: 2015) y MAC (PT 02: 2015). El MAC 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 elementos principales de un programa para la introducción segura de variedades nuevas de cítricos o el saneamiento de las variedades existentes. La detección de patógenos se fundamenta principalmente en el indexado biológico con plantas de cítricos indicadoras, complementadas con las pruebas de laboratorio. Varios factores determinarán las pruebas específicas 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 inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA, por su sigla en inglés) y las pruebas basadas en ácido nucleico tal como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por su sigla en inglés), siendo la PCR y la secuenciación del ADN los métodos principales de detección. También se han desarrollado recientemente las 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 los programas de cuarentena (véase también abajo) (Dang *et al.*, 2023).

Las pruebas de laboratorio podrán ser ventajosas en comparación con el indexado biológico: las pruebas sólidas pueden ofrecer una mayor especificidad, sensibilidad y precisión, son más rápidas, pueden automatizarse para realizar pruebas a gran escala para procesar un número grande de muestras en un período breve y requieren menos recursos humanos y físicos, así que generalmente resultan menos costosas. Sin embargo, las desventajas de la prueba de laboratorio son 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 (SOP, por su sigla en inglés) y con un sistema sólido de control de calidad. También puede haber limitaciones en la prueba si los técnicos no poseen el conocimiento previo de los patógenos que están tratando de detectar o si el antisuero o los primers de PCR necesarios para la prueba no están disponibles. Así mismo, en algunos casos, las autoridades normativas tal vez no acepten las pruebas de laboratorio de algunos países/estados/regiones. De ser así, estas limitaciones pueden evitarse mediante el indexado biológico en hospederos indicadores específicos (Navarro *et al.*, 1984).

Por consiguiente, el indexado biológico en los estudios en invernadero y la detección de patógenos en las pruebas de laboratorio se complementan, pero no se reemplazan entre sí. Para los fines de un indexado completo, si una prueba biológica está disponible para un patógeno, una prueba de laboratorio podrá utilizarse como complemento de 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 nuevamente a un número elevado de adquisiciones de germoplasma sometido a prueba contra patógenos, las pruebas de laboratorio con frecuencia son el único método factible de prueba. En este caso, una prueba de laboratorio a gran escala como la de HST, junto con las sondas específicas de oligonucleótidos, conocida también como la secuenciación de nueva generación (NGS, por su sigla en inglés), podrá ser un método factible. Los métodos de la HTS ahora se han evaluado 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 de los cítricos (Candresse *et al.*, 2014).

1.4 Instalaciones

Los programas de cuarentena y saneamiento para cítricos cuentan con requisitos muy específicos en

cuanto a instalaciones se refiere (Gumpf, 1999). Las instalaciones deberían ubicarse, de manera ideal, en un área con un clima adecuado para el cultivo de cítricos, pero lejos de áreas con producción comercial de cítricos. Esto no siempre resulta práctico. Por ende, es importante que las instalaciones de cuarentena se diseñen, construyan y manejen de tal forma que disminuyan al mínimo el riesgo de escape de los patógenos del material vegetal que se mantiene en ellas. También se deberían tomar medidas que disminuyan al mínimo otros riesgos fitosanitarios, tales como contaminación de otras plantas en la instalación, entrada/acceso de insectos y otras plagas y la dispersión de hongos, bacterias y patógenos virales dentro de las instalaciones. Las instalaciones también 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 las instalaciones (USDA-APHIS-PPQ 2010).

Se debería prohibir el acceso de todas las personas a las instalaciones salvo a aquellas que están autorizadas y capacitadas en cuanto a la conducta fitosanitaria apropiada. Las instalaciones deberían mantenerse cerradas con llave en todo momento, lo ideal es que estén cercadas y la cerca debe 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 que sea posible.

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

Las instalaciones deberían contar con invernaderos, invernaderos con malla (únicamente si lo permite la presión y el riesgo de la enfermedad y plaga), un laboratorio para cultivo de tejido y prueba contra patógenos, espacio para la oficina del personal y un área de recepción y reunión para los visitantes, así como para los programas educativos.

1.4.1 Invernaderos

Los invernaderos se utilizan para la producción de plantas indicadoras y portainjertos, para el indexado biológico así como el mantenimiento de la colección de árboles que se utilizan como controles positivos en el bioindexado y las pruebas de laboratorio. Los invernaderos deben contar por lo menos con dos cámaras, una cámara que se mantenga a temperatura fría y otra a temperatura elevada para la detección de patógenos transmisibles por injerto. Las salas deben contar con dispositivos independientes para el control del ambiente. El sistema de control del ambiente es el componente más importante del invernadero puesto que resulta vital para mantener las temperaturas necesarias. Se recomienda una tercera sala con temperatura intermedia y, de estar disponible, sería preferible utilizarla 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 deberían tener doble puertas con vestíbulos y con flujo de aire con presión positiva y/o cortinas de aire. Las entradas y salidas de aire también deberían protegerse (por ejemplo, con mallas) para excluir a los insectos.

1.4.2 Invernaderos con malla

Los invernaderos con malla generalmente se utilizan para el mantenimiento, bajo protección, de las plantas o para las plantas que se utilizan como controles positivos de menor riesgo, o las enfermedades endémicas o 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 insectos. Anteriormente, la construcción estándar requería que se utilizara mallas «a prueba de áfidos», pero la práctica actual recomienda el uso de mallas «a prueba de trips» o malla sombra al 95 %. El techo debería estar por lo menos a tres metros del suelo (preferiblemente cuatro a cinco metros). Los invernaderos con malla para el material vegetal

fundacional deben contar con un vestíbulo con doble puerta y flujo de aire con presión positiva y/o cortinas de aire. Debería evitarse el uso de invernaderos con malla en los programas de cuarentena de cítricos si los patógenos transmitidos por el aire tales como la bacteria que causa el cancro de los cítricos u otro insecto, enfermedad o factores de riesgo ambiental están presentes en el área. Se debería instalar una trampa pegajosa amarilla en el vestíbulo de doble puerta. Así mismo, en el interior de la instalación se colocarán trampas pegajosas amarillas cada 100 m.

1.4.3 Laboratorio

El laboratorio se utiliza para realizar pruebas de laboratorio y terapia. Es sumamente recomendable contar con áreas separadas dentro del laboratorio para la terapia y el cultivo de tejido. El diseño y la construcción del laboratorio dependen del alcance de su uso. Si se realizan tipos limitados de pruebas de laboratorio (por ejemplo, ELISA, cultivos microbiológicos, microscopía) podría ser suficiente contar con un laboratorio pequeño con suficiente espacio para acomodar el equipo de preparación de tejido, realizar pruebas y almacenar las muestras. Si se realiza una gran variedad de pruebas de laboratorio o se manipula un número grande de muestras, se necesitará un laboratorio más grande para acomodar el equipo adicional, el almacenamiento en frío y el personal. Si se realizan pruebas moleculares, es necesario establecer otras áreas para diferenciar las funciones tales como procesamiento de muestras, extracciones de ácido nucleico, preparación de mezcla maestra, establecimiento de las reacciones, sala de termocicladores y de ser necesario, visualización de resultados en electroforesis en geles con tinción.

1.4.4 Áreas de personal y visitantes

El personal debería tener acceso a un espacio de oficina apropiado con el fin de almacenar registros y literatura y tener acceso a estos, trabajar en las computadoras para preparar los experimentos de indexado, informes y material educativo, así como preparar o imprimir las etiquetas, trabajar en el inventario de plantas, etc. No es raro para los inspectores del gobierno, interesados de la industria, visitantes internacionales u otros solicitar o necesitar una visita a una instalación de cuarentena de cítricos ya sea para fines oficiales (por ejemplo, inspección para un permiso o de un envío) o para fines educativos (por ejemplo, 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 (por ejemplo, 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 supervisado, los visitantes deberían recibirse en una sala de reuniones, lejos de cualquier material vegetal para completar la reunión o el evento de negocios o educativo.

1.4.5 Material vegetal

Después de la liberación de la cuarentena, las plantas se mantienen bajo protección en un banco de germoplasma (banco de genes, véase más adelante), bloque fundacional y/o lote de aumento de yemas como árboles en macetas que crecen en un sustrato esterilizado. Esto representa algunas ventajas obvias en cuanto a la prevención de enfermedades, fertilización, protección contra heladas y la capacidad de manipular y mover los árboles, entre otras ventajas. El cultivo de los árboles en macetas permite cambiar el número de árboles que se mantienen por variedad o genotipo. Sin embargo, el mantener árboles en el suelo, en algunos casos, es la única forma de proporcionar cantidades grandes de varetas. Los árboles que se mantienen bajo mallas u otras estructuras protectoras, ya sea en macetas o en el suelo, por lo general no son adecuados como fuentes de fruta usadas para la caracterización y evaluación de la calidad. La observación de cualquier fruta que se produce dentro de las estructuras protectoras ayuda a determinar la pureza genética de los genotipos y detectar posibles adquisiciones identificadas erróneamente y posibles quimeras. Estas son consideraciones muy importantes cuando se liberan las varetas para la certificación.

1.5 Banco de germoplasma

Un banco de germoplasma es una colección de la variedad más amplia posible de genotipos, los cuales se mantienen independientemente de su uso comercial o potencial. Un banco de germoplasma podrá apoyar la investigación científica a la vez que suministra genotipos específicos para la industria a través de un sistema de certificación o 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 tienen un programa para la preservación a largo plazo bajo condiciones de criogenia o de cultivo de tejidos. Estos programas son muy importantes para la preservación a largo plazo de material genético valioso y de la diversidad, pero estas son actividades que están restringidas solamente a algunas instalaciones.

Los bancos de germoplasma deben tener acceso con doble puertas, pediluvios, cortinas de aire, pantallas a prueba de áfidos y trampas pegajosas para insectos vectores. Un banco de germoplasma, especialmente uno que apoya un sistema de certificación o de plantas libres de plagas, debería mantenerse en estructuras que lo protejan de las plagas. Cuando se cuente con suficientes recursos, una opción sería contar con una colección plantada en el campo para fines de caracterización y evaluación y como una fuente de semillas y tejido para investigación. En algunos casos, los recursos son insuficientes para las estructuras protectoras y una plantación en campo podrá representar los únicos árboles que están presentes en un banco de germoplasma. Esto no es aconsejable debido a que los árboles en campo son vulnerables a las plagas y al estrés abiótico, tales como temperaturas altas y estrés por humedad. 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 y antes 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 del banco 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 anuales 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 los datos de origen e identificadores únicos para los genotipos y árboles individuales, así como la información del manejo (por ejemplo, de propagación, ubicación). Se debería obtener y documentar la mayor cantidad de datos de caracterización y evaluación adicionales que sean posibles. Cada árbol debería tener un número de registro en una etiqueta permanente.

1.6 Bloque fundacional

La base de todas las propagaciones adicionales en un sistema de certificación o de plantas libres de plagas es el bloque fundacional. El ámbito del bloque fundacional es menos amplio que el de un banco de germoplasma. Un bloque fundacional apoya directamente a una industria y está compuesto de variedades comerciales y variedades con potencial comercial. Las variedades que no se utilizan en la producción comercial deberían mantenerse en un banco de germoplasma y deberían alcanzar una condición fitosanitaria elevada (véase más abajo).

Los bloques fundacionales deben tener acceso con doble puertas, pediluvios, cortinas de aire,

pantallas a prueba de áfidos y trampas pegajosas para insectos vectores. El material que se mantiene en un bloque fundacional debe cumplir con una norma fitosanitaria alta; generalmente esta corresponde 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 un programa de introducción o de saneamiento (por ejemplo, terapia e indexado). Las plantaciones del bloque fundacional se someten a pruebas adicionales en forma periódica para detectar patógenos tal como lo exigen los reglamentos fitosanitarios. Las enfermedades más importantes desde un punto de vista de las pruebas adicionales son las enfermedades endémicas que sus vectores dispersan en forma natural. El material en un bloque fundacional que cumple con normas fitosanitarias altas 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 reglamentos y las circunstancias, las instituciones gubernamentales o académicas y/o los viveros privados podrán mantener los bloques fundacionales. En el pasado, los bloques fundacionales habían incluido tanto los bloques fundacionales protegidos de material inicial (madre) y los bloques fundacionales 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. Los bloques fundacionales 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 propagados de los materiales fundacionales con el fin de observar, evaluar y documentar la producción de fruta y las características de crecimiento del árbol. El material vegetativo, salvo las semillas provenientes de los árboles cultivados en campo, no debería utilizarse para la propagación.

La documentación relacionada con un bloque fundacional incluye alguna de la misma información que la que se utiliza para manejar un banco de germoplasma, tales como los datos sobre el origen, los datos fitosanitarios y de manejo. Generalmente, a cada árbol del bloque fundacional se le asigna un código especial que permite rastrear a todas las yemas que se distribuyeron a la industria hasta un árbol individual en el bloque fundacional. Esto es importante si se observa una enfermedad o una anomalía en los árboles propagados de las yemas que se originen directa o indirectamente del bloque fundacional. 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 de la instalación del bloque fundacional. Las entidades normativas generalmente emiten y mantienen los códigos únicos. Así mismo, deben mantenerse repeticiones del material vegetal, por lo menos de dos plantas por cada variedad.

1.7 Bloque de reproducción de yemas

Debido a los gastos relacionados con el mantenimiento y las pruebas adicionales de los árboles en el bloque fundacional, generalmente se mantienen en dichos bloques únicamente dos a seis árboles de cada variedad. Este número no es suficiente para suministrar las varetas con el fin de propagar los árboles de viveros. Por ende, el material del bloque fundacional generalmente se utiliza para establecer los bloques de reproducción (multiplicación) de yemas, lo cual permite la multiplicación rápida y eficiente de las 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 los bancos de germoplasma y los bloques fundacionales, los bloques de reproducción de yemas deberían tener acceso con doble puerta, pediluvios, cortina de aire, cubierta con malla a prueba de áfidos y trampas pegajosas amarillas para insectos vectores. Los bloques de reproducción generalmente tienen una vida útil definida, parámetros los cuales determinan las autoridades normativas. Este período de vida puede extenderse algunas veces después de haber realizado 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 de los árboles del bloque fundacional. Al igual que el banco de germoplasma y bloque fundacional, las autoridades normativas

autorizan e inspeccionan al bloque 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 ya sea de los bloques fundacionales o del material de los bloques de reproducción de yemas. La producción podrá estar protegida o estar en el campo: la selección del método dependerá de las condiciones fitosanitarias del área, que a su vez determina los riesgos de contaminación. La entidad normativa autoriza los requisitos existentes para la certificación y 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. Como mínimo, se recomienda realizar diagnósticos anualmente para la detección del HLB en el bloque de reproducción de yemas.

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 mediante el uso de tecnologías de estructuras protectoras que actualmente están disponibles. Los árboles fuente de semilla se someten a prueba 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 informes de los patógenos de cítricos transmisibles por semillas son esporádicos y no son constantes, y la mayoría de los principales patógenos de cítricos transmisibles por injerto, incluida la bacteria relacionada con el HLB, no se han reportado que se transmiten por la semilla debido a que dichos patógenos están limitados al floema y la anatomía de la semilla de los cítricos no incluye conexiones al floema entre el tejido maternal de la semilla (por ejemplo, cubierta de la semilla) y el embrión en desarrollo. Por ende, no existe una vía mediante la cual un patógeno limitado al floema pueda colonizar al embrión, de tal forma que las plántulas germinadas no contienen al patógeno.

La práctica preferida es plantar árboles fuente de semilla que cumplan con todos los criterios pertinentes a las plantas libres de plagas o de certificación, protegerlos contra vectores y muestrearlos periódicamente para detectar patógenos transmitidos por vectores que sean endémicos al área. La prueba debería incluir a los patógenos que se han informado que se transmiten por semillas, así como otros patógenos de interés fitosanitario o cuarentenario para el área, para disminuir el riesgo de fuentes de semillas que sirvan como fuentes de inóculo y que puedan amenazar a un programa de material propagativo libre de plagas, tales como árboles de bloque fundacional 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, 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 a los árboles fuente de yema más pequeños. Además, la floración y fructificación se dificultan o no son constantes en estructuras protectoras.

Pocos viveros comerciales producen y utilizan los portainjertos de cultivo de tejido, pero no se utilizan de manera rutinaria en este momento. 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 del material propagativo de cítricos deberían seguir todos los reglamentos concernientes a cítricos y a 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 de la venta del material propagativo deberían documentarse. De solicitarse, esta

información debería ponerse a disposición de los funcionarios normativos. Los viveros y las autoridades normativas determinarán el formato actual para la documentación según las condiciones locales.

La producción del material propagativo de cítricos para la venta debería realizarse en estructuras protectoras. Debería establecerse un programa de control de plagas que incluya monitoreo, actividades de control y la documentación apropiada. Los árboles de cítricos deberían protegerse hasta el momento que salen del vivero de producción masiva. La exposición a las condiciones sin protección debería mantenerse al mínimo durante las actividades de carga de árboles para transportarlos fuera del sitio. Las instalaciones de viveros de producción masiva están sujetas a inspección. Los árboles deberían someterse a tratamiento contra vectores de enfermedades (insectos y ácaros) mediante el uso de un insecticida sistémico y foliar antes de transportarlos fuera del sitio. Para estos tratamientos debería considerarse los requisitos fitosanitarios establecidos por las ONPF. Los árboles nunca deberían devolverse al vivero una vez que hayan vendido.

1.9.2 Viveros expendedores

Los viveros expendedores, que tengan como objetivo la comercialización 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 del HLB o su vector) deberían mantenerse en una estructura protectora. Los árboles deberían monitorearse y someterse a tratamiento contra vectores de enfermedades, especialmente en áreas con presencia del HLB o su vector, y en situaciones sin protección. Los reglamentos podrán limitar el tiempo máximo de estancia de los árboles de cítricos en los viveros expendedores y el número de árboles que se permitirán allí en cualquier momento determinado, especialmente, ante la ausencia de estructuras protectoras. Los hospederos alternos del HLB y su vector deberían estar sujetos a las mismas normas que los cítricos si ellos están presentes en el vivero expendedor, puesto que una vez que salgan del vivero expendedor 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 es una plaga considerable que afecta a los cultivos de cítricos, y las estrategias eficaces de manejo suponen el control de sus poblaciones con el fin de mitigar los efectos económicos y ecológicos. Las investigaciones recientes (Bassanezi *et al.*, 2013) demostraron que el manejo regional (áreas amplias) del PAC en Brasil fue mucho más efectivo para disminuir de manera considerable las poblaciones en comparación con el manejo que se realizó en cada huerto. En Florida y Texas (EE. UU.) se realizaron observaciones similares puesto que las aplicaciones coordinadas ofrecieron un control residual eficaz y prolongado que los programas de aplicación por huerto (Graham *et al.*, 2020). Los componentes clave del enfoque de sistemas son la cooperación de los productores, las acciones coordinadas de control y las interacciones con las autoridades de protección fitosanitaria, los investigadores y el apoyo del gobierno mexicano (Martínez-Carrillo *et al.*, 2019).

El manejo más eficaz del PAC generalmente sucede cuando un grupo de productores en una región o área definida acuerdan trabajar de manera coordinada. 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 la plagas dentro de un área delimitada» (Hendrichs *et al.*, 2007). El objetivo principal de estos programas coordinados es disminuir las poblaciones del PAC, mitigar el riesgo de introducción de la enfermedad y proteger los cultivos de

cítricos.

En México, estos programas se han denominado Áreas de Manejo Epidemiológico Fitosanitario (AMEFI), se operan en 22 estados productores de cítricos, en donde se realizan diferentes acciones de manera coordinada con el objetivo de disminuir las poblaciones del PAC, así como evitar las reinfecciones del HLB en las huertas y por ende, el incremento de la carga de inóculo entre las áreas y dentro de ellas mediante las actividades de monitoreo y control químico y biológico. Las AMEFI están diseñadas para implementar las medidas de control de manera coordinada entre los productores en áreas citrícolas definidas estratégicamente. Las AMEFI forman bloques característicamente extensos o mayores de 1,000 hectáreas bajo un esquema de rotación de insecticidas y, de ser posible, mediante el uso de agentes de control biológico en un esquema de manejo integrado que también utiliza el monitoreo del vector y el control de focos de la enfermedad (SENASICA 2021). México también cuenta con un programa nacional de monitoreo de la resistencia en donde se evalúa la eficacia de las aplicaciones de plaguicidas en campo a la vez que se revisan los cambios en la respuesta del adulto, la cual se caracteriza como tres veces el 95 % de la dosis letal (García-Méndez *et al.*, 2016; Villanueva *et al.*, 2019; Osorio *et al.*, 2019).

En Estados Unidos, estas 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 han creado específicamente para los esfuerzos coordinados; sin embargo, dichos esfuerzos también pueden implementarse en las áreas designadas existentes (tal 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 vectores que sobrevivieron el invierno y durante los períodos de brote. El Departamento de Alimentos y Agricultura de California (CDFA, por su sigla en inglés) podrá aumentar los tratamientos coordinados por los productores mediante la aplicación de tratamientos a propiedades residenciales que se encuentran cerca de la producción comercial de cítricos, si los productores cumplen con los requisitos para recibir tratamiento adicional en las áreas de amortiguamiento residenciales que se encuentran alrededor del área de manejo del psílido. Las AMEFI también apoyan la disminución de las poblaciones del vector en áreas residenciales cerca de las áreas comerciales de producción de cítricos. En estas áreas, en donde no siempre fue factible las aplicaciones de insecticidas convencionales, se promovió el uso de aceites, jabones y subproductos, así como la liberación de agentes de control biológico.

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 compuesto de representantes de las entidades, instituciones, grupos de interesados y organizaciones pertinentes (por ejemplo, entidades normativas, gobierno local e industria de cítricos [productores y asociaciones de procesadores de cítricos], apicultores, asociaciones de viveristas certificados e instituciones que realizan investigación en cítricos) (SENASICA 2021). Estos grupos de trabajo son decisivos en la implementación de estrategias de manejo en áreas amplias y juegan un papel primordial en asegurar el cumplimiento de los reglamentos relacionados con el HLB (Singerman y Page 2016, Stelinski *et al.*, 2022, UF/IFAS 2023).

En México, las AMEFI se encargan 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 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. Las AMEFI están integradas por técnicos de la ONPF y del gobierno local, productores, apicultores y asociaciones de procesadores, así como los coordinadores del programa del manejo del HLB en las AMEFI, un técnico del Consejo Estatal de Productores e investigadores de instituciones que realizan investigación en cítricos en la región.

En Texas se creó la Corporación para el Manejo de Plagas y Enfermedades de Cítricos (Citrus Pest and Disease Management Corporation, CPDMC, por su sigla en inglés) en el 2013 para abordar específicamente los asuntos relacionados con el PAC y HLB, pero posteriormente se expandió el ámbito de esta corporación para abordar todas las plagas invasoras 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 trabaja estrechamente con el gobierno estatal con el fin de evaluar y guiar las actividades de manejo de plagas.

Un grupo técnico dedicado al HLB juega un papel primordial puesto que brinda recomendaciones en cuanto al manejo y la manera de abordar otros asuntos técnicos, tal como el número, el tamaño y la ubicación de las áreas de manejo regional; la priorización de las áreas con proclividad al surgimiento de brotes epidémicos del HLB; los períodos de aplicación de plaguicidas en toda la región; el nivel crítico para el control del PAC y la rotación de plaguicidas. El grupo también puede participar en la capacitación de los interesados, productores y otro tipo de personal técnico que forme parte de las instituciones estatales o federales, las organizaciones de extensión agrícola y los productores. En Texas la CPDMC está integrada 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 alcanzar las metas y reducir 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 como en el 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 así como dar seguimiento a las actividades de control regional. Estas actividades podrán incluir el monitoreo catorcenal, la programación de aplicaciones de plaguicidas y la aplicación de medidas de control dirigidas en las áreas específicas de enfoque. La participación de las autoridades fitosanitarias 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 debería 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 conducirlos de forma apropiada de tal forma que los resultados se apliquen de manera oportuna en campo. En cuanto al aspecto biológico y epidemiológico, 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 PAC 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 PAC, así como la forma en la que está evolucionando la resistencia a los insecticidas (Qureshi *et al.*, 2014)
3. la investigación de la influencia de los estadios fenológicos de las brotaciones sobre la biología y dinámica poblacional del PAC 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
5. el manejo de otras plagas que convergen en las áreas de manejo.

Al abordar estos aspectos mediante experimentos, el enfoque del manejo regional del HLB se puede refinar aún más y optimizarse.

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 los productores. Esto puede comprender el análisis de los problemas tales como intereses opuestos, falta de conocimiento o entendimiento, limitaciones económicas, incompatibilidad de horarios o canales de comunicación limitados u obsoletos. 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 falta de voluntad para participar de manera coordinada. La desconfianza de los líderes y autoridades aumenta de manera considerable la vulnerabilidad del HLB para los productores en dos ubicaciones en Veracruz, México (Aguilar-Roman *et al.*, 2020). Por ende, los procesos para mejorar el liderazgo local y aumentar la participación social deben implementarse para mejorar los resultados de las campañas fitosanitarias. 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 se utiliza un técnico facilitador fitosanitario (TFF) para ayudar a promover la colaboración. 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 su vector y realizar actividades de divulgación con la comunidad sobre el manejo integrado de cultivos. Durante las reuniones con los interesados 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 requiere la colaboración con las instituciones de investigación, asociaciones de la industria, entidades gubernamentales y otros interesados.

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 fundamental que los productores de traspatio entiendan la necesidad de comprar plantas de cítricos producidas únicamente en viveros certificados por el estado. 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.

García-Figuera (2021, 2022) evaluaron los factores que impulsan o previenen la adopción de prácticas de manejo en California y la manera en la que los esfuerzos de divulgación podrían ayudar a brindar una respuesta más eficaz ante una enfermedad invasora. Sus resultados demostraron que la vulnerabilidad que se percibe al HLB, la voluntad de mantenerse informado, la comunicación con las redes formales e informales y el tamaño de la finca son factores pertinentes para la adopción de los programas de control.

Función de los productores

Para asegurar el manejo regional eficaz, los productores son los actores clave para el éxito en el manejo de la enfermedad y su vector y deberían participar activamente, junto con los expertos técnicos, en la evaluación de los datos recolectados. México ha exhortado a los productores a adoptar estrategias de manejo desde la primera detección del HLB. Sin embargo, el número de productores que actualmente realizan las acciones con el acompañamiento del personal normativo es bajo, por lo que es necesario implementar 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 amarillas y de los brotes en un sitio web el cual publica la información de manera quincenal y las recomendaciones para aplicaciones de plaguicidas en los lugares críticos. Los tratamientos deben realizarse en colaboración con los productores. En Florida, los productores y las entidades normativas implementaron un método de «muestreo por golpeteo» (tap) el cual brinda los datos 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 (Martinez-Carillo *et al.* 2019; Qureshi y Stansly 2007; Qureshi *et al.*, 2009; Stansly *et al.*, 2009a).

Los productores deben estar convencidos de la importancia de asociarse activamente 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 su vector. Para lograrlo, se prevé la concientización 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 función en el combate para la disminución de poblaciones del psílido, lo cual repercutirá directamente en la producción de sus huertos y en la protección de la citricultura nacional.

Los productores de las diferentes regiones cítricas se organizan para aplicar los tratamientos en un período regular, en coordinación con el TFF y el personal encargado de las AMEFI. La definición de los períodos de aplicación regional se fundamenta en el análisis de datos del monitoreo del PAC y otras plagas, las condiciones climáticas, la fenología del cultivo, así como de informes de pérdida de susceptibilidad del PAC a los ingredientes activos del plaguicida. Es importante señalar que el número de aplicaciones del tratamiento que se realizan en una región puede variar de acuerdo con la suficiencia presupuestaria de la ONPF o de los productores. En este sentido, se prioriza la ejecución de tratamientos en una región. Estos tratamientos pueden realizarse con plaguicidas u hongos entomopatógenos dependiendo de la región, el período, la especie cítrica y la plaga objetivo.

En Texas, los productores jugaron un papel decisivo en la adopción temprana de las medidas 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 en acres. Por lo tanto, en la mayoría de las reuniones de divulgación los representantes de los productores siempre presentaban a otros productores los casos de éxito que habían 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 es posible cuando se trata 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 vector, etc.).

Por ende, también pueden definirse estrategias para incentivar la participación de los productores. El CDFA podrá realizar aplicaciones adicionales de insecticidas en las áreas de amortiguamiento residenciales alrededor de los huertos que participan en las aplicaciones coordinadas del área amplia. 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 psílido determinada, se necesita un nivel alto de participación voluntaria de los productores en cuanto a las aplicaciones en el área amplia (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 árboles infectados durante las etapas iniciales de la epidemia del HLB en el ámbito regional o del huerto es muy efectiva. En cuanto la infección se dispersa más, los productores se muestran renuentes a eliminar cantidades grandes de árboles. Por consiguiente, ellos 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 (Atta *et al.*, 2023; Chinyukwi *et al.*, 2024; Halman *et al.*, 2022; Hallman *et al.*, 2023; Kadyampakeni *et al.*, 2023; Kwakye *et al.*, 2023).

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 facilitan el entendimiento 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 monitoreos y evaluaciones efectivos.

Para lograr un control regional eficaz del PAC, y por consiguiente del HLB en México, 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 en todas las áreas afectadas sensibilice a la comunidad y a los productores sobre el programa y sus objetivos. 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 activa 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 y metodologías participativas, así como estrategias para incentivar la participación social y organización comunitaria. Además, su retroalimentación es importante para la obtención y el análisis de datos sobre los factores sociales de las áreas donde exista producción cítrica, 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 normativa (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. 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 la Corporación para el Manejo de Enfermedades y Plagas de Cítricos de Texas (TCPDMC, por su sigla en inglés) la cual es un grupo de productores. El establecimiento de áreas amplias de manejo regional tales como las CHMA, PMA y AMEFI es crucial en la elaboración de un plan eficaz. Es importantísimo establecer un organismo coordinador para cada área de gestión para asegurar el seguimiento oportuno y la continuidad del programa. Por ejemplo, en California, se utilizan los contactos de los productores para diseminar la información que se ha de divulgar y se 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 ofrecen rutinariamente talleres de capacitación dirigidos a los productores y técnicos, los cuales se centran en el reconocimiento de síntomas, identificación del insecto vector, insecticidas autorizados para el manejo del PAC, buen uso y manejo de agroquímicos, organismos de control biológico 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 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 de la CPDPD del 2022).

Comunicación y divulgación

Uno de los aspectos más importantes de un programa de manejo regional 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 el 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 las actividades acerca de las plagas de cítricos y su 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 el PAC. El uso de publicaciones de extensionistas junto con revistas comerciales y publicaciones científicas son herramientas de información 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. Por ejemplo, los protocolos de tratamiento así como los plaguicidas que se recomiendan podrán publicarse en un sitio web dedicado o la vía de divulgación que la autoridad fitosanitaria de cada país determine.

2.2.4 Priorización de las áreas de control regional

La autoridad normativa debería impulsar de manera prioritaria el establecimiento de programas de áreas amplias de manejo del PAC y HLB en regiones con condiciones conducentes a brotes del 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 considerables 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 distancias entre sitios (como fuente de infección). Estos criterios formarán la base para la toma de decisiones en cuanto al tamaño y la forma del área de control, así como el número de productores participantes.

En California, las PMA se han diseñado para optimizar la comunicación entre el contacto regional de productores del Programa de prevención de plagas y enfermedades de cítricos, los líderes locales del equipo que son voluntarios y el grupo de productores con huertos comerciales de cítricos ubicados dentro de cada PMA. Se establecen límites en dichas PMA 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). Este no es el caso de México en donde debido al tamaño de los huertos per cápita, las AMEFI incluyen a cientos de productores a la vez, lo cual dificulta su implementación.

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. 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 pegajosas amarillas para medir las poblaciones del PAC y relacionarlas con las especies hospedadoras. Estas trampas cumplen varias funciones, entre ellas: 1) evaluar la eficacia de las aplicaciones de plaguicidas y las liberaciones de agentes de control biológico; 2) determinar los períodos óptimos para las aplicaciones regionales de plaguicidas; 3) disminuir al mínimo las aplicaciones innecesarias de tratamientos e 4) identificar brotes del vector por huerto (focos de infestación). En un estudio comparativo que se realizó con Brasil y Texas, el uso de trampas pegajosas amarillas fue el método más sensato para detectar las poblaciones bajas del PAC y comparar la eficacia de los diferentes tratamientos (Miranda *et al.*, 2018; Monzo *et al.* 2015). Los datos de trampeo deberían recolectarse semanal o quincenalmente y enviarse a un punto centralizado para su procesamiento. Los sistemas de información deberían almacenar los datos y permitir su análisis para la toma de decisiones en los diferentes niveles (por ejemplo, estatal, por huerto). Para que el trampeo sea más eficaz, las trampas pegajosas amarillas podrán colocarse en los márgenes de los huertos en donde se encuentra la mayoría del PAC (Sétamou y Bartels 2015). En California, las trampas pegajosas amarillas se colocan dentro de los huertos y sus alrededores para detectar al PAC y guiar la aplicación de plaguicidas.

En el caso de México se diseñó e implementó un sistema de monitoreo para el PAC fundamentado en un sistema de trampeo denominado SIMDIA (Sistema de monitoreo de *Diaphorina citri*), véase <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. 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 vector y la aplicación de otras estrategias de manejo.

En México, el monitoreo visual directo en huertos 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 del inspector. Se cuantificará la cantidad de ninfas y adultos del PAC y se determinará el tamaño de dichos brotes infestados. Los datos obtenidos serán útiles para conocer la fluctuación poblacional del PAC, el cual causa la infección primaria en los huertos, por otro lado, para determinar el período oportuno para realizar su control. Los datos también pueden ayudar a mitigar el riesgo de dispersión del PAC a áreas sin presencia de la enfermedad y, por otro lado, evitar la

generación de infecciones secundarias en áreas con presencia del HLB.

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 razonable, 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 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 trampas pegajosas amarillas o métodos de muestreo al vacío.

El programa de respuesta para la 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 las 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 trapeo, 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, el muestreo por golpeteo se realiza (tras al surgimiento de un brote obtenido a través del monitoreo directo) con el objetivo de delimitar brotes del PAC y monitorear aplicaciones localizadas de plaguicidas. Los brotes pudieran estar delimitados por un grupo de árboles o áreas como periferias de huertas. El golpeteo 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 a los tratamientos necesarios.

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 y del vector. Esta actividad adquiere mayor relevancia en áreas donde la enfermedad es endémica, lo cual permite el establecimiento de umbrales regionales de acción que mitiguen la diseminación de la enfermedad a áreas de baja incidencia.

Observación visual

La APHIS PPQ ha realizado observaciones visuales de las densidades de ninfas desde el 2010 para monitorear el efecto de las actividades de control biológico contra el PAC (Flores y Ciomperlik, 2017).

Detección de brotes del HLB y determinación del nivel de infección

Para detectar la presencia de la bacteria del HLB, se realiza una búsqueda de síntomas en plantas y tejido de planta y se recolectan los posibles vectores 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. En Texas, los productores continúan eliminando activamente los árboles infectados durante el establecimiento del huerto (desde que los plantas 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 para 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 necesario para inspeccionar árboles grandes. California utiliza una prospección fundamentada en el riesgo para la detección temprana del HLB en áreas residenciales. El riesgo se determina mediante diversos factores tales como los datos de viajes internacionales, la densidad del PAC, las muestras del PAC con resultados positivos al CLas, 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 clima. Con la aplicación de estos factores, se determina el riesgo total de cada cuadrante de milla cuadrada lo cual da lugar a una densidad de trampeo recomendada (Plan de acción de la CPDPD del 2022).

Si el objetivo es evaluar la eficacia de los programas de manejo o brindar información sobre tasas de detecciones positivas del HLB, podría ser valioso dedicar tiempo para estimar la incidencia del HLB. Un método sencillo en California 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 *Liberibacter*, pero tal vez no cumplan con las normas para obtener 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 del laboratorio (Plan de acción de la CPDPD del 2022).

2.2.6 Uso racional de insecticidas

Tanto en las aplicaciones regionales totales como en la atención de focos de infestación individuales, se deben utilizar de manera prioritaria los plaguicidas que cuentan con registro por la autoridad competente para su uso específico contra el PAC en cítricos. El protocolo de las AMEFI utilizado en México (<https://www.gob.mx/senasica/documentos/estrategia-operativa-plagas-reglamentadas-de-los-citricos-69755>) hace énfasis en la rotación de los plaguicidas para el manejo de la resistencia del insecto y en disminuir la emergencia de plagas secundarias, como la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi*).

El protocolo de California para el tratamiento contra el PAC consiste en realizar un tratamiento doble el cual incluye la aplicación foliar para lograr un efecto inmediato y un tratamiento sistémico para lograr una protección duradera y prolongada (<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 basarse en un solo tipo de insecticida para el control del PAC. Es necesario realizar una rotación del modo de acción de los productos del Comité de Acción contra la Resistencia a Insecticidas (IRAC, por su sigla en inglés) en los programas de control del PAC durante toda la temporada.

El control del PAC con químicos aún proporcionará beneficios en cuanto a un rendimiento mayor, incluso si la incidencia del HLB alcanza el 100 % (Chen *et al.*, 2022). Sin embargo, un enfoque con niveles críticos durante la temporada de crecimiento probablemente sea más eficaz en función del costo que las aplicaciones mensuales. La selección del insecticida dependerá de otras plagas que estén presentes al momento de la aplicación. No se recomienda realizar aplicaciones consecutivas del mismo tipo (modo de acción) de insecticidas. La selección del químico dependerá de varios parámetros, incluido lo que se ha estado utilizando durante la temporada (para no exceder la cantidad máxima permitida por temporada), el intervalo precosecha (puesto que las aplicaciones en estado latente también se realizan durante la temporada de cosecha) y los costos que el productor considere razonables. La selección de productos de cítricos que se han de exportar debe considerar los requisitos del país de destino. En general, los químicos que se utilicen deberían ser de bajo riesgo

para el medio ambiente e inocuos para los humanos y animales (Cortéz *et al.*, 2013).

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 de 50 a 400 metros de la detección del PAC fuera de las áreas del estado que están generalmente infestadas. El control con químicos que se aplica está dirigido y ayuda a disminuir o eliminar las poblaciones del PAC. Además de las aplicaciones durante la temporada de crecimiento, en regiones en donde se ha establecido el 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 entre ellos en áreas regionales o áreas amplias de manejo (tales como las AMEFI, la 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 preciso de las aplicaciones. Se exhortará a todos los productores a realizar las aplicaciones en sus huertos con un intervalo de dos semanas.

Los brotes de plaga suceden con frecuencia 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 moverse los PAC adultos a los huertos (Sétamou *et al.*, 2022). En estos casos, las aplicaciones dirigidas se pueden realizar con un volumen bajo o reducir el número de aplicaciones.

Algunos productores han adoptado el programa de tratamiento de los márgenes de los huertos, específicamente entre los ciclos principales de brotación. Dicho programa previene las incursiones del PAC al huerto (Sétamou y Alabi 2018). Su éxito depende de un buen programa de monitoreo para detectar a los adultos del PAC antes de un ciclo nuevo de brotes. Para prevenir incursiones adicionales del PAC en los huertos que participan en los tratamientos coordinados en California, el CDFA también podrá aplicar insecticidas a los cítricos que se producen en un área de amortiguamiento entre 250 y 800 metros alrededor de estos 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 para el control del PAC por lo general son parte de un enfoque de control de múltiples plagas. Aunque se realizan aplicaciones específicas para el psílido, la mayoría de las aplicaciones son mezclas en tanques que atacan a otras plagas importantes que están presentes en el huerto al momento de la aplicación. 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 plagas secundarias 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 en tanques dirigida a las plagas que están presentes en los huertos al momento de la aplicación de dicho plaguicida, lo cual disminuye de esta manera el número de aplicaciones durante el año.

No es conveniente aplicar tratamientos químicos de amplio espectro a los árboles durante la época de brotación puesto que estos afectarán a los enemigos naturales y 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 débil o no esté activo (Qureshi, inédito). Los productores deberían monitorear activamente las poblaciones adultas así como las inmaduras del psílido durante el ciclo de brotación y realizar aplicaciones si persiste una tendencia creciente de las poblaciones en un período de tres semanas. Deberían utilizarse únicamente productos que estén registrados.

Las 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 residencial de amortiguamiento, cuando sea factible y junto con las autoridades normativas (entidad federal, estatal o local) y los productores comerciales, podrá realizarse para brindar protección a los huertos comerciales. El tratamiento en un área de amortiguamiento residencial ayudará a alejar más las poblaciones del PAC de los huertos comerciales y por ende, disminuirán al mínimo la reintroducción. California podrá implementar tratamientos alrededor de las producciones comerciales de cítricos para los productores que cumplen los requisitos para otorgarles tratamientos adicionales en las zonas de amortiguamiento residencial alrededor del PMA (Plan de acción de la CPDPD del 2022).

2.2.7 Control biológico

El uso del control biológico es una estrategia importante en la disminución de la densidad de población del PAC. El control biológico ayuda a disminuir el deterioro ambiental debido al uso de agroquímicos. Entre los agentes disponibles de control biológico contra el PAC se incluyen los depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos.

Para algunas áreas y sitios dentro de un área de manejo podrá ser difícil realizar aplicaciones químicas, por ejemplo, en el caso de productores orgánicos que únicamente utilizan productos orgánicos aprobados por el Instituto para la Revisión de Materiales Orgánicos (OMRI, por su sigla en inglés). En ambientes urbanos en donde los propietarios residenciales pueden tener árboles de cítricos, los tratamientos químicos no siempre son factibles o aceptables. En estos casos, el uso, la conservación, producción masiva y liberación de agentes de control biológico resulta especialmente útil. El control biológico no es una solución a corto plazo, pero contribuye con el manejo sostenible de las poblaciones del PAC.

En California, el CDFA cría *Tamarixia radiata*, (Hymenoptera; Eulophidae) (Chen *et al.*, 2014; Michaud, 2002) en instalaciones de laboratorio controladas. Se liberan estos parasitoides en áreas alrededor de las detecciones del HLB, cerca de la frontera de California-México, a lo largo de las rutas comerciales y en áreas residenciales para complementar los tratamientos químicos. México produce y libera millones de especímenes de *Tamarixia radiata* al año.

2.2.7.1 Control biológico con artrópodos

Entre los depredadores para el control del PAC resultan sumamente eficaces las crisopas adultas e inmaduras (Neuroptera: Chrysopidae) debido a su gran capacidad de alimentación y disponibilidad en el mercado. Las crisopas de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* pueden utilizarse como reguladores de poblaciones de ninfas del PAC. *citri* (Qureshi y Stansly 2009; Cortéz-Mondaca *et al.*, 2011; Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). Las mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae) tales como *Olla v-nigrum* son depredadoras importantes de las ninfas del PAC (Qureshi y Stansly 2009; Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). Se identificaron recientemente a otros dos coccinélidos atacando a ninfas del PAC: *Exochomus insatiable* (Rodríguez-Vélez, 2018) y *Cheilomenes Immaculata* (Chávez *et al.*, 2017; Chávez *et al.*, 2019), los cuales pueden producirse comercialmente. La mariquita de dos puntos *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) (Khan *et al.*, 2016) es un depredador eficaz de ninfas del PAC. Otro parasitoide de *D. citri* es *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Bistline-East *et al.*, 2015). Se introdujo a Florida desde Taiwán (Hoy y Nguyen 2001), aunque no ha sido tan eficaz como *T. radiata*. *D. aligarhensis* está presente en algunas regiones de Estados Unidos y México (Cortéz-Moncada *et al.*, 2010).

Hay otros depredadores generalistas que se alimentan de *D. citri*, tales como las moscas de la familia Syrphidae, insectos de la familia Reduviidae y avispas de la familia Vespidae, además de otros artrópodos y arañas (Kondo *et al.*, 2015; Qureshy y Stansly, 2009) y un ácaro depredador *Amblyseius*

herbicolus (Kalile *et al.*, 2023).

Para controlar las poblaciones del PAC de manera eficaz, los agentes de control biológico deben tener algunas características: específico al hospedero; en sincronía con el PAC; su densidad puede aumentar rápidamente; completar su ciclo de vida en el PAC; tiene una tasa de búsqueda elevada del PAC; se agrupa 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 especificidad y parasitismo en ninfas del PAC del tercer y quinto estadio, y su excelente capacidad para buscar las ninfas del PAC. Estas características la convierten en una candidata excelente para utilizarla como agente de control biológico sobre todo en huertos abandonados, huertos orgánicos o aquellos con poco manejo (Aubert 1987; Étienne *et al.*, 2001; Skelley y Hoy 2004; Chow y Sétamou 2022; Milosavljevic *et al.*, 2022). *Tamarixia radiata* se ha importado y liberado dentro de los programas de control 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 en México (Sánchez *et al.*, 2015) y Ecuador (Chávez *et al.*, 2017), y se han implementado liberaciones aumentativas en Estados Unidos y México (Rodríguez Vélez, 2018; Chávez *et al.*, 2019). México cuenta con un laboratorio de cría masiva de *Tamarixia radiata* (CNRCB, 2016) y ha implementado liberaciones aumentativas en la mayoría de los estados citricultores del país. Estados Unidos (California) cuenta como instalaciones similares de cría masiva.

En Florida, las plantaciones residenciales de cítricos resultan problemáticas debido a los patrones de aplicaciones irregulares o la falta total de estas, pero su impacto negativo en las poblaciones del PAC es pequeño en comparación con el de los huertos abandonados y sin manejar (Hall D., comunicación personal). Texas y California comparten una preocupación en cuanto a la dispersión del PAC desde los vecindarios urbanos (en 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 desde los cítricos residenciales a los comerciales y no a la inversa, debido a la abundancia de tipo y cantidad de material hospedero (Sétamou *et al.*, 2022). Si se dejan sin manejar, las poblaciones del psílido en las áreas residenciales pueden obrar en contra de la eficacia de los programas regionales o de área amplia de manejo tales como las AMEFI. El control del PAC en ambientes urbanos depende de los agentes de control biológico; es el método más práctico y aceptable puesto que hay desafíos en la aceptación de tratamientos químicos debido a los problemas de contaminación e intoxicación con el uso de químicos en áreas urbanas.

Liberación de parasitoides

Las liberaciones de *T. radiata* deberían programarse según los patrones de brotación e infestaciones del material hospedero. El número de parasitoides que se han de liberar depende de una serie de factores de riesgo considerando la población del vector y la capacidad de la instalación de producción masiva. Por ejemplo, en Texas se han liberado entre 100 y 500 parasitoides por sitio. Las liberaciones están dirigidas a parques y sitios residenciales, así como a áreas que tienen material hospedero a una milla de distancia de los huertos. Un método alternativo es el que utiliza la Oficina de Protección Fitosanitaria y Cuarentena del Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria (APHIS PPQ, por su sigla en inglés) tanto en Texas como en California en donde se utilizan las jaulas de insectario de campo para abarcar árboles de cítricos en ambientes urbanos. Estas jaulas se utilizan para la producción y liberación de un volumen grande de parasitoides en Texas (Daniel Flores, com. per.). Las liberaciones realizadas en los huertos convencionales han demostrado que aumentan las tasas de parasitismo del PAC en Florida (Qureshi y Stansly 2019).

Para el caso de México, de acuerdo con los resultados de la infestación de ninfas del PAC en áreas urbanas se liberan 100, 200 o 400 parasitoides cada 100 ms; para el caso de huertos comerciales y huertos abandonados de igual manera en función del grado de infestación se liberan desde 1,400 hasta 7,000 parasitoides/ha.

Liberación de parasitoides en huertos sin manejar

Las liberaciones de *T. radiata* podrán realizarse en cualquier época del año, siempre y cuando los huertos sin manejar cuenten con presencia de huevecillos o ninfas del PAC y las temperaturas fluctúen entre los 20 y 35 °C (Sánchez- González *et al.*, 2015). Se recomienda que la dosis de liberación sea de 400 parasitoides por hectárea (Sánchez-González *et al.*, 2011b). Con esta dosis de liberación se puede llegar a reducir hasta un 92.6 % de la población de ninfas del tercer al quinto estadio del PAC después de cinco meses de liberaciones semanales (Sánchez-González *et al.*, 2011a). Los estudios sobre la dispersión de *T. radiata* demuestran que el parasitoide presenta dispersión en grupos con el viento; por lo tanto, se debería considerar la velocidad del viento previo a la liberación de parasitoides (Sandoval-Jiménez *et al.*, 2013).

Liberación de parasitoides en áreas urbanas

Hay una preocupación de que el PAC se está dispersando desde los huertos de cítricos abandonados y las áreas urbanas a los huertos comercialmente viables. Por ende, es crucial el manejo del PAC en estas áreas con el fin de proteger los huertos comerciales. En áreas urbanas se recomienda que la dosis de liberación sea de 100 parasitoides cada 50 a 100 metros lineales según el grado de infestación; es decir, si se observan más de 20 ninfas del PAC por brote de árbol deberían liberarse 100 parasitoides cada 50 metros (CNRCB 2011). De igual manera que en huertos sin manejar, las liberaciones en áreas urbanas podrán realizarse en cualquier época del año siempre que los huevecillos o cualquier estadio ninfal del PAC esté presente en el huerto y las temperaturas se encuentren entre los 20 y 35 °C. La efectividad de *T. radiata* liberadas en áreas urbanas registra hasta un 71 % de parasitismo (Moreno-Carrillo *et al.*, 2012).

2.2.7.2 Control biológico mediante hongos entomopatógenos

En los huertos comerciales de cítricos se podrá considerar las liberaciones de hongos entomopatógenos para el control del PAC como una alternativa más inocua para el medio ambiente (Maluta *et al.*, 2022). Los entomopatógenos podrán utilizarse en rotación con plaguicidas cuando las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. Se deben continuar realizando investigaciones y pruebas de laboratorio para determinar cuáles especies y cepas de hongos entomopatógenos son adecuadas para las distintas regiones citrícolas con presencia del PAC. 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) para el control del PAC (Mellín-Rosas *et al.*, 2009; Ayala *et al.*, 2015). Estas 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 del PAC en Texas y Florida dependen del uso de aplicaciones con insecticidas durante el estado latente en la temporada de invierno y antes de que sucedan 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 en la salud humana y el medio ambiente (Chow *et al.*, 2013). El PAC es susceptible a varios hongos entomopatógenos en Estados Unidos. *Cordyceps javanica* está mostrando resultados positivos en el sur de Texas; en un estudio realizado 94 % de los PAC adultos y ninfas murieron cuatro días después de la infección (Chow *et al.*, 2013). En Florida, *C. javanica* sola o mezclada con aceite blanco 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 de humedad relativa (>80 %), se podrán realizar aplicaciones de hongos entomopatógenos en todo el huerto (Zimmermann 2008). En México, estas condiciones se pueden presentar en los períodos de noviembre a febrero; no obstante, debería evaluarse el período específico y la eficacia de la aplicación previa implementación en el campo y dependerá de diversos factores, incluida la presencia del PAC, el manejo del microorganismo del laboratorio al campo y la aplicación apropiada. En general, las aplicaciones de hongos entomopatógenos para el control del PAC se realizarán en una concentración de 1×10^7 conidios por ml. La cantidad de hongo que ha de emplearse por hectárea dependerá de la cantidad de agua que se requiera para cubrir la superficie que se ha de atender. Si después de la aplicación se detecta población remanente del PAC, es imprescindible aplicar nuevamente el hongo 10 días después de efectuar la primera aplicación, pero únicamente en las áreas que reúnan las condiciones ambientales. Las aplicaciones deberían realizarse en horas de la tarde (después de las 16:00 horas) debido a que el hongo sobrevive 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 asegurar que todo el follaje del árbol infestado por el PAC quede asperjado para incrementar la probabilidad de infección, a la vez que se garantice la dosis de 1×10^7 conidios por ml. El equipo debería estar libre de residuos de fungicidas, insecticidas, fertilizantes y herbicidas. Toda la mezcla preparada de hongos debería aplicarse el mismo día que se prepara.

2.2.8 Inspección y orden de eliminación para la erradicación del Huanglongbing

La eliminación de árboles infestados del HLB mediante la inspección y orden de eliminación en las propiedades que rehúsan el corte de los árboles es un paso crítico en la capacidad de California de poder eliminar árboles infectados, proteger la sanidad de los cítricos en las áreas residenciales vecinas y prevenir la dispersión del HLB a los huertos comerciales de cítricos. Las áreas delimitadas para el HLB, las cuales hayan sido establecidas por el CDFA, requieren la eliminación de todos los árboles positivos al HLB y que hayan sido confirmados mediante la prueba de qPCR. Conforme a la Proclamación de emergencia establecida por el CDFA, este está autorizado a tomar dichas medidas de conformidad con lo establecido en el Código de Alimentos y Agricultura, apartado 5763, en cuanto sea necesario para erradicar al HLB. Si el residente no programa la eliminación, el personal del CDFA y el encargado local del cumplimiento de la ley emiten la orden de eliminación a la propiedad para obtener acceso a dicha 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 en la elaboración de programas de control en áreas amplias:

- eliminar los árboles sintomáticos y/o con resultados positivos confirmados con qPCR para disminuir el inóculo
- eliminar los huertos abandonados
- exhortar a los residentes de las áreas urbanas a reemplazar las plantas hospederas del PAC con plantas no hospederas en sus jardines o si eso no resulta, para controlar al PAC. Hay que ser cauteloso cuando se escoja una planta nueva para evitar atraer otras plagas de importancia

- manejar los cítricos y otros hospederos que no han sido sometidos a tratamiento tales como la limonaria (*Murraya paniculata*) y severinia (*Severinia buxifolia*) mediante la liberación masiva del parasitoide *T. radiata* (especialmente en las áreas urbanas)
- manejar la brotación para limitar la reproducción del PAC a dos veces al año, lo cual disminuiría considerablemente las poblaciones del psílido
- plantar los bloques de cítricos nuevos de tal forma que se reduzca la proporción relativa de los árboles de los márgenes con respecto al área encerrada
- ajustar las prácticas de producción tales como fertilización y riego para asegurar la obtención de un sistema radicular vigoroso de los árboles
- monitorear y determinar la protección de árboles podados debido a su brote vegetativo vigoroso, el cual se convertiría en un sitio de reproducción del PAC fuera de temporada.

3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión

Algunos elementos importantes comprenden:

- La ONPF, los grupos estatales, regionales, locales y de la industria deberían elaborar y diseminar la información apropiada al público y los interesados: prensa agrícola, jardineros residenciales (árboles de traspatio), gobierno tribal, empacadores y transportistas, 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 de los residentes del área urbana y los interesados en el programa de áreas amplias que ofrezcan detalles acerca de la presencia de cualquier PAC brindarán información a los extensionistas y los funcionarios normativos acerca del PAC en las áreas nuevas.
- Se recomienda motivar la participación de los residentes de áreas urbanas e interesados, especialmente cerca de los huertos comerciales, para fomentar la participación en los programas de control biológico.

3.3 Prospecciones en propiedades residenciales y huertos comerciales

California utiliza prospecciones residenciales fundamentadas en el riesgo y prospecciones de productos en huertos comerciales para la detección temprana del HLB. El CDFA utiliza las siguientes estrategias para realizar prospecciones residenciales:

- El modelo de muestreo fundamentado en el riesgo para el HLB se utiliza para determinar los cuadrantes del riesgo alto, mediano y bajo de introducción del HLB (cada uno abarca una milla cuadrada = 2.5899 km cuadrados) en todo el estado. Las aportaciones al modelo incluyen el historial de detecciones del PAC y HLB, los datos de los viajes con respecto a las introducciones internacionales, los corredores para el transporte de cítricos, los viveros de plantas relacionados con cítricos, los hipermercados, las empacadoras, los mercados de agricultores, las instalaciones militares, las tierras de indígenas estadounidenses y los huertos de producción de cítricos orgánicos.
- El CDFA asigna a su personal para realizar prospecciones anuales de cuadrantes seleccionados con riesgo alto de introducción del HLB. Además, las actividades de la prospección también se realizan en los cuadrantes que se encuentran cerca de los huertos comerciales de cítricos o áreas de menor riesgo que pocas veces se someten a la prospección para dar cuenta de la tendencia del modelo.

- Cada cuadrante que haya sido asignado tiene un objetivo específico en las propiedades que se han de someter a la prospección, las cuales abarcan de 5 a 200 propiedades según el nivel de riesgo y la densidad de árboles residenciales que se encuentren dentro del cuadrante. Al realizar la prospección a un número suficiente de propiedades dentro del cuadrante, aumenta considerablemente la probabilidad de que la persona del CDFA quien realiza la prospección identifique un árbol infectado del HLB. Este enfoque permite realizar una búsqueda más exhaustiva y meticulosa, lo cual aumenta las posibilidades de lograr una detección temprana.
- Se recolectan las muestras de los árboles que muestran síntomas del HLB para realizar las pruebas contra CLas. También se recolectan ejemplares de PAC para realizar pruebas contra CLas. Los resultados de la prospección sirven de insumos para el modelo fundamentado en el riesgo, con lo cual se brinda información acerca de prospecciones futuras.

El personal del CDFA aplica las siguientes estrategias para realizar las prospecciones en huertos comerciales para las detecciones tempranas del HLB:

- El objetivo es inspeccionar todos los huertos comerciales en todo el estado en un período de cinco años. Para asegurar una cobertura exhaustiva, los huertos se seleccionan al azar cada año para aumentar al máximo la cobertura geográfica.
- 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 desconocen las infestaciones del PAC, todos los árboles ubicados en las esquinas dentro de cada huerto también se someten al golpeteo para verificar la presencia del PAC. 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 CLas. El análisis brinda información valiosa en cuanto a la presencia y dispersión del HLB en los huertos comerciales.

Si se detectara CLas durante las prospecciones residenciales o de huertos comerciales, se iniciarán las prospecciones intensivas. Estas prospecciones comprenderán la inspección de todos los árboles de cítricos hospederos que se encuentren en un radio de 250 metros de los sitios de detección.

4.0 Medidas normativas

Otra opción disponible además de la aplicación de insecticidas y el control biológico es considerar la acción normativa que puede ser parte de la caja de herramientas para el manejo áreas amplias. Las ONPF podrán considerar el establecimiento y la observancia de los reglamentos relacionadas con:

- metodología de detección e identificación del HLB y del PAC
- certificación de material propagativo libre de enfermedades
- eliminación de plantas contaminadas con HLB
- movimiento de material propagativo libre del HLB
- movimiento de fruta libre de material vegetal
- restricción en el movimiento de fruta sin procesar proveniente de áreas con presencia PCA 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, complementa la detección, erradicación, el control biológico y las ramas de divulgación. Los siguientes subapartados detallan el enfoque normativo de California.

El CDFA reglamenta el movimiento intraestatal del material hospedero del PAC y HLB en conformidad con lo establecido en el título 3 del Código de Reglamentos de California (CCR, por su sigla en inglés) apartado 3435, Cuarentena internas del estado para el psílido asiático de los cítricos (Asian Citrus Psyllid State Interior Quarantine) y el apartado 3439, Cuarentena interna del estado para el huanglongbing (Huanglongbing Disease State Interior Quarantines). Además, la APHIS PPQ 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. Los reglamentos estatales y federales establecen las áreas en cuarentena, los hospederos y posibles portadores de la plaga, así como las prohibiciones o condiciones que permiten el movimiento de hospederos dentro del área en cuarentena o desde esta.

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 se indican en el título 3, apartado 3701 del CCR, Programa de certificación del material propagativo de viveros de cítricos sin 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 de cítricos y deben cumplir con los requisitos de prueba y mantenimiento.

4.1 Cuarentena regional para el PAC

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

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 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 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 adicional del HLB.

4.3 Acuerdos de cumplimiento

Los acuerdos de cumplimiento emitidos por el CDFA 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. Estos se emiten 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.

4.4 Requisitos de salvaguarda

Es necesario que todos los transportistas/acarreadores de cítricos a granel salvaguarden completamente las frutas de cítricos mientras transitan dentro de un área de cuarentena regional de cítricos a granel y desde esta. La salvaguarda de la fruta puede lograrse de cualquier forma que prevenga la exposición de la fruta al PAC y cualquier pérdida de fruta, hojas, tallos, ramas o desechos de plantas mientras se encuentra en tránsito. Las salvaguardas 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. 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 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 el 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 de *T. radiata* con su hospedero del PAC 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 Riverside en la Universidad de California. Una vez que se determinó que la colonia de PAC/*T. radiata* no estaba contaminada de otros organismos, se modificó el permiso federal para permitir la liberación experimental de *T. radiata* en California. Esta actividad ahora se realiza según los términos establecidos en un permiso estatal. Los permisos estatales para plagas de plantas 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 CLas 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 CLas. La detección temprana lleva a la eliminación rápida de árboles infectados del HLB, lo cual es crítico para la disminución del inoculo en el campo y la reducción de 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 secuenciación de alto rendimiento a través de una prueba de qPCR validada por el USDA para la detección de CLas.

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 20 hojas (preferiblemente sintomáticas) con pecíolos intactos y 6 a 8 pedúnculos de cada árbol. Se informó recientemente que el tejido del pedúnculo es un tejido confiable para realizarle pruebas para detectar CLas (Hajeri *et al.*, 2023). Sin embargo, cuando se realizan recolecciones de árboles que representan mayor riesgo, tales como los árboles restantes ubicados en sitios con hallazgos positivos del HLB, los árboles en sitios adyacentes y los árboles con resultados de qPCR inconclusos, se realiza un muestro más intenso, partiendo el árbol en cuatro secciones y muestreando los pedúnculos y las raíces (Braswell *et al.*, 2020) además del muestreo de hojas. El muestreo intenso recolecta más submuestras con lo cual aumentan las probabilidades de detectar CLas, especialmente en los árboles con concentraciones bajas de infecciones.

Para el rastreo, las muestras se verifican, clasifican y se les asigna un número especial de entrada al laboratorio y se colocan en grupos de 92 muestras para la HTS. 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 salas frías designadas hasta que se completen las pruebas. Las determinaciones finales de la prueba se registran en la base de datos PDR del CDFA las cuales los funcionarios estatales y del condado pueden acceder.

Las muestras se preparan y someten a prueba en grupos de 92 muestras. Las muestras se preparan y trituran dentro de campanas de bioseguridad clase II. Los materiales que se utilicen como los guantes, las cuchillas, etc. se cambian entre cada grupo de muestras. El ADN se extrae del peciolo, la nervadura central, el pedúnculo y tejido de la raíz en un cuarto 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, que esté aislada del resto del laboratorio. Se adhiere estrictamente a un flujo de trabajo unidireccional y una separación espacial clara 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 actualmente el método de preselección normativo y estándar que se utiliza para la detección de CLas en las 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 PAC y para confirmar todos los casos positivos de CLas y las muestras inconclusas. Se utilizan el ensayo qPCR basado en el gen del ribonucleótido reductasa (RNR), multiplexado con el gen del citocromo oxidasa

de la planta como control positivo interno (COX, por su sigla en inglés) y se optimiza 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 con el fin de detectar la presencia de CLAs. El ensayo de la RNR en PCR en tiempo real tiene como blanco una secuencia parcial conservada del gene RNR que está presente en cinco copias en cada genoma del CLAs (Zheng *et al.*, 2016). El ensayo de la raíz de RNR en qPCR es similar al ensayo de RNR que se describió anteriormente, pero incluye tratamientos adicionales para eliminar los inhibidores del PCR que se encuentran comúnmente en las raíces. El HLBAs como ensayo de qPCR en 16S con primers y sondas del 16s rADN específicos al CLAs, multiplexado con el primer-sonda basado 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 se utiliza para preseleccionar el ADN de los adultos y ninfas del PAC con el fin de detectar la presencia de CLAs. El ensayo HLBAs en 16S tiene como blanco una secuencia parcial específica del 16S rADN que está presente en tres copias del genoma del CLAs.

México utiliza un protocolo a base de qPCR desarrollado por el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) para el diagnóstico de CLAs en material vegetal y de insectos. Los primers son específicos para detectar CLAs. Los controles positivos internos para el material vegetal incluyen las sondas basadas en el gen COX y el gen de RNA ribosomal 16S. Para el PAC, los primers se fundamentan en el gen de la glicoproteína del psílido y 16S rDNA.

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 el estado de California que han sido acreditados por el USDA para realizar pruebas del PAC y muestras de plantas para la bacteria del HLB. La colaboración del CDFA con el laboratorio Jerry Dimitman apoya el programa de prueba del departamento para el HLB y de esa forma ayuda a proteger la multimillonaria industria citrícola en California. Ambos laboratorios 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, desde la recepción de las muestras hasta su destrucción.

Para mantener la acreditación, el personal del laboratorio debe completar una sesión de capacitación práctica de tres días de duración en el Laboratorio de Diagnóstico Confirmatorio de Patógenos de Plantas (Plant Pathogen Confirmatory Diagnostics Laboratory, por su sigla en inglés) del USDA APHIS PPQ en Laurel, Maryland, acerca del diagnóstico molecular del HLB. 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 brindar una separación clara entre las diferentes etapas de la prueba y adherirse a directrices estrictas de limpieza y de volumen de trabajo 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) |
| Hernández, 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 | Estados Unidos (Texas) |
| Visalakis, Georgios | Estados Unidos (California) |

7.0 Referencias

- Aguilar-Roman, L., Vargas-Mendoza M., Villanueva-Jiménez, J.A., Ortiz-García, C.F. y Cabrera-Mireles, H. 2020. Vulnerability of citrus growers to Huanglongbing. *Agroproductividad* 13(11), pp. 23-29.
- Al Rwahnih, M., Daubert, S., Golino, D., Islas, C. y Rowhani, A. 2015. Comparison of next-generation sequencing versus biological indexing for the optimal detection of viral pathogens in grapevine. *Phytopathology* 105, pp. 758–763.
- Arredondo-Bernal, H.C., Sánchez-González, J.A. y Mellín-Rosas, M.A. 2013. Taller Subregional de Control Biológico de *Diaphorina citri*, vector del HLB. FAO, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 65 p.
- Atta, A.A., Morgan, K.T., Ritenour, M.A. y Kadyampakeni, D.M. 2023. Nutrient management impacts on HLB-affected ‘Valencia’ citrus tree growth, fruit yield, and postharvest fruit quality. *Hortscience* 58(7), pp. 725–732.
- Aubert, B. 1987. *Trypza erytrae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruits* 42, pp.149–162.
- Avery, P.B., Duren, E.B., Qureshi, J.A., Adair, R.C., Adair, M.M. y Cave, R.D. 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., Gallou, A., Berlanga-Padilla, A., Arredondo-Bernal, H.C. y Montesinos-Matías, R. 2015. Characterisation of entomopathogenic fungi used in the biological control program of *Diaphorina citri* in Mexico. *Biocontrol Science and Technology* 25(10), pp. 1192-1207.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gimenes-Fernandes, N., Yamamoto, P.T., Gottwald, T.R., Amorim, L. y 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, pp. 789-796.
- Bistline-East, A., Pandey, R., Kececi, M. y Hoddle, M.S. 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), pp. 940-50.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88(1), pp. 7-37.
- Braswell, W.E., Park, J., Stansly, P., Kostyk, B., Louzada, E., daGraça, J. y Kunta, M. 2020. Root samples provide early and improved detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in *Citrus*. *Scientific Reports*. 2020; 10(1), pp. 16982-. doi:10.1038/s41598-020-74093-x
- Candresse, T., Filloux, D., Muhire, B., Julian, C., Galzi, S., Fort, G., Bernardo, P., Daugrois, J.H., Fernandez, E., Martin, D.P. y 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)
- Chávez, Y., Chirinos, D.T., González, G., Nemos, N., Fuentes, A., Castro, R. y Kondo, T. 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), pp. 180-184.
- Chávez, Y., Castro, C., González, G.F., Castro, J., Peñarrieta, S., Perez-Almeida, I. y Kondo, T. 2019. Population fluctuation of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) and survey of some natural enemies in Ecuador. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 45(3), pp. 449-453.
- Chen, X.D. y Stansly, P.A. 2014. Biology of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoid of the citrus greening disease vector *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylloidea): a mini review. *Florida entomologist* 97(4), pp. 1404-1413.

- Chen, X.D. y Stelinski, L.L.** 2017. Resistance Management for Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama, in Florida. *Insects*, 8, 103. <https://doi.org/10.3390/insects8030103>
- Chen, X., Gossett, D.S., Qureshi, H.J., Ibanez, A.F., K. S. Pelz-Stelinski y 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. In: *Proceedings of Symposium of Research and Development of Citrus in Taiwan*. Taichung, Taiwan. pp. 245–261.
- Chinyukwi, T., Kadyampakeni, M. y Rossi, L.** 2024. Optimization of macronutrient and micronutrient concentrations in roots and leaves for Florida HLB-affected sweet orange trees. *Journal of Plant Nutrition* 47(2), pp. 226–239.
- Chow, A., Dunlap, C., Flores, D.M., Jackson, M., Meikle, W., Sétamou, M. y Patt, J.M.** 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, pp. 32–37.
- Chow, C. y 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, Article104796.
- CNRCB (Centro Nacional de Referencia de Control Biológico).** 2011. Procedimiento para la liberación de parasitoides adultos de *Tamarixia radiata*. Departamento de Insectos Entomófagos (inédito).
- Cortéz-Moncada, E., Lugo-Angulo, N.E., Pérez-Márquez, J. y Apodaca-Sánchez, M.A.** 2010. Primer reporte de enemigos naturales y parasitismo sobre *Diaphorina citri* Kuwayama en Sinaloa, México. *Southwestern Entomologist* 35(1), 113-116.
- Cortéz-Moncada, E., Loera, G.J., Hernández, F.L., Barrera, G.J., Fontes, P.A., Díaz, Z.U., Jasso, A.J., Reyes, R.M., Manzanilla, R.M. y López, A.J.** 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. México.
- Cortéz-Mondaca, J., López-Arroyo, I., Rodríguez R., L., Partida, M. P., Pérez-M, V.J. y González C, V.M.** 2011. Capacidad de depredación de especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México, pp. 323–333. En: López Arroyo, J.I. y 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 (INIFAP). 5-6 de diciembre del 2011, Montecillo, Edo. de México, México (CD-ROM). 424 p.
- Dang T, Wang, H., Espindola, A.S., Habiger, J., Vidalakis, G. y 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(1), pp.113-123.
- Étienne, J. y Aubert, B.** 1980. Biological control of psyllid vectors of greening disease on Réunion Island. 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. pp. 118–121.
- Étienne, J., Quilici, S., Marival, D. y Franck, A.** 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadalupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits* 56(5), pp. 307–315.
- Flores D. y Ciomperlik, M.** 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), pp. 49-59.
- García-Figuera, S., Deniston-Sheets, H., Grafton-Cardwell, E.E., Bacboc, B., Lubell, M. y McRoberts, N.** 2021. Perceived vulnerability and propensity to adopt best management practices for Huanglongbing disease of citrus in California. 2021. *Phytopathology* 111(10), pp. 1758-1773.
- García-Figuera, S., Bacboc, B., Lubell, M. y McRoberts, N.** 2022. Collective action in the area-wide management of an invasive plant disease. *Ecology and Society* 27(2), Article 12.

- García-Méndez, V.H., Ortega-Arenas, L.D., Villanueva-Jiménez, J.A. y Sánchez-Arroyo, H. 2016.** Susceptibilidad de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemipter:Liviidae) a insecticidas en Veracruz, México. *Agrociencia* 50, pp. 355-365.
- Graham J., Gottwald, T. y Sétamou, M. 2020.** Status of huanglongbing (HLB) outbreaks in Florida, California, and Texas. *Tropical Plant Pathology* 45: 265–278.
- Gumpf, D.J. 1999.** Citrus quarantine: California. En: Kahn, R.P. y Mathur, S.B. (eds), *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests*. APS Press, St Paul, MN. pp. 151–156.
- Hajeri, S., Kumagai, L., Olkowski, S., Yokomi, R. y McRoberts, N. 2023.** Improving Tissue Sampling for Consistent Detection of CLAs. *Citrograph*, 14(2), pp. 52-58.
- Hall D.G. 2008.** Biological control of *Diaphorina citri*. En *Primer Taller Internacional sobre Huanglongbing de los Cítricos (Candidatus Liberibacter spp.) y el Psílido Asiático de los Cítricos (Diaphorina citri)*, ed. Mangussi, J.A., DaGraça, J.V., y Hall, D.G. pp.1–7. Hermosillo, México: SAGARPA.
- Hallman, L.M., Kadyampakeni, D.M., Ferrarezi, R.S., Wright, A.L., Ritenour, M.A., Johnson, E.G. y Rossi, L. 2022.** Impact of ground applied micronutrients on root growth and fruit yield of severely huanglongbing-affected grapefruit trees. *Horticulture*. 8(9), pp. 763.
- Hallman, L.M., Kadyampakeni, D.M., Ferrarezi, R.S., Wright, A.L., Ritenour, M.A. y Rossi, L. 2023.** Uptake of micronutrients in severely HLB-affected grapefruit trees grown on Florida Indian River flatwood soils. *Journal of Plant Nutrition* 46(17), pp.4110-4124.
- Hendrichs, J., Kenmore, P., Robinson, A.S. y Vreysen, M.J.B. 2007.** Area-wide pest management (AW-IPM): Principles, practice, and prospects. En Vreysen, M.J.B., Robinson, A.S., and Hendrichs, J. (ed). *Area-wide control of insect pests - from research to field implementation*. IAEA/Springer, The Netherlands. pp 3-33.
- Hoy, M.A. y R. Nguyen. 2001.** Classical biological control of Asian citrus psylla. *Citrus Industry* 81, pp. 48–50.
- Kadyampakeni, D.M., Chinyukwi, T., Kwakye, S. y Rossi, L. 2023.** Varied macro- and micronutrient fertilization rates impact root growth and distribution and fruit yield of huanglongbing-affected Valencia orange trees. *HortScience* 58(12), pp. 1498-1507.
- Kalile, M.O., Cardoso, A.C., Pallini, A., Fonseca, M.M., Ferreira-Junior, T.A. y Janssen, A. 2023.** A predatory mite that suppresses *Diaphorina citri* populations on plants with pollen and oviposition sites. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 171(8), pp. 592–602.
- Kanga, L.H.B., Eason, J., Haseeb, M., Qureshi, J.A. y Stansly, P.A. 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., Qureshi, J.A., Afzal, M. y Stansly, P.A. 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.
- Khondo, T., González F.G., Tauber, C., Guzmán-Sarmiento, Y.C., Vinasco-Mondragon, A.F. y Forero, D. 2015.** A checklist of natural enemies of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera:Liviidae) in the department of Valle del Cauca, Colombia and the world. *Insecta Mundi* 0457, pp. 1-14.
- Kistner, E.J., Amrich, R., Castillo, M., Strode, V. y Hoddle, M.S. 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), pp.1047–1057.
- Krueger, R. R. y Navarro, L. 2007.** Citrus germplasm resources and their use. In Khan, I. (ed.), *Citrus Genetics, Breeding, and Biotechnology*. CABI, Wallingford, UK. pp. 45–140.
- Kwakye, S., Kadyampakeni, D.M., Morgan, K. y Wright A. 2023.** Foliar micronutrient applications enhance growth and yield of huanglongbing (HLB)-affected sweet orange. *Soil Science Society of America Journal*, 87(2), pp. 365–377.
- Maluta, N., Castro, T. y Lopes, J.R.S. 2022.** Entomopathogenic fungus disrupts the phloem-probing behavior of *Diaphorina citri* and may be an important biological control tool in citrus. *Scientific reports* 12: Article 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 de noviembre.
- Martini, X., Rivera, M., Hoyte, A., Setamou, M., y Stelinski, L.** 2018. Effects of wind, temperature, and barometric pressure on Asian citrus Psyllid (Hemiptera: Liviidae) flight behavior. *Journal of Economic Entomology* 111(6), pp. 2570-2577.
- Martínez-Carrillo, J.L., Suarez-Beltrán, A., Nava-Camberos, U., Aguilar-Medel, S., Valenzuela-Lagarda, J., Gutiérrez-Coronado, M.A., Castro-Espinoza, L. y Maldonado S.D.** 2019. Successful Area-Wide Management of the Asian Citrus Psyllid in Southwestern Sonora, Mexico. *Southwestern Entomologist* 44(1), pp. 173-179.
- Mellín-Rosas, M.A., Sánchez-González, J.A., Fabela-Rojas, G., Cruz-Ávalos, A.M. y Arredondo-Bernal, H.C.** 2009. Selección de cepas de hongos entomopatógenos como agentes de control microbiano en ninfas y adultos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), En: Zapata-Mata, R., Contreras-Sánchez, W.M., Granados-Berber, A.A. y Arriaga-Weiss, S.L. (eds.), Memoria del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México, 5-6 de noviembre del 2009. pp. 410–415.
- Michaud, J. P.** 2002. Biological control of asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: psyllidae) in Florida: a preliminary report1. *Entomology. News*,113(3), pp. 216-222.
- Milne A.E., Teiken,C., Deledalle, F., van den Bosch, F., Gottwald, T. y McRoberts, N.** 2018. Growers' risk perception and trust in control options for huanglongbing citrus-disease in Florida and California. *Crop Protection* 114:177–186.
- Milosavljević, I., Vankosky, M.A., Morgan, D.J.W., Hoddle, C.D., Massie,R.E. y Hoddle M.S.** 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(3), pp. 583.
- Miranda, M.P., dos Santos, F.L., Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Barbosa, J.C. y Sétamou, M.** 2018. Monitoring methods for *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) on citrus groves with different insecticide application programs. *Journal of Applied Entomology* 142(1-2), pp. 89-96.
- Monzo, C. H., Arevalo, A., Jones, M.M., Vanaclocha, P., Croxton, S. D., Qureshi, J.A. y Stansly, P.A.** 2015. Sampling methods for detection and monitoring of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae), *Environmental Entomology*. 44(3), pp. 780-788.
- Moreno-Carrillo, G., J.A. Sánchez-González y H.C. Arredondo-Bernal.** 2012. Efectividad de *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en áreas urbanas de la zona citrícola en el estado de Colima, pp. 322–325. En: Sansinenea-Royano, E., J.L. Zumauero-Ríos y M.C. del Rincón-Castro (eds.), *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico*. Puebla, Puebla, México, 8-9 de noviembre del 2012.
- Murdoch, W.W., Chesson, J. y Chesson, P.L.** 1985. Biological control in theory and practice. *The American Naturalist*. 125(3), pp. 344-366.
- Navarro, L., Pina, J.A., Ballester-Olmos, J.F., Moreno, P. y Cambra, M.** 1984. A new graft transmissible disease found in Nagami kumquat. En *Proceedings of the 9th Conference of Organic Citrus Virologists*, pp. 234-240.
- Osorio-Acosta, F., Villanueva-Jiménez, J.M., Ortega-Arenas, U.D.Z., García-Méndez, V., Luna-Olivares, J. y Zamora-Juárez, S.** 2019. Efectividad de los insecticidas aplicados contra *Diaphorina citri* en la campaña contra el HLB. *Avances en investigación agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, pesquería, desarrollo rural, transferencia de tecnología, biotecnología, ambiente, recursos naturales y cambio climático*. Año 3(1): pp. 2276-2284.
- Pacheco, C.J., Samaniego, R.J. y Fontes, P.A.** 2012. Tecnología para el manejo integrado del psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos en Sonora. Folleto Técnico No. 88. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México.
- Pacheco-Rueda, I. y Lomelí-Flores, R.** 2012. Comparación de preferencia de presa en diferentes especies de Chrysopidae sobre ínstares del psílido asiático de los cítricos, *En XXXV Congreso*

- Nacional de Control Biológico Puebla. México, 7-9 de noviembre del 2012. pp. 325–328.
- Pfeil, B.E. y Crisp M.D.** 2008. The age and biogeography of *Citrus* and the orange subfamily (Rutaceae: Aurantioideae) in Australasia and New Caledonia. *American Journal of Botany* 95(12), pp.1621–1631.
- PT 01.** 2015. *Termoterapia*. Protocolo de tratamiento de la NAPPO. Ottawa, NAPPO.
- PT 02.** 2015. *Microinjerto de ápices caulinares*. Protocolo de tratamiento de la NAPPO. Ottawa, NAPPO.
- Qureshi, J.A. y Stansly, P. A.** 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. y Stansly, P.A.** 2009. Exclusion techniques reveal significant biotic mortality suffered by Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) populations in Florida citrus. *Biological Control*. 50(2), pp. 129-136.
- Qureshi, J. A., Rogers, M.E., Hall, D.G. y Stansly, P.A.** 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced parasitoid *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology* 102(1), pp. 247-256.
- Qureshi, J. A. y Stansly, P.A.** 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(8), pp. 860-866.
- Qureshi, J. A., Kostyk, B. y Stansly, P.A.** 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., Rohrig E.A., Stuart, R.J., Hall, D.G., Leppla, N.C. y Stansly, P.A.** 2014b. Imported parasitoids for biological control of Asian citrus psyllid. *Citrus Industry* June Issue. page 3.
- Qureshi, J. A. y Stansly, P. A.** 2019. Performance of *Tamarixia radiata* in commercial citrus. *Citrograph* 10(3), pp. 62-65.
- Qureshi, J. A.** 2021. Dormant sprays for Asian citrus psyllid management. *Citrus Industry* January Issue. Páginas 10-12.
- Rodríguez-Vélez, J. M.** 2018. Especie nueva de *Exochomus* (Coleoptera: Coccinellidae: Chilocorinae) de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(3), 666-671.
- Saldarriaga Ausique, J.J., D'Alessandro, C.P., Conceschi, M.R. Mascarin, G.M. y Junior, I.D.** 2017. Efficacy of entomopathogenic fungi against adult *Diaphorina citri* from laboratory to field applications. *Journal of Pest Science* 90, pp. 947–960.
- Sánchez-González, J.A., Sánchez-Borja, M.C. y Arredondo-Bernal, H.C.** 2011a. Cría masiva, liberación y evaluación en campo de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *En* J.I. López Arroyo y González-Lauck, V.W. (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). Montecillo, Estado de México, México, 5–6 de diciembre del 2011 (CD-ROM). Pp. 339–344.
- Sánchez-González, J.A., Moreno-Carrillo, G. Hernández-Betancourt, I. y Arredondo-Bernal H.C.** 2011b. Avances en la evaluación de liberaciones de *Tamarixia radiata* en el Estado de Colima. *En* XXXIV Congreso Nacional de Control Biológico Monterrey. Nuevo León, México, 6–11 de noviembre del 2011. pp. 250
- Sánchez-González, J. A., Mellín-Rosas, M. A., Arredondo-Bernal, H.C., Vizcarra- Valdez, N.I., González-Hernández, A. y Montesinos-Matías R.** 2015. Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *En* Arredondo-Bernal, H.C y Rodríguez-del-Bosque, L.A. (eds.). *Casos de Control Biológico en México*, Vol. 2, Biblioteca Básica de Agricultura. 413 p.
- Sandoval-Jiménez, D.E., Sánchez-González, J.A., Palomares-Pérez, M. y Arredondo-Bernal, H.C.** 2013. Avances sobre el estudio de la dispersión de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) en huertas citrícolas. *En* Vásquez-López, A. y Pérez Pacheco, R. (eds.), *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 7-8 de noviembre del 2013, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. pp. 346-351.
- 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_tr

- Sétamou, M., Flores, D., French, J.V. y Hall, D.G.** 2008. Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in individual citrus trees. *Journal of Economic Entomology* 101(4), pp. 1478-1487.
- Sétamou, M. y Bartels, D. W.** 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. y Alabi O.J.** 2018. SMART HLB™ – An ecological approach to improve HLB management. *Citrograph* 9(1), pp. 24-27.
- Sétamou, M., Patt, J.M. y Moreno, A.T.** 2022. Source or sink? The role of residential host plants in Asian citrus psyllid infestation of commercial citrus groves. *Journal of Economic Entomology*, 115(2) pp. 438-445. <https://doi.org/10.1093/jee/toab249>
- Singerman, A. y B. Page.** 2016. What is the Economic Benefit of a Citrus Health Management Area (CHMA)? A Case Study. EDIS-FE982. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE982>
- Skelley, L.H. y Hoy M.A.** 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control* 29, pp. 14–23.
- Soltani, N. Stevens K.A., Klaassen, V., Hwang, M.S., Golino, D.A. y Al Rwahnih, M.** 2021. Quality assessment and validation of high-throughput sequencing for grapevine virus diagnostics. *Viruses* 13(6), pp. 1130.
- Stansly, P.A., Qureshi, J.A. y Arévalo, H.A.** 2009a. Why, when, and how to monitor and manage Asian citrus psyllid. *Citrus Industry* 90, pp. 24-26.
- Stansly, P.A., Arévalo H. A., Zekri, M. y Hamel, R.** 2009b. Cooperative dormant spray program against Asian citrus psyllid in SW Florida. *Citrus Industry*. 90, pp.14-15.
- Stelinski, L.L., Qureshi, J.A. y Diepenbrock, L.M.** 2022. 2022–2023 FLORIDA CITRUS PRODUCTION GUIDE: ASIAN CITRUS PSYLLID. University of Florida, IFAS Extension, Gainesville, FL. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/CG097>. Consultado el 21 de junio del 2023
- 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. 52 pp. 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
- Villanueva-Jiménez, J.A., Osorio-Acosta, F., Ortega-Arenas, L.D., Díaz-Zorrilla, U., García-Méndez, V., Luna-Olivares, J., Luna-Olivares, G. y Zamora-Juárez, S.** 2019. Susceptibilidad de *Diaphorina citri* a insecticidas en los 24 estados que operaron la campaña contra HLB en 2018. *Avances en investigación agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, pesquería, desarrollo rural, transferencia de tecnología, biotecnología, ambiente, recursos naturales y cambio climático*. Año 3(1): pp. 2285-2295.
- 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.
- Wulff, N.A., Bruno, D., Sassi, R., Moreira, A., Bassanezi, R., Sala, I., Coletti, D., y Rodrigues, J.** 2020. Incidence of *Diaphorina citri* carrying *Candidatus Liberibacter asiaticus* in Brazil's citrus belt. *Insects* 11(10), pp. 672. doi:10.3390/insects11100672

- 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), pp. 865–901.
- Zheng Zheng, Meirong Xu, Minli Bao, Fengnian Wu, Jianchi Chen y Xiaoling Deng.** 2016. Unusual Five Copies and Dual Forms of nrdB in “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”: Biological Implications and PCR Detection Application. *Scientific Reports* 6, Article 39020 DOI: 10.1038/srep39020.