



NAPPO

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

DD 05: Documento de discusión de la NAPPO

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

Preparado por los miembros del Grupo de expertos en cítricos de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), en colaboración con otros expertos de Brasil, Estados Unidos y México.

Fecha: 26 de octubre de 2015

Índice

	Página
Introducción	3
Ámbito	3
Definiciones	3
1. Producción de material propagativo de cítricos limpio	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Importación y cuarentena.....	4
1.3 Producción de plantas limpias y verificación de la condición de ausencia de enfermedades del material vegetal	5
1.4 Instalaciones	6
1.5 Banco de germoplasma	8
1.6 Bloque fundación	9
1.7 Bloque de reproducción de yemas.....	10
1.8 Árboles fuente de semillas	10
1.9 Viveros	11
2. Manejo regional del psílido asiático de los cítricos.....	12
2.1 Antecedentes	12
2.1 Antecedentes	12
2.2 Componentes del manejo regional.....	12
2.2 Componentes del manejo regional.....	12
3. Herramientas adicionales para el manejo del huanglongbing y su vector.....	23
3.1 Manejo cultural.....	23
3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión	24
4. Recomendaciones normativas	24
5. Contribuciones	24
6. Referencias	25

Índice

Introducción

El huanglongbing (HLB), enfermedad causada aparentemente por la bacteria *Candidatus Liberibacter* spp. y transmitida en el continente americano por el psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908, es reconocida actualmente como la enfermedad más devastadora de los cítricos en el ámbito mundial (Cortéz et al. 2013).

El manejo del HLB resulta complicado y requiere de una estrategia regional o de áreas grandes o amplias tanto para el patógeno como el vector. Dicha estrategia incluye, entre otros enfoques, el uso de material propagativo y para plantar libres de bacteria, la detección temprana, la eliminación de plantas infectadas y el control del psílido. La disminución de las poblaciones de los vectores que transportan al patógeno, en la mayor medida posible, es una parte importante del manejo integrado de plagas y ayudará a disminuir la dispersión de la enfermedad (Pacheco et al. 2012).

Las razones técnicas para implementar y mantener áreas grandes o amplias de control del PAC, sobre todo con la presencia de HLB en una región, son las siguientes: (1) alta capacidad de dispersión del PAC a larga distancia; (2) constante migración del PAC entre huertos o plantas de cítricos; (3) dificultad de evitar totalmente la infección primaria por el PAC infectivo migrante aún con aplicaciones frecuentes de insecticidas. Bassanezi et al. (2013) informan como resultados del manejo regional del HLB la eliminación regional del inoculo (plantas enfermas) y del PAC que a su vez lleva a: (1) retraso del inicio de la epidemia en casi un año; (2) reducción de manera considerable de la incidencia (en 90%) y de la tasa de avance (en 75%) del HLB; (3) disminución de la necesidad del uso frecuente de insecticidas para el control local del psílido y (4) reducción de los costos de manejo del HLB, debido a que las aplicaciones de insecticidas son menos frecuentes y más eficientes. Dichos resultados se atribuyen a la reducción regional de fuentes de inoculo y del PAC que reduce la población infectiva del PAC (en 90%) de huertos adyacentes y las poblaciones de psílicos que migran hacia huertos manejados (76 a 96%). En consecuencia, disminuye la infección primaria de manera eficaz.

Ámbito

El presente documento describe los componentes para implementar y operar un programa para el manejo de áreas grandes o amplias del HLB y de su vector, el PAC. El mismo tiene la intención de plantear una discusión sobre la forma en la que los países productores de cítricos pueden abordar el manejo de la enfermedad y su vector.

Definiciones

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

1. Producción de material propagativo de cítricos limpio

1.1 Antecedentes

Los cítricos tienen como centro de origen y diversificación el sudeste de Asia continental (Indochina) y Australasia (Pfeil y Crisp 2008). La movilización de cítricos a las áreas nuevas se realizó originalmente como semilla, lo cual dio lugar a la dispersión de enfermedades de los cítricos transmitidas por semilla. Cuando los cítricos se movilaron como varetas o material vegetal enraizado, las enfermedades de los cítricos transmisibles por injerto empezaron a dispersarse en todo el mundo. Los efectos devastadores de algunas de estas enfermedades de los cítricos transmisibles por injerto, como tristeza (*Citrus tristeza virus*), favorecieron el desarrollo de tecnologías para diagnosticar a las plagas responsables de las enfermedades y eliminarlas del material vegetal. Estas tecnologías ya están establecidas en varios países y regiones productoras de cítricos, y son unas de las herramientas principales para el manejo de la sanidad de los cítricos. El uso de material propagativo o material de vivero limpio 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 encuestas para detectar y eliminar árboles infectados, y la disminución de la población del vector en áreas grandes o amplias, forman la base de los programas regionales de manejo para el HLB y otras enfermedades de los cítricos. Las medidas descritas aquí tienen la finalidad de que se produzca material propagativo de viveros libres de toda enfermedad transmisible por injerto.

1.2 Importación y cuarentena

El material propagativo de cítricos está altamente reglamentado debido al alto riesgo de movilización de enfermedades a las áreas productoras de cítricos en las cuales no están presentes, introduciendo cepas más serias o aumentando generalmente la incidencia de enfermedades que ya están presentes. Las organizaciones nacionales de protección fitosanitaria (ONPF) y las entidades normativas de cada país aplican reglamentos fitosanitarios para disminuir el riesgo de introducción de plagas y enfermedades mediante la movilización del material vegetal. Los riesgos relacionados con las importaciones comerciales a gran escala de plantas para plantar son inaceptablemente altos en la mayoría de los casos y por ende son generalmente prohibidas.

Sin embargo, debido al beneficio de la introducción del material nuevo tal como el material propagativo de vivero o varetas, las entidades normativas podrán permitir la entrada de materiales conforme a una serie de protocolos aprobados los cuales están diseñados para salvaguardar el cultivo y minimizar el riesgo de introducción de plagas y patógenos exóticos. Dichos protocolos se aplican generalmente a la introducción de cantidades limitadas de material, las cuales se liberan solo después de la verificación de una condición fitosanitaria aceptable y/o un período de cuarentena posentrada. En algunos países que no cuentan con estaciones de cuarentena posentrada, se prohíbe la introducción de material propagativo que se desconoce si está libre de enfermedades.

Existen dos enfoques básicos para la cuarentena de los cítricos. El enfoque clásico supone la propagación del material importado a través de instalaciones cuarentenarias que permitan su resguardo, seguido de las observaciones y el indexado para detectar la presencia de patógenos. El material infectado se destruye o se somete a un procedimiento

terapéutico. Este enfoque se ha utilizado durante muchos años con éxito en áreas con poca presión o amenaza de enfermedades.

El enfoque de cultivo de tejido supone cultivar *in vitro* la vareta importada, la recuperación de las plantas mediante el microinjerto de ápices caulinares (MAC) *in vitro* y las pruebas para detectar la presencia de patógenos mediante el indexado y las pruebas de laboratorio directas. El material se libera de la cuarentena solamente cuando los patógenos no están presentes.

El enfoque de cultivo de tejido es más conservador que el enfoque clásico puesto que la terapia se aplica en todas las circunstancias, lo cual debería disminuir la amenaza de enfermedades desconocidas o sin notificarse. En algunos casos, este enfoque se ha incluido en los reglamentos que anteriormente dejaron a discreción de la instalación de cuarentena en el punto de entrada el enfoque a utilizar.

Es un requisito en muchas áreas de producción de cítricos que el material propagativo de cítricos provenga de fuentes limpias. Sin embargo, en algunas áreas no hay restricciones legales en cuanto a la movilización de material propagativo de cítricos dentro de un país o estado. Esta falta de restricción puede dar lugar a la dispersión de plagas y enfermedades que puedan causar problemas serios para la industria de cítricos. En tales casos, se recomienda que todos los materiales que se movilizan dentro del mismo país, estado o región se sometan a saneamiento para la eliminación de patógenos, y se incorporen a un programa de certificación. Ante la ausencia de programas de certificación, la obtención de materiales propagativos 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) supone menos riesgo que la obtención de material del mismo país.

1.3 Producción de plantas limpias y verificación de la condición de ausencia de enfermedades del material vegetal

Mientras que los artrópodos plaga se eliminan mediante los procesos que se describen en el apartado 1.4, los protocolos para producir plantas limpias y verificar la condición de ausencia de enfermedades generalmente suponen realizar terapias para eliminar los patógenos en la planta y aplicar varios métodos para realizar las pruebas contra patógenos. Estos protocolos generalmente se realizan bajo condiciones controladas y podrán llevarse a cabo antes de movilizar los materiales vegetales, después de la introducción de materiales vegetales nuevos o posterior a un período de cuarentena posentrada.

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

La detección de patógenos transmisibles por injerto es uno de los componentes principales de un programa para la introducción segura de variedades nuevas 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. Diversos factores determinarán las pruebas específicas necesarias, pero serán las autoridades normativas quienes las aprobarán en última instancia. La NRMF 16: 2013 brinda ejemplos de los métodos de prueba aprobados.

Las pruebas de laboratorio para los patógenos transmisibles por injerto incluyen las pruebas serológicas, tales como el ensayo de inmunoabsorción ligado a las enzimas (ELISA), inmunoensayo sobre membrana (DIBA, por su sigla en inglés), y microscopio inmuno específico de electrones (ISEM, por su sigla en inglés); ensayos a base de ácido nucleico, tales como electroforesis secuencial en gel de poliacrilamida (sPAGE, por su sigla en inglés); hibridación y reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por su sigla en inglés, convencional y en tiempo real); cultivo de patógenos en medio y microscopía.

Los ensayos de laboratorio podrán ofrecer ventajas en comparación al indexado biológico: estos son más rápidos, permiten el procesamiento de un número grande de muestras en un período corto y requieren menos recursos humanos y físicos así que son generalmente menos costosos. Una de las desventajas es la necesidad de contar con un laboratorio con equipo especializado y frecuentemente costoso así como capacitación de los técnicos que realizan las pruebas. Las medidas de control de calidad, tales como la calibración, optimización, la selección de los controles adecuados y un alto nivel de conocimientos de todo el personal que participa en el control aseguran que se realicen estas pruebas con un alto grado de exactitud y confianza. Sin embargo, si está presente una enfermedad de etiología desconocida, podrá ser posible detectarla con una planta indicadora pero no con un ensayo de laboratorio (Navarro et al. 1984).

Por consiguiente, las pruebas en invernadero y 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 su totalidad. 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 los fines de 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.

1.4 Instalaciones

Los programas de cuarentena y saneamiento para cítricos cuentan con algunos 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 minimicen el riesgo de que los patógenos se escapen del material vegetal que se mantiene en ellas. También se deberían tomar medidas que minimicen otros riesgos fitosanitarios, tales como contaminación de otras plantas en la instalación, acceso de insectos y plagas y la dispersión de hongos patógenos 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 la mayor medida posible, y también deberían estar detrás de una cerca y puerta con llave.

Las instalaciones generalmente pertenecen a las entidades federales o estatales que participan en la protección fitosanitaria, pero estas entidades podrán tener un acuerdo con una entidad externa tal como una institución de investigación para realizar la introducción misma o 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 por las autoridades fitosanitarias.

Las instalaciones deberían incluir invernaderos, invernaderos con malla y un laboratorio.

1.4.1 Invernaderos

Los invernaderos se utilizan para la producción de plantas indicadoras y portainjertos y para el indexado biológico. Ellos deben tener por lo menos dos cámaras, una cámara que se mantenga a temperatura fría y otra que se mantenga a temperatura elevada para la detección de patógenos transmisibles por injerto. Las salas deberían 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. De estar disponible, sería preferible utilizar una tercera sala con temperatura intermedia para la producción de plantas indicadoras y para propagación. Los invernaderos deberían construirse de tal forma que protejan a las plantas de los insectos y para este fin, 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 (a saber, con mallas) para excluir a los insectos.

1.4.2 Invernaderos con malla

Los invernaderos con malla se utilizan para el mantenimiento protegido de las plantas. Estos podrán construirse con marcos de metal (preferentemente) o de madera con malla de nylon o acero inoxidable a prueba de insectos. Anteriormente, la construcción estándar requería utilizar mallas "a prueba de áfidos", pero la práctica actual recomienda el uso de mallas "a prueba de trips". El techo del invernadero con malla debería estar por lo menos a tres metros del suelo (preferentemente cuatro a cinco metros). Los invernaderos con malla deberían tener un vestíbulo con doble puertas y flujo de aire con presión positiva y/o cortina de aire.

1.4.3 Laboratorio

El laboratorio se utiliza para pruebas de laboratorio y terapia. Sería muy conveniente 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 (p. ejemplo, ELISA, sPAGE) podría ser suficiente contar con un laboratorio pequeño. Si se realizan una gran variedad de pruebas de laboratorio, o se manipula un número grande de muestras, se necesitará un laboratorio más grande. Los tipos de pruebas realizados también determinarán el equipo necesario.

1.4.5 Material vegetal

La mayoría de los recursos vegetales que se mantienen bajo protección en un banco de germoplasma, bloque fundación y lote de aumento de yemas se mantienen como árboles en macetas que crecen en un sustrato esterilizado. Esto representa algunas ventajas obvias en cuanto a prevención de enfermedades, fertilización, protección contra heladas, la capacidad de manipular y mover los árboles, etcétera, etcétera. El cultivo de los árboles en macetas también permite cambiar fácilmente el número de árboles que se mantienen por variedad o genotipo. Sin embargo, el mantenimiento de los árboles en el suelo es la única forma de proporcionar cantidades grandes de varetas que proveen algunos programas. 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 en cuanto a la caracterización y evaluación exactas de la calidad de la fruta. La observación de cualquier fruta producida 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, también conocido como banco de genes, es una colección del mayor rango posible de genotipos, los cuales se mantienen sin considerar su uso comercial o potencial. Un banco de germoplasma apoya la investigación científica a la vez que suministra genotipos específicos para la industria a través de la certificación o sistema de plantas limpias. El mantenimiento de un banco de germoplasma es una actividad que requiere muchos recursos y que no genera ingresos; por ende, estos bancos generalmente son mantenidos por una institución gubernamental o académica y por consiguiente están sujetos a competencia de recursos con otros programas y proyectos. Algunos bancos de germoplasma tienen un programa para la preservación a largo plazo bajo condiciones de criogenia o de cultivo de tejidos. Estos programas son muy importantes para la preservación a largo plazo de material genético valioso y de la diversidad, pero estas son actividades poco comunes que están restringidas a algunos bancos de vanguardia.

Un banco de germoplasma, especialmente uno que apoye un sistema de certificación o de plantas limpias, debería mantenerse en estructuras para protegerlo contra plagas y enfermedades. Cuando hayan suficientes recursos disponibles, una opción sería contar con una réplica 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 protegidas 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, enfermedades y el estrés abiótico, tales como temperaturas elevadas 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 a un banco de germoplasma o la liberación de genotipos del banco a un programa de certificación o un sistema de plantas limpias

necesita 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 limpias. 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 limpio en el banco de germoplasma.

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 los árboles individuales así como el manejo de la información (p. ejemplo, propagación, ubicación). Se debería obtener y documentar la mayor cantidad de datos de caracterización y evaluación adicionales que sean posibles.

1.6 Bloque fundación

La base de todas las propagaciones adicionales en un sistema de certificación o de plantas limpias es el bloque fundación. El ámbito del bloque fundación es menos amplio que el de un banco de germoplasma. Un bloque fundación apoya directamente a una industria de tal forma que le compete las variedades comerciales y variedades con potencial comercial. Las variedades que no se utilizan en la producción comercial deberían mantenerse en un banco de germoplasma en una condición fitosanitaria elevada (cumpliendo con las normas para el bloque fundación).

Los materiales que se mantienen en un bloque fundación deben cumplir con una norma fitosanitaria elevada, generalmente esta corresponde a la ausencia de todos los patógenos que se sabe que son transmisibles por injerto, una condición que se ha cumplido después de haber pasado a través de una introducción o un programa de saneamiento. Las plantaciones del bloque fundación se someten a pruebas adicionales en forma periódica para detectar patógenos tal como lo exigen los reglamentos. Las enfermedades más importantes desde un punto de vista de las pruebas adicionales son las enfermedades endémicas que sus vectores dispersan en forma natural. El material en un bloque fundación que cumpla con las normas fitosanitarias puede mantenerse de manera indefinida, aunque los asuntos prácticos (por ejemplo, tamaño del árbol) podrán limitar su vida.

Según los reglamentos y las circunstancias, las instituciones gubernamentales o académicas y/o los viveros privados podrán mantener los bloques fundación. En el pasado, los bloques fundación habían incluido tanto los bloques fundación protegidos de material inicial (madre) y los bloques fundación plantados en el campo o protegidos que podían ubicarse en los viveros. Sin embargo, la práctica actual consiste en proteger todos los bloques del programa, y se están retirando los bloques fundación plantados en campo. En algunos casos, el programa de certificación o el sistema de plantas limpias o los investigadores o representantes de la industria establecen una plantación de árboles en el campo propagados de los materiales fundación con el fin de observar, evaluar y documentar las características de producción. El material vegetativo proveniente de los árboles cultivados en campo no debería utilizarse para la propagación.

La documentación relacionada con un bloque fundación incluye alguna de la misma información como la que se utiliza para manejar un banco de germoplasma, tales como los

datos sobre el origen, los datos fitosanitarios y datos de manejo. Generalmente, cada árbol del bloque fundación se le asigna un código único que permite rastrear a todas las yemas distribuidas a la industria hasta un árbol individual en el bloque fundación. 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 fundación. El supuesto árbol fuente puede verificarse para determinar si es la fuente del problema o si el problema se originó después de que las yemas salieron de la instalación del bloque fundación. Las entidades normativas generalmente emiten y mantienen los códigos únicos.

1.7 Bloque de reproducción de yemas

Debido a los gastos relacionados con el mantenimiento y las pruebas adicionales de los árboles del bloque fundación, generalmente se mantienen solamente dos a seis árboles de cada variedad. Este número no es suficiente para suministrar las varetas directamente para propagar los árboles de viveros. Por ende, el material del bloque fundación generalmente se utiliza para establecer los bloques de reproducción (multiplicación) de yemas, permitiendo 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.

Al igual que con los bancos de germoplasma y los bloques fundación, los bloques de reproducción de yemas deberían protegerse. 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 a los patógenos específicos. La condición fitosanitaria de los árboles del bloque de reproducción debe equivaler a la del banco de germoplasma y los árboles del bloque fundación. Al igual que el banco de germoplasma y el bloque fundación, las autoridades normativas autorizan e inspeccionan al bloque de reproducción de yemas.

El paso final en un sistema de certificación o de plantas limpias es la producción de árboles de viveros certificados que se originen ya sea de los bloques fundación 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 donde se localizan, que a su vez determinan el riesgo de contaminación. La entidad normativa reglamenta 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 es siempre factible.

1.8 Árboles fuente de semillas

La práctica existente es mantener a los árboles fuente de semilla en el campo debido a las dificultades de la producción de fruta y semilla utilizando las tecnologías de estructuras protectoras que actualmente están disponibles. Los árboles fuente de semilla se someten a prueba para detectar un número relativamente pequeño de patógenos, y las normas para las pruebas no son constantes en todos los gobiernos o los programas de certificación. Los informes de los patógenos de cítricos transmisibles por semillas son esporádicos y no son constantes, y estos indican que la mayoría de los principales patógenos de cítricos transmisibles por injerto, incluyendo a la bacteria causante del HLB, no se transmiten con la semilla [aunque se ha informado que el virus de la mancha de la

hoja de los cítricos (CLBV, por su sigla en inglés) se ha transmitido por semilla]. La práctica preferida es plantar los árboles fuente de semilla que cumplan con todos los criterios pertinentes de plantas limpias o certificación, protegerlos contra vectores y realizar pruebas adicionales periódicamente para detectar patógenos transmitidos por vectores que sean endémicos al área. 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 fuera completamente protegida, sin embargo, actualmente esto no resulta práctico debido a que las estructuras protectoras tendrían que ser mucho más grandes para acomodar a los árboles fuente de semilla que para acomodar a los árboles fuente de yema más pequeños. Además, la floración y fructificación se dificultan o no son constantes bajo la malla. Unos 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 que conciernen a cítricos como a todos 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 del material propagativo deberían documentarse. De solicitarse, esta información debería estar disponible para los funcionarios fitosanitarios normativos, por si sucede un evento que requiera investigación. Los viveros y el personal normativo determinarán el formato actual para la documentación según las condiciones locales.

La producción de material propagativo de cítricos para la venta debería realizarse en estructuras protectoras. Debería establecerse un programa de control de plagas que incluya monitoreo, acciones de control y la documentación correspondiente. Los árboles de cítricos deberían protegerse hasta el momento que abandonan el vivero de producción masiva. La exposición a las condiciones sin protección debería mantenerse al mínimo durante la carga de árboles para transportarlos fuera del sitio. Las instalaciones de viveros de producción masiva están sujetas a inspección. Los árboles nunca deberían devolverse al vivero una vez que hayan salido de éste. Los árboles deberían someterse a tratamiento contra insectos y ácaros vectores de enfermedades, utilizando para ello un insecticida sistémico antes de transportarlos fuera del sitio.

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 de HLB o su vector) deberían mantenerse en una estructura protectora. Los árboles deberían monitorearse y someterse a tratamiento contra vectores, especialmente en áreas con presencia de HLB o su vector, y en situaciones sin protección. Los reglamentos podrán limitar el tiempo máximo de estancia de 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. Si en estos viveros también se cuenta con hospedantes

alternativos del HLB y sus vectores, deberían estar sujetos a las mismas normas que los cítricos si ellos están presentes en el vivero expendedor, puesto que una vez que salen del vivero expendedor estos pueden estar cerca de los cítricos. Los viveros expendedores deberían mantener los registros de las fuentes de los árboles de cítricos (p. ejemplo, origen de plantas de donde provienen las yemas y semillas). Estos registros estarían disponibles para los funcionarios normativos en el caso de detectarse una infección en árboles comprados de un vivero expendedor.

2. Manejo regional del psílido asiático de los cítricos

2.1 Antecedentes

El manejo regional del PAC requiere un enfoque multifacético que abarque aspectos sociales, económicos, operativos, epidemiológicos y biológicos. Bassanezi et al (2013) demostró en Brasil que el manejo regional (áreas grandes o amplias) del PAC fue mucho más efectivo para disminuir de manera considerable sus poblaciones que cuando el manejo se realizó a nivel de huerto.

El manejo más eficaz del PAC generalmente sucede cuando un grupo de productores en una región o área definida ha convenido 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 grandes o amplias" (*area-wide management*) y "manejo regional", aunque también se presentan otras variantes. El manejo de áreas grandes o amplias consiste en "el manejo de la población total de la plaga dentro de un área delimitada" (Hendrichs et al. 2007). Así mismo, existen variaciones en la nomenclatura que especifica el área o la región de un programa de control coordinado del PAC. Por ejemplo, en los 24 estados productores de cítricos en México, las áreas regionales de control (ARCO) son áreas citrícolas definidas en donde se realizan diferentes acciones de manera coordinada, con el objetivo de reducir las poblaciones del PAC y disminuir el riesgo de introducción y dispersión del HLB entre las áreas y dentro de ellas mediante las actividades de monitoreo y control químico y biológico. Las ARCO coordinan las medidas de control en toda el área según el número de insectos determinados en el monitoreo. La estrategia que utilizan las ARCO también considera la rotación de los grupos de plaguicidas para manejar el desarrollo de la resistencia en el vector (SENASICA 2014). En Estados Unidos, estas áreas similares a las ARCO se les denomina *citrus health management areas* (CHMA, por su sigla en inglés) en Florida (Rogers et al. s.f.) y *psyllid management areas* (PMA, por su sigla en inglés) en California (Zaninovich 2015). Estas áreas y sus designaciones se han creado específicamente para los esfuerzos coordinados; sin embargo, los esfuerzos coordinados también pueden implementarse en las áreas designadas existentes (tales como los distritos de manejo de plagas), de ser apropiado.

2.2 Componentes del manejo regional

2.2.1 Organización

Se considera conveniente la formación de un grupo de trabajo del HLB en cada estado o región, compuesto por representantes de las entidades, instituciones y organizaciones pertinentes para guiar los esfuerzos de manejo en la región [por ejemplo, entidad normativa, gobierno local, representantes de la cadena y de la industria citrícola

(asociación de productores, empaques y exportadores, asociación de procesadores de cítricos), asociación de viveristas certificados e instituciones que realicen investigación en cítricos] (SENASICA 2014). El grupo de trabajo asiste con el cumplimiento de la normativa relacionada con el HLB y sobre todo, en la implementación del manejo de áreas grandes o amplias. (Rogers et al. 2014, Rogers et al. s.f.).

Un grupo técnico de HLB puede brindar recomendaciones en cuanto al manejo y otros asuntos técnicos, tal como el número, tamaño y la localización de las áreas de manejo regional; priorización de las áreas con proclividad al surgimiento de brotes epidémicos de HLB; los períodos de aplicación regional total; el umbral de acción para el control del PAC y la rotación de plaguicidas. El grupo técnico también puede participar en la capacitación de los interesados, productores y otro tipo de personal técnico que sean parte de las organizaciones de extensión, instituciones estatales o federales y los productores. En cuanto a la composición del grupo técnico, por ejemplo en México, el grupo técnico que asiste a las ARCO está integrado por técnicos de la ONPF y del gobierno local, así como el coordinador de las ARCO, el coordinador de la campaña contra el HLB, un técnico del Comité Estatal Sistema Producto, un técnico del Consejo Estatal de Productores e investigadores de instituciones que realizan investigación en cítricos en la región.

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 a todos los actores participantes. La unión de todas las fuerzas aumenta las posibilidades de lograrlo y reduce los costos individuales. Las funciones de algunas de las autoridades y del personal que participan en la implementación y operación del manejo regional del PAC se discuten en los siguientes párrafos.

Función de la autoridad fitosanitaria

Las autoridades fitosanitarias (y normativas) en el ámbito estatal como en el federal toman el liderazgo en la formación de grupos de trabajo y grupos técnicos e inducen la implementación de áreas regionales de manejo. También elaboran protocolos; describen estrategias, componentes de manejo y responsabilidades; y dan seguimiento a las actividades de control regional (por ejemplo, monitoreo semanal, aplicaciones programadas y control de las áreas de enfoque, etc.).

Función de los investigadores

Con el objetivo de volver cada vez más efectivo el manejo regional, es necesario que todos sus componentes se optimicen de manera gradual. En el manejo de la estrategia, se debe tener en cuenta la importancia de cada factor: social, económico, operativo, epidemiológico y biológico. Corresponde a los expertos en la materia identificados indicar correctamente todos los factores, establecer las prioridades de investigación y conducirlos de la forma más apropiada posible para que los resultados se apliquen de manera oportuna. En cuanto al aspecto biológico y epidemiológico es necesario cuantificar de forma experimental (no solamente por medio de estudios de casos). Estos aspectos incluyen: (1) el efecto del viento (intensidad y dirección) y del propio vuelo del vector en su dispersión, (2) el efecto de los insecticidas sistémicos y de contacto, empleados en el control del vector para disminuir la probabilidad de transmisión de la bacteria de plantas infectadas; (3) la importancia de los diferentes estadios fenológicos de brotaciones sobre la biología y dinámica poblacional del vector y la transmisión del HLB y (4) la influencia del

ambiente y portainjertos en la intensidad y estacionalidad de las brotaciones de las especies y variedades.

En cuanto a los aspectos sociales del manejo regional, hay que identificar las causas de cualquier falta de cooperación. Esto es de importancia particular para los productores vecinos en cuanto a la implementación de acciones de control debido a que, si no hay cooperación entre ellos, que son los primeros que se benefician en todo el proceso, el manejo regional no resultará efectivo. Como señala Mamani (2013), la razón principal de la falta de colaboración es la desconfianza entre los productores para participar de manera coordinada. Se puede invitar a los sociólogos, psicólogos y antropólogos para que resuelvan estos asuntos utilizando los métodos de extensión participativa apropiados al caso.

Función del personal de extensión

La función del personal de extensión es proporcionar la información a los interesados y trabajar con ellos para implementar el programa de manejo regional; desarrollar 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. El servicio de extensión y otros recursos que estén disponibles deberían unirse para mejorar los actuales esfuerzos de divulgación pública acerca de las plagas y la prevención y el manejo de enfermedades, así como brindar educación acerca de la importancia de la protección de los recursos agrícolas.

Esta divulgación también es necesaria para exhortar a los productores de traspatio a manejar el HLB y otras plagas de los cítricos en sus jardines, y fomentar un mejor entendimiento de la forma en la que sus decisiones pueden afectar a los productores comerciales. Es importante que los productores de traspatio entiendan la necesidad de comprar solamente plantas de cítricos producidas en viveros certificados. Ellos tienen que estar conscientes de que no deberían aceptar plantas de cítricos de otras fuentes o dar a otras personas plantas de cítricos provenientes de sus patios o jardines.

Función de los productores

Los productores, con la asesoría de los expertos técnicos, deberían realizar el manejo regional para evaluar los datos recolectados. En Brasil, un sistema de alerta cooperativa funciona de tal forma que los productores publican las observaciones semanales de las trampas pegajosas y de la brotación en un sitio web el cual proporciona información de manera quincenal sobre los niveles de infestación y las recomendaciones para aplicaciones en los lugares críticos. Los productores deben estar convencidos de la importancia de asociarse para lograr la disminución de la población del PAC con aplicaciones coordinadas de insecticidas y entomopatógenos.

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

Algunos experimentos realizados en Florida han demostrado que la eliminación de plantas infectadas es más eficaz al inicio de la epidemia en el ámbito regional o del huerto. Una vez que se haya dispersado la infección, los productores se muestran renuentes a eliminar cantidades grandes de árboles y han adoptado una estrategia de manejo, incluyendo el mejoramiento de la nutrición, termoterapia, el control del psílido, de la salud de la raíz, entre otros.

2.2.2. Participación social en el programa

La participación social, entendida bajo la perspectiva de la sanidad vegetal y el programa de las ARCO, se concibe a través de actividades organizadas que faciliten la apropiación e implementación de las estrategias y los objetivos del programa de una manera holística; así como también para la generación y recopilación de información de primera mano que sirva para evaluar y monitorear los impactos de las diferentes estrategias en localidades específicas.

El control regional del PAC, implica el fortalecimiento de la organización comunitaria para llevar a cabo las acciones de manera coordinada entre los productores, los OASV y otros actores de importancia para la citricultura. Para que el control regional tenga éxito, 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 para los objetivos de las ARCO.

Es crucial que el grupo de los extensionistas sensibilicen a la comunidad y a los productores sobre el programa y sus objetivos. Para ello, se requiere que los productores comprendan lo indispensable de su participación como una necesidad y no como una obligación impuesta; y comprendan que su participación activa en las acciones de vigilancia, monitoreo y control de plagas traerán beneficios directos a su nivel de vida, haciéndose corresponsables para la protección de su patrimonio y la citricultura nacional.

Por lo antes señalado, el personal que funja como extensionista debe tener habilidades de trabajo de campo, organización, comunicación y conocimiento técnico de la enfermedad, su vector y el programa de las ARCO, con el objetivo de formular tareas de planificación estratégica, técnicas y metodologías participativas, así como estrategias para incentivar la participación social, la organización social y comunitaria. Así mismo, es necesaria su participación en la obtención y análisis de datos sobre los factores sociales de las localidades donde exista producción cítrica, para que coadyuven en la toma de decisiones para el establecimiento de las ARCO 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 grandes o amplias debería estar dirigida por la autoridad fitosanitaria (estatal, regional o nacional) o por interesados de la industria que participan estrechamente en actividades de investigación y extensión. El establecimiento de áreas de manejo regional o de áreas grandes o amplias tales como las CHMA y ARCO es el primer paso fundamental en la elaboración de un plan de manejo regional o de áreas grandes o amplias, seguido de la asignación de coordinadores para cada una de estas áreas de manejo. Es importantísimo el establecimiento de un organismo coordinador por área de manejo para asegurar la permanencia del programa.

Capacitación

Se debería hacer todo lo posible para brindar talleres de capacitación a los productores y técnicos, utilizando para ello material que se centre en sintomatología de enfermedades, reconocimiento de síntomas, identificación del insecto, insecticidas autorizados para el manejo del PAC, organismos de control biológico, y la organización, los componentes y la operación de los organismos de manejo de áreas grandes o amplias del PAC y HLB (por ejemplo, las ARCO y CHMA). Igualmente se debería hacer lo posible para realizar sesiones para los capacitadores y llevar a cabo reuniones de coordinación entre los investigadores, el personal de extensión y los productores.

Comunicación y divulgación

Uno de los aspectos más importantes de un programa de manejo es la estrategia de divulgación y comunicación, la cual debe centrarse en la elaboración de materiales de capacitación para el manejo del HLB y su vector de tal forma que se pueda informar a los productores, propietarios de viveros, su personal y al público. El uso de los medios sociales y sitios web es fundamental para ayudar a informar al público de manera amplia y rápida acerca del HLB y su vector. El uso de publicaciones de extensión junto con revistas comerciales y literatura científica son herramientas de información y capacitación importantes para los interesados. La detección temprana mediante la educación del público y los interesados ayudará en última instancia a manejar al PAC y el HLB.

El uso de sitios web mantenidos por los grupos de trabajo ayudará con el manejo y la diseminación de los datos y la información. Por ejemplo, los protocolos de tratamiento así como los plaguicidas que se recomiendan podrán publicarse en un sitio web dedicado.

2.2.4 Priorización de las áreas para el control

Idealmente, las áreas regionales de control del PAC deberían establecerse en toda la superficie citrícola nacional, con autonomía y responsabilidad económica y operativa de los productores. Esta estrategia es altamente compleja, por lo que su aplicación se debería visualizar como una meta a mediano y largo plazo.

La autoridad fitosanitaria debería impulsar de manera prioritaria la formación de áreas grandes o amplias de manejo del PAC y HLB en áreas con tendencia a condiciones conducentes a brotes de HLB. Se deberían tomar en cuenta los siguientes criterios biológicos y epidemiológicos cuando se evalúen tales condiciones: (1) abundancia de hospedante; (2) susceptibilidad del hospedante; (3) número de sitios y distancia entre ellos

(como fuentes de infección); (4) carga del inóculo y (5) dirección del viento predominante. Estos criterios también formarán la base para el tamaño, la forma, superficie del área de control así como el número de productores participantes y otros factores.

Como ejemplo, Mora-Aguilera et al. (2013) desarrollaron una propuesta metodológica para la determinación del número, tamaño y la ubicación de las ARCO para el control regional del PAC, en los 24 estados citrícolas de México. Esta metodología se denominó "@RCO-HLB v1.0" y consiste en la definición de áreas regionales de control con base en los principios de prevención del riesgo y protección (endemicidad). Esta metodología se empleó para simular escenarios epidémicos reales de bajo riesgo en Brasil (Sao Paulo), Estados Unidos (Florida) y México (Yucatán y Colima) mediante un modelo matemático.

Al igual que con los criterios indicados anteriormente, en la práctica, el número y la localización del área regional de control también se determinan en función de la infraestructura, los recursos humanos y económicos disponibles por estado citrícola y el nivel de riesgo de la enfermedad que se desea suprimir (la meta debería ser un 80-90% de supresión - Mora-Aguilera et al. (2013)). Esta última consideración es un elemento dinámico de decisión, el cual permite priorizar las áreas regionales de control del PAC por el nivel de riesgo municipal.

La incorporación de enfoques epidemiológicos permite proporcionar criterios racionales para el establecimiento de áreas regionales de control del PAC con base en los principios de prevención y protección desarrollando una estrategia útil para el sector productivo mexicano.

2.2.5. Monitoreo del vector

Trampeo

Se utilizan trampas verdes o amarillas para medir la población del PAC en el ámbito regional y por especie hospedante, para: (1) evaluar el impacto de las aplicaciones regionales totales de control químico y las liberaciones biológicas; (2) determinar períodos de aplicación total regional; (3) evitar aplicaciones innecesarias e (4) identificar brotes del insecto por huerto (focos de infestación). Los datos deberían recolectarse semanalmente y enviarse a un punto centralizado para su procesamiento. Se recomienda utilizar sistemas informáticos que permitan el análisis para la toma de decisiones en los diferentes niveles (a saber, estatal, por huerto).

En el caso de México se diseñó e implementó un sistema de monitoreo para *D. citri* fundamentado en el trampeo (denominado SIMDIA) (véase, <http://www.siafeson.com/simdiatecnicos/>). Dicho sistema brinda información sobre los niveles de infestación del psílido en el ámbito nacional, estatal, por ARCO, huerto y trampa, lo que facilita la toma oportuna de decisiones en los diferentes niveles. Por ejemplo: se puede adelantar o cancelar aplicaciones regionales de plaguicidas que estaban programadas o enfocarse en sitios específicos en donde la población del insecto va en aumento.

Golpeteo

El muestreo por golpeteo es un método eficaz para monitorear las poblaciones moderadas a altas del PAC. Por ejemplo, en EE. UU. se recomienda realizar un monitoreo rutinario

aplicando 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. Este protocolo brinda números de población con aproximadamente 25% de precisión hasta casi un vector por 10 golpeteos. También se recomienda que se inspeccionen 10 brotes jóvenes por sitio, si estuvieran disponibles, para determinar el porcentaje de infestación y la densidad de brotes. En cambio, las poblaciones muy bajas se detectan de una mejor forma utilizando tarjetas pegajosas o métodos de muestreo al vacío.

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

Observaciones visuales

Desde el 2010, APHIS PPQ también ha estado realizando observaciones visuales de las densidades de ninfas por brote durante todo el año con el fin de monitorear el impacto de los esfuerzos de control biológico contra el PAC en el sur de Texas.

Detección de brotes del HLB y determinación del nivel de infestación

Para detectar presencia de la bacteria se hace búsqueda de síntomas en plantas y colección de insectos para diagnóstico en laboratorio. Vale la pena la búsqueda del HLB si la incidencia es lo suficientemente baja para justificar la eliminación de los árboles sintomáticos. La incidencia de más de 3 a 4% al año es considerada por los productores como muy alta para justificarla económicamente. La exploración del HLB para fines de detección y eliminación necesita realizarse con frecuencia, por lo menos cuatro veces al año. Los exploradores deben estar capacitados para reconocer los árboles sintomáticos y contar con el equipo para revisar árboles grandes desde una altura suficiente.

Si el objetivo es evaluar la eficacia de los programas de manejo o brindar información sobre detecciones positivas del HLB, podría ser útil dedicar algún tiempo para estimar la incidencia del HLB. Un método simple es anotar el número de árboles sintomáticos entre los 50 o 100 en algunos de los bloques o en 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 qPCR, que excedan los Ct umbrales) estén infectadas de *Laberibacter* pero simplemente no cumplen con las normas para fines normativos. Tales casos deberían presentarse para la vigilancia continua y para el manejo activo del vector.

2.2.6 Uso racional de insecticidas

Tanto en las aplicaciones regionales totales como en la atención de focos de infestación

detectados mediante monitoreo, se deben utilizar de manera prioritaria los insecticidas que cuentan con registro por la autoridad competente para su uso específico contra el PAC. El protocolo de las ARCO utilizado en México (<http://www.senasica.gob.mx/?doc=9364>) hace énfasis en la rotación de los diferentes grupos toxicológicos para el manejo de la resistencia del insecto y en evitar el surgimiento de las denominadas plagas secundarias, como la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915).

El control del PAC con químicos aún proporcionará los beneficios en cuanto a un rendimiento mayor, incluso si la incidencia del HLB alcanza el 100%. Sin embargo, según esas condiciones, un enfoque de umbral durante la temporada de crecimiento probablemente sea más eficaz en función del costo que las aplicaciones mensuales.

El insecticida que escojan dependerá de cualquier otra plaga objetivo que esté presente al momento de la aplicación; sin embargo, se recomienda rotar el modo de acción y el tipo de plaguicida. No se recomienda realizar aplicaciones consecutivas de la misma clase (modo de acción) de insecticidas. El químico que escojan dependerá de varios parámetros incluyendo lo que se ha utilizado durante la temporada para no exceder la cantidad máxima permitida por temporada; el intervalo precosecha del insecticida puesto que las aplicaciones en estado latente se realizan durante la temporada de cosecha y los costos que el productor considere razonables.

Aplicaciones de insecticidas coordinadas

Cuando los productores se organizan entre ellos en áreas regionales o áreas grandes o amplias de manejo (tales como las ARCO o CHMA) las aplicaciones de insecticidas pueden coordinarse de manera eficiente. Puede haber un coordinador establecido en cada área de manejo que servirá para dar a conocer a cada productor el momento de la aplicación teniendo en cuenta que los niveles poblacionales del PAC serán un factor importantísimo en la forma de programar las aplicaciones. En cada área, se exhorta a todos los productores a realizar las aplicaciones en sus huertos con un intervalo de dos semanas. Las aplicaciones pueden realizarse por aire o en la mayoría de los casos pueden realizarse por tierra.

Por lo general, los brotes de la plaga suceden cuando los productores no reaccionan rápidamente durante un ciclo de brotación vegetal o cuando los huertos están muy cerca a los sitios residenciales con abundantes árboles de cítricos. En estos casos, las aplicaciones dirigidas se pueden realizar con un volumen bajo o reducido de aplicaciones.

Muchos productores han adoptado el programa de tratamiento de los huertos en el borde, específicamente entre los ciclos principales de brotación vegetal. El tratamiento de los huertos en el borde evita la incursión del PAC al huerto y su éxito depende de un buen programa de monitoreo para detectar a los adultos antes de un ciclo nuevo de brotes del insecto.

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 cuyo objetivo son las plagas importantes que están presentes en el huerto al momento de la aplicación. Esta estrategia de control de múltiples plagas evita el riesgo de brotes secundarios de plagas. Cuando la meta de producción es el mercado de frutas frescas, los productores deberían ser muy

cautelosos con el uso de insecticidas de amplio espectro, ya que presentan el riesgo de que surjan otras plagas (por ejemplo, escamas, ácaros) o que queden residuos químicos en la fruta.

No es conveniente aplicar tratamiento a los árboles durante la época de brotación con químicos de amplio espectro puesto que estos afectarán a los enemigos naturales de las plagas de los cítricos. Los productores deberían monitorear tanto las poblaciones adultas como las inmaduras del psílido durante el ciclo de brotación. Si los números de los psílicos adultos están aumentando durante un período de tres semanas, se debería aplicar un tratamiento solamente si no hay pérdida de hojas o flores.

2.2.7 Control biológico

El control biológico, a través del uso de depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos es una tecnología complementaria para el uso de insecticida con el fin de manejar al PAC y se considera una herramienta ecológica, inofensiva al medio ambiente, versátil y efectiva (Chien et al. 1989, Étienne et al. 2001, Mellín-Rosas et al. 2011, Alvarado-Martínez et al. 2012, Ramírez-Balboa et al. 2012, Arredondo et al. 2013). Para algunas zonas y sitios dentro de la estrategia de manejo de áreas grandes o amplias, podrá ser difícil realizar aplicaciones químicas, por ejemplo, en huertos abandonados o aquellos que no utilizan aplicaciones químicas, como en el caso de productores orgánicos. En ambientes urbanos en donde los propietarios residenciales tienen árboles de cítricos, los tratamientos químicos resultan costosos y no siempre son factibles o aceptables. En estos casos, el uso, la conservación, producción masiva y liberación de insectos entomófagos resulta especialmente útil. El control biológico no es una solución a corto plazo pero contribuye a una solución a largo plazo para ayudar a controlar las poblaciones del psílido.

2.2.7.1 Control biológico con artrópodos

Entre los depredadores para el PAC son preferibles las crisopas y carga basuras debido a su gran capacidad de alimentación y disponibilidad en el mercado, así como *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) (Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). Los depredadores de los géneros *Chrysoperla* y *Ceraeochrysa* tienen potencial para ser utilizados como reguladores de poblaciones de ninfas de *D. citri* (Cortéz-Mondaca et al. 2011, Pacheco-Rueda y Lomelí-Flores 2012). Para el uso de este tipo de depredadores es importante tomar en cuenta las características biológicas, predominancia en campo y hábitos de cada especie para asegurar su efecto contra *D. citri*.

Entre los parasitoides, *Tamarixia radiata* muestra ventajas importantes tales como su alto nivel de parasitismo en ninfas de *Diaphorina citri* y su excelente capacidad para buscar y alimentarse de las ninfas de sus hospedantes. Estas características la convierten en una candidata excelente para utilizarla como agente de control biológico en huertos abandonados o aquellos con poco manejo (Aubert 1987, Étienne et al. 2001, Skelley y Hoy 2004). Este parasitoide 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), así como en Florida, California, Luisiana, Puerto Rico y Texas, Estados Unidos (Hoy y Nguyen 2001). *T. radiata* está presente de manera natural en México (Sánchez et al. 2015), a pesar de

que no hay registros oficiales de alguna introducción oficial llevada a cabo, y se han implementado liberaciones aumentativas en varias partes del país.

En Florida, las plantaciones residenciales resultan problemáticas debido a los patrones de aplicaciones irregulares o la falta total de aplicaciones, pero su impacto negativo en la población del psílido es pequeño en comparación al de los huertos abandonados y sin manejar (Hall D., com. pers.). Texas y California comparten una preocupación en cuanto a la dispersión del PAC de los vecindarios urbanos, en donde se encuentran muchas variedades de árboles de cítricos, a las áreas productoras de cítricos comerciales cercanas. En la mayoría de los casos, el PAC se moviliza de los cítricos residenciales a los comerciales y no a la inversa, debido a la abundancia de tipo y cantidad de material hospedante (Setamou, M., com. pers.). 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 grande o amplia de manejo tales como las ARCO. El control del psílido en el ambiente urbano debe basarse considerablemente en el control biológico; es el método más práctico y aceptable puesto que hay muchos desafíos para tratar de financiar la implementación de tratamiento químico.

Liberación de parasitoides

Las liberaciones de *Tamarixia radiata* deberían realizarse durante todo el año en los cítricos que están brotando e infestados con ninfas. El número de parasitoides a utilizar debería depender de la población de ninfas del PAC y tomar en cuenta la capacidad de la instalación de producción (insectario). Por ejemplo en Texas se han liberado entre 100 y 500 parasitoides por sitio y en México se han liberado 400 parasitoides por hectárea en huertos abandonados y 100 parasitoides por cada 100 metros lineales en áreas urbanas. Las liberaciones están dirigidas a parques recreativos y sitios residenciales así como áreas que tienen material hospedante a una milla de los huertos. Según se informa, las tasas de parasitismo han sido mucho más elevadas en un radio de cinco millas que en otras partes del sur de Texas. Un método alternativo es el que utiliza el APHIS PPQ tanto en Texas como en California en donde se utilizan las jaulas de insectario de campo para abarcar árboles grandes de cítricos en ambientes urbanos para producir y liberar volúmenes grandes de parasitoides *in situ* (Daniel Flores, com. pers.).

Liberación de parasitoides en huertos sin manejar

Las liberaciones de *Tamarixia radiata* pueden realizarse en cualquier época del año, siempre y cuando los huertos sin manejar cuenten con presencia de huevecillos o cualquier estadio ninfal del PAC y las temperaturas fluctúen entre los 20 y 35 °C (Sánchez-González et al. 2015). Se recomienda que la 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 de *D. citri* después de cinco meses de liberaciones semanales (Sánchez-González et al. 2011a). Los estudios sobre la dispersión de *T. radiata* muestran que el parasitoide presenta dispersión en agregados, con tendencia a desplazarse a favor del viento, por lo cual es importante considerar la dirección y velocidad del viento previo a la liberación de parasitoides (Sandoval-Jiménez et al. 2013).

Liberación de parasitoides en áreas urbanas

Hay una preocupación creciente de parte de la industria citrícola de que el PAC se está dispersando desde los huertos abandonados y las zonas urbanas a los huertos comerciales, lo cual vuelve importante el manejo del PAC en esas áreas.

En zonas 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 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 pueden 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 encuentran entre los 20 y 35 °C. La efectividad de *T. radiata* sobre ninfas de *D. citri* liberadas en zonas urbanas registra hasta un 71% de parasitismo (Moreno-Carrillo et al. 2012).

2.2.7.2 Control biológico por hongos entomopatógenos

En los huertos comerciales de cítricos que fundamenten sus métodos de control principalmente en insecticidas químicos para mantener las poblaciones del PAC bajas, se podrá considerar las liberaciones de hongos entomopatógenos como una alternativa menos dañina. Respetando el tiempo de persistencia de los productos químicos, estos entomófagos podrán utilizarse en rotación cuando las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. Se deberían realizar investigaciones y pruebas de laboratorio para determinar cuáles especies y cepas de hongos entomopatógenos son adecuadas para las distintas regiones citrícolas con presencia del psílido, ya que la elección de la cepa que se utilice dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas de validación (Sánchez et al. 2015).

Para el caso de México, la estrategia en las ARCO incluye el uso de cepas de especies de *Isaria javanica* (anteriormente *I. fumosorosea* (cepas candidatas CNRCB-CHE 303, 305 y 307 anteriormente Pf21, Pf15 y Pf17) y *Metarhizium anisopliae* (CHE-CNRCB 224, anteriormente (Ma59) (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 grandes o amplias en Texas y Florida han demostrado que el PAC puede controlarse de manera eficaz utilizando aplicaciones con insecticidas durante el estado latente en la temporada de invierno y antes de que sucedan los ciclos principales de brotación (David Hall com. pers., David Bartels com. pers., Wright 2015, Chow et al. 2013). Sin embargo, las poblaciones del PAC en Florida se están haciendo menos susceptibles a algunos insecticidas (David Hall com. pers., Stelinski 2013), y el uso de hongos entomopatógenos causa menos daños adversos que los insecticidas en la salud humana y el medio ambiente (Chow et al. 2013). El PAC es susceptible a varios hongos entomopatógenos en Estados Unidos. *Isaria fumosorosea* 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).

Aplicación de hongos entomopatógenos

En los huertos comerciales que reúnen las condiciones de temperatura (22 a 28 °C) y humedad relativa (>80%) (Zimmermann 2008), se podrán realizar aplicaciones totales de hongos entomopatógenos. En México se prevé que estas condiciones ambientales se puedan presentar en los períodos de noviembre a diciembre y de enero a febrero; no obstante dependerá de la región donde quieran ser aplicados, previa evaluación de la efectividad en campo.

En general, las aplicaciones de hongos entomopatógenos para el control del PAC se realizarán a una concentración de 1×10^7 conidios por mL. La cantidad de hongo que ha de emplearse por hectárea dependerá del gasto de agua que se requiera para cubrir la superficie que se ha de atender. Si después de la aplicación se detecta población remanente del psílido, es imprescindible aplicar nuevamente el hongo 10 días después de efectuar la primera aplicación, solo en las áreas con presencia del psílido y reuniéndose las condiciones ambientales. Se sugiere realizar las aplicaciones 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 psílido quede impregnado para incrementar la probabilidad de infección, siempre y cuando se garantice la dosis de 1×10^7 conidios por ml. Los equipos deberían estar libres de residuos de fungicidas, insecticidas, fertilizantes y herbicidas. Toda la mezcla preparada deberá aplicarse el mismo día que se prepara.

3. 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*), (USDA 2009).

3.1 Manejo cultural

Se recomienda utilizar las siguientes tácticas como apropiadas en la elaboración de programas de control en áreas grandes o amplias:

- Eliminar los árboles sintomáticos en áreas grandes o amplias para disminuir el inóculo
- Eliminar los huertos abandonados.
- Exhortar a los residentes de las zonas urbanas reemplazar las plantas hospedantes del PAC con plantas no hospedantes en sus jardines o si eso no resulta, tendrían que controlar a los psílicos. Hay que ser cauteloso cuando se escoja una planta nueva para evitar atraer otras plagas de importancia.
- Manejar los cítricos que no han sido sometidos a tratamiento y otros hospedantes 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 longitud relativa de los bordes con respecto al área encerrada.
- Ajustar las prácticas de producción tales como nutrición y riego, para obtener un mejor cuidado del sistema radicular.

3.2 Divulgación, educación, coordinación y extensión

- Los especialistas de extensión deberían diseminar la información apropiada mediante mecanismos establecidos en cada estado o área.
- Es importante diseminar la información apropiada al público general y a los interesados: prensa agrícola, jardineros residenciales (árboles de traspatio), gobierno tribal, empacadores y consignadores, trabajadores migrantes de frutas, personas que pueden transportar la fruta o plantas de un lugar a otro, personal de mercados de productores, personal de mercados de flores y personal de tiendas étnicas de abarrotes.
- 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 grandes o amplias.
- Los informes de los residentes del área urbana y los interesados en el programa en áreas grandes o amplias, acerca de la presencia de cualquier psílido brindarán información al personal de extensión 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.

4 Recomendaciones normativas

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

- Metodología de detección e identificación del HLB y del PAC
- Certificación de material propagativo libre de enfermedades
- Implementación de manejo de áreas grandes o amplias
- Eliminación de plantas contaminadas con HLB
- Movilización de material propagativo libre de HLB
- Movilización de fruta libre de material vegetal
- Restricción de la movilización de fruta sin procesar proveniente de áreas con *D. citri* hacia las áreas no infestadas
- Establecimiento de zonas de cuarentena
- Campañas de capacitación y divulgación

5. Contribuciones

Arredondo Bernal, Hugo C. México

Bassanezi, Renato B. Brasil

Da Graça, John. Estados Unidos
Dibbern Graf, Christiano César. Brasil
Flores, Daniel. Estados Unidos
Gast, Timothy. Estados Unidos
Hebbar, Prakash K. Estados Unidos
Hernández, José R. Estados Unidos
Kuehn, Stuart W. Estados Unidos
Krueger, Robert R. Estados Unidos
Dibbern Graf, Christiano César. Brasil
Lopes, Silvio. Brasil
López, J. Isabel. México
Manzanero Majil, Verónica. Belice
Mora-Aguilera, Gustavo. México
Riley, Timothy. Estados Unidos
Robles García, Pedro L. México
Sánchez Anguiano, Héctor. México
Sétamou, Mamoudou. Estados Unidos
Sieburth, Peggy J. Estados Unidos
Stansly, Phil. Estados Unidos
Vidalakis, Georgios. Estados Unidos
Villareal García, Luís Ángel. México

6. Referencias

- Alvarado-Martínez, M., E. Arroyo-Cruz, M.A. Mellín-Rosas y H.C. Arredondo-Bernal. 2012. Evaluación de hongos entomopatógenos para el control del psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae), vector del HLB en Huejutla, Hidalgo, México. pp 347-351, En: López-Arroyo, J.I. y M.A. Rocha-Peña (eds), *Memoria del 3^{er} Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México* (CD-ROM). Centro Regional de Investigación del Noreste (CIRNE), INIFAP. México.
- Arredondo-Bernal, H.C., J.A. Sánchez-González y M.A. Mellín-Rosas. 2013. Taller Subregional de Control Biológico de *Diaphorina citri*, vector del HLB. FAO, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 65 p.
- Aubert, B. 1987. *Tryoza erytrae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: Biological aspects and possible control strategies. *Fruit* 42: 149-162.
- Ayala-Zermeño, M.A., A. Gallou, A. Berlanga-Padilla, H.C. Arredondo-Bernal y R. Montesinos-Matías. 2015. Characterisation of entomopathogenic fungi used in the biological control program of *Diaphorina citri* in Mexico. *Biocontrol Science and Technology* 25(10): 1192-1207.
- Bassanezi, R.B., L.H. Montesino, N. Giménes-Fernández, P.T. Yamamoto, T.R. Gottwald, L. Amorim y A. Bergamin Filho. 2013. Efficacy of area-wide inoculum reduction and vector control on temporal progress of Huanglongbing in young sweet orange plantings. *Plant Disease* 97: 789-796
- Bové, J.M. 2012. Huanglongbing and the future of citrus in Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Plant Pathology* 94 (3): 465-467.

- Chien, C.C. 1995. The role of parasitoids in the pest management of citrus psyllid, pp 245-261, En: *Proceedings of Symposium of Research and Development of Citrus in Taiwan*. Taichung, Taiwan.
- Chien, C.C., C.C. Sui and C.K. Shiu. 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan. *Fruits* 44 (7-8): 401-407.
- Chow, A., C. Dunlap, D. Flores, M. Jackson, W. Meikle, M. Sétamou y J.M. Patt. 2013. Development of a pathogen dispenser to control Asian citrus psyllid in residential and organic citrus. Research Project Progress Report. CRB Funded Research Reports. *Citrograph* January/February: 32-37.
- 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, M. E, G. J. Loera, F. L. Hernández, G. J. Barrera, P. A. Fontes, Z. U. Díaz, A. J. Jasso, R. M. Reyes, R. M. Manzanilla y A. J. López. 2013. *Manual para el uso de insecticidas convencionales y alternativos en el manejo de Diaphorina citri Kuwayama en cítricos, en México*. Folleto Técnico No. 36. INIFAP. México.
- Cortéz-Mondaca, J., I. López-Arroyo, L. Rodríguez R., M. P. Partida V., J. Pérez-M. y V. M. González C. 2011. Capacidad de depredación de especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri* Kuwayama en los cítricos de Sinaloa, México, pp 323-333, En: López Arroyo, J.I. y V.W. González Lauck (Comp.), 2° Simposio Nacional sobre investigación para el manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (NIFAP). 5 al 6 de diciembre de 2011, Montecillo, Edo. de México, México (CD-ROM). 424 p.
- Étienne, J. y B. Aubert. 1980. Biological control of psyllid vectors of greening disease on Réunion Island. pp 118-121, En: Cavalan E.C., S.M. Garnsey y L.W.Timmer (eds), *Proceedings of the 8th International Organization of Citrus Virologists*. International Organization of Citrus Virologists. Riverside, California.
- Étienne, J., S. Quilici, D. Marival y A. Franck. 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadalupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits* 56(5): 307-315.
- Gumpf, D.J. 1999. Citrus quarantine: California, pp 151-156. En: Kahn, R.P. y S.B. Mathur (eds) *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests*. APS Press, St Paul MN.
- Hendrichs, J., P. Kenmore, A.S. Robinson y M.J.B. Vreysen. 2007. Area-wide pest management (AW-IPM): Principles, practice and prospects. pp 3-33. En: Vreysen, M.J.B., A.S. Robinson and J. Hendrichs. *Area-wide control of insect pests - from research to field implementation*. IAEA/Springer, Países Bajos.
- Hoy, M.A. y R. Nguyen. 2001. Classical biological control of Asian citrus psylla. *Citrus Industry* 81: 48-50.
- Krueger R.R. y L.Navarro. 2007. Citrus germplasm resources and their use. Pp. 45-140 En: Khan, I. (ed.) *Citrus Genetics, Breeding, and Biotechnology*. CABI, Wallingford, UK.
- 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 al 22 de noviembre.
- Manjunath, K.L., S.E. Halbert, C. Ramadugu, S. Webb y R.F. Lee. 2008. Detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in *Diaphorina citri* and its importance in the management of itrus Huanglongbing in Florida. *Phytopathology* 98: 387-396.
- Mellín-Rosas, M.A., I. Hernández-Betancourt, M.C. Núñez-Camargo y H.C. Arredondo-Bernal. 2011. Efectividad de hongos entomopatógenos en el control del psílido de los

- cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en Colima. pp 367-372, En: López-Arroyo, J.I. y M.A. Rocha-Peña (eds.) . *Memoria del 2° Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México*. (CD-ROM). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 5 al 6 de diciembre de 2011. Montecillo, Estado de México, México.
- Mellín-Rosas, M.A., J.A. Sánchez-González, G. Fabela-Rojas, A.M. Cruz-Ávalos y H.C. Arredondo-Bernal. 2009. Selección de cepas de hongos entomopatógenos como agentes de control microbiano en ninfas y adultos de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). pp. 410-415, En: Zapata-Mata, R., W.M. Contreras-Sánchez, A.A. Granados-Berber, y S.L. Arriaga-Weiss (eds.), *Memoria del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Control Biológico. Villahermosa, Tabasco, México, 5 al 6 de noviembre de 2009.
- Mora-Aguilera, G., P. Robles-García, J. I. López-Arroyo, J. J. Velázquez-Monreal, J. L. Flores-Sánchez, G. Acevedo-Sánchez, S. Domínguez-Monge y R. González-Gómez. 2013. Situación actual y perspectivas del manejo del HLB de los cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Vol. 31 (Suplemento): 6-12 .
- 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. 321-324, 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 al 9 de noviembre de 2012.
- Navarro, L., J. A. Pina, J. F. Ballester-Olmos, P. Moreno y M. Cambra. 1984. A new graft transmissible disease found in Nagami kumquat. In Proc 9th Conf Org Citrus Virologists, pp. 234-240.
- NRMF 16. 2013. *Medidas integradas para la movilización de material propagativo de cítricos*. Ottawa, NAPPO.
- Pacheco, C.J., R.J. Samaniego y P.A. Fontes. 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 R. Lomelí-Flores. 2012. Comparación de preferencia de presa en diferentes especies de Chrysopidae sobre instares del psílido asiático de los cítricos. pp 325-328, En: *XXXV Congreso Nacional de Control Biológico Puebla*. México. 7 al 9 de noviembre de 2012.
- Pfeil, B.E. y M.D. Crisp. 2008 The age and biogeography of *Citrus* and the orange subfamily (Rutaceae: Aurantioideae) in Australasia and New Caledonia. *American Journal of Botany* 95:1621-1631.
- PT 01. 2015. *Termoterapia*. Protocolos de tratamiento de la NAPPO. Ottawa. NAPPO.
- PT 02. 2015. *Microinjerto de ápices caulinares*. Protocolos de tratamiento de la NAPPO. Ottawa. NAPPO.
- Ramírez-Balboa, O.F., S.E. Varela-Fuentes, I. Hernández-Betancourt, M.A. Mellín-Rosas y H.C. Arredondo-Bernal. 2012. Evaluación de hongos entomopatógenos para el control del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en Hidalgo, Tamaulipas. Pp. 364-368, En: Sansinenea-Royano, E., J.L. Zumaquero-Ríos y M.C. del Rincón-Castro (eds). *Memorias del XXXV Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Puebla, Puebla, México, noviembre de 2012.
- Rogers, M. E., P. A. Stansly y L. L. Stelinski. 2014. *2014 Florida Citrus Pest Management Guide: Asian Citrus Psyllid and Citrus Leafminer*. University of Florida, IFAS Extension. Gainesville, FL. <http://edis.ifas.ufl.edu/in686>. Consultado el 7 de enero 2015.

- Rogers, M.E., P.A. Stansly y L.L. Stelinski. n.d. *Citrus Health Management Areas (CHMA's): Developing a Psyllid Management Plan*. University of Florida, IFAS Extension, Gainesville, FL.
http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/chmas/PDF/CHMA_spray%20plan_10_11_10.pdf.
- Sánchez-González, J. A., G. Moreno-Carrillo, I. Hernández-Betancourt y H. C. Arredondo-Bernal. 2011b. Avances en la evaluación de liberaciones de *Tamarixia radiata* en el Estado de Colima. Pp. 250, En: *XXXIV Congreso Nacional de Control Biológico*. Monterrey, Nuevo León, México. 6 al de 11 noviembre.
- Sánchez-González, J. A., M. C. Sánchez-Borja y H. C. Arredondo-Bernal. 2011a. Cría masiva, liberación y evaluación en campo de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). pp. 339-344, En: J. I. López Arroyo y V. W. González-Lauck (eds). *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). Montecillo, Estado de México. México. 5 al 6 de diciembre de 2011. (CD-ROM).
- Sánchez-González, J. A., M. A. Mellín-Rosas, H. C. Arredondo-Bernal, N. I. Vizcarra-Valdez, A. González-Hernández y R. Montesinos-Matías. 2015. Psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). En: Arredondo-Bernal, H.C y L.A. Rodríguez-del-Bosque (eds.). *Casos de Control Biológico en México*, Vol. 2, Biblioteca Básica de Agricultura. 413 p.
- Sandoval-Jiménez, D. E., J. A. Sánchez-González, M. Palomares-Pérez y H. C. Arredondo-Bernal. 2013. Avances sobre el estudio de la dispersión de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae) en huertas citrícolas. pp. 346-351. En: Vásquez-López, A. y R. Pérez Pacheco (eds.), *Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 7 al 8 de noviembre de 2013, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.
- SENASICA. 2014. Áreas regionales de control (ARCOs) del psílido asiático de los cítricos. Boletín de Sanidades. Año de publicación III, No. 2.
<http://www.senasica.gob.mx/?doc=26776>
- Skelley, L. H. y M. A. Hoy. 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control* 29: 14-23.
- Stelinski, L. 2013. Update on insecticide resistance to ACP. *Citrus Industry Magazine*: 12 - 14.
http://www.crec.ifas.ufl.edu/extension/trade_journals/2013/2013_January_acp.pdf
- 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
- Wright, G. C. 2015. Area-wide spraying for Asian citrus psyllid in Texas and Florida Informe de investigación AZ1651, febrero de 2015. Department of Plant Sciences, Universidad de Arizona, Yuma Agriculture Center, Yuma, AZ.
- Zaninovich, J. 2015. Neighbors helping neighbors. *Citrograph* 6(3):20-21.
- Zimmermann, G. 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): Biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol*

Science and Technology 18 (9): 865-901.