



Fernando Alferez

Department of Horticulture, Southwest Florida Research and Education Center, University of Florida-Institute of Food and Agricultural Sciences (UF-IFAS). E-mail: alferez@ufl.edu

El *citrus greening* en Florida. Situación actual y perspectivas de futuro para la industria citrícola

El *citrus greening* (huanglongbing o HLB) es una grave enfermedad de los cítricos que en Florida está asociada a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*. El HLB se detectó en Florida por primera vez en 2005. Desde entonces, esta enfermedad bacteriana transmitida por el psílido *Diaphorina citri* ha afectado a la práctica totalidad de la superficie de cítricos en el estado, y en la actualidad el 100% de los árboles en edad productiva está infectado. Como consecuencia principalmente del HLB, la superficie cultivada de cítricos ha disminuido en más de un tercio, y el rendimiento de la cosecha en dos tercios de lo que era habitual hace veinte años. Muchos son los esfuerzos que la industria está realizando desde entonces para adaptarse a la nueva realidad de HLB endémico en Florida y para mantener la producción sin una cura disponible en el horizonte cercano. En este artículo se presentan las diferentes prácticas que se están adoptando, y que incluyen nuevas condiciones y técnicas de cultivo y de manejo de cosecha, nuevas variedades, diversificación de la industria hacia el cultivo para el mercado en fresco por primera vez en décadas, y nuevas estrategias de control integrado de plagas. Toda esta información además se pone en el contexto de otros factores que intervienen en la agricultura de Florida modelando unas características únicas de producción en el mundo; estos factores incluyen presión urbanística, incidencia estacional de huracanes y efecto de otras enfermedades bacterianas como el cancro.

Introducción. Una tormenta perfecta

El HLB (huanglongbing, o *citrus greening*) está causando un gran impacto en la industria cítrica mundial. La enfermedad fue descubierta y descrita por primera vez en China en 1919 y desde entonces se ha encontrado en más de cuarenta países. En Florida, *Diaphorina citri*, el insecto que actúa como vector de la bacteria asociada con la enfermedad (*Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLAs)), se descubrió en junio de 1998. Este insecto se extendió rápidamente por amplias zonas del centro y sur del estado como huésped no solo de plántones de cítricos sino también de plantas de *Murraya paniculata*, una especie ornamental de uso muy extendido en jardinería en el sur de Estados Unidos. Esto coincidió con el boom en la construcción de finales de los años 90 y principios de los 2000. Es fácil imaginar que la gran cantidad de nuevas urbanizaciones de viviendas unifamiliares y la necesidad de nuevos jardines que lleva aparejada impulsó la producción, distribución y venta de plantas de *Murraya*, muchas veces con controles sanitarios laxos, lo que contribuyó decisivamente a la dispersión de *Diaphorina*.

¿Qué factores influyeron además en la extensión del HLB en Florida? Echemos un vistazo a lo que ocurrió a mediados de la primera década del presente siglo. Es 2005, y en dos años, Florida ha sufrido cuatro huracanes que han extendido otra enfermedad que hasta el momento estaba bajo control, el cancro (*citrus canker*), producida por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* y cuya vía de transmisión es el aire húmedo. El cancro estaba razonablemente bien controlado y restringido al sur de Florida gracias a un estricto programa de erradicación que obligaba a eliminar todos los árboles de cítricos en la vecindad de un árbol positivo, tanto en plantaciones comerciales como en jardines privados. Este programa creó mucha controversia, especialmente entre pequeños productores y particulares con cítricos en sus jardines, y tras los huracanes de 2004-2005 y la consiguiente extensión de las infecciones de cancro por todo el estado, las prácticas de erradicación se abandonaron. Todo esto dejó el terreno abonado para que hubiera grandes reticencias a adoptar

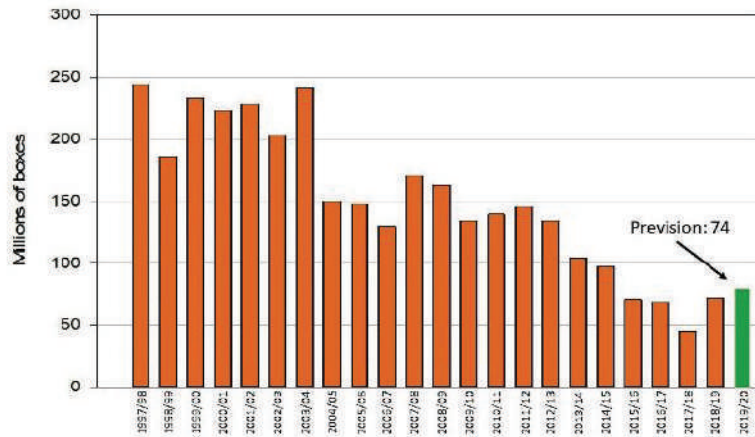


Figura 1. Producción de naranjas (Hamlin y Valencia) en Florida en los últimos veinte años. Nótese que el mayor descenso en producción ocurrió en la campaña 2004-2005, como consecuencia de los efectos devastadores de los huracanes Charlie, Frances and Jeanne en 2004 y de Wilma en 2005. El descenso en producción de los años posteriores a 2011 es efecto directo del HLB. Un nuevo descenso en 2017/2018 se debe al efecto del huracán Irma en septiembre de 2017. Sin embargo, se puede apreciar que la producción ha vuelto con fuerza en las últimas dos campañas, como consecuencia del trabajo de los agricultores, en gran medida coordinados con los científicos del USDA y de la Universidad de Florida.

nuevos programas de erradicación en el caso de que se detectara una nueva enfermedad. En 2005 se detectó por primera vez el HLB en Florida, aunque se sospecha que pudo haber estado presente desde unos años antes. En los años siguientes, la progresión de la enfermedad fue lenta, entre el 0.2% y el 3.8% de incidencia de 2006 a 2008, pero a partir de entonces la incidencia se dobló anualmente, y en 2013 ya era del 80%. En la actualidad se estima que el 100% de los árboles está infectado, la superficie cultivada ha disminuido en un 38% y el rendimiento de cosecha en un 74% (Graham y col., 2020) (Figura 1). Evidentemente, hay razones que explican esta progresión explosiva en Florida, y ello tiene que ver con las cosas que se hicieron (o mejor dicho no se hicieron) en los primeros años después de la detección. Consideremos el caso de Brasil. En Brasil, tras el descubrimiento del HLB se adoptó un sistema que está funcionando y que se basa en tres actuaciones principales: plantación de nuevos árboles certificados libres de enfermedad, un control efectivo del insecto vector y, finalmente, eliminación de cualquier árbol con síntomas. En Florida se trató de adaptar el mismo sistema, que ha funcionado bien en las dos primeras actuaciones, esto es, plantación de material sano en campo y control efectivo del vector. No obstante, y como apuntaba más arriba,

los antecedentes inmediatos del programa de erradicación del cancro, que supuso la eliminación de millones de árboles, hizo que la tercera actuación contemplada en este sistema, esto es, la creación de un programa de erradicación específico para árboles afectados por HLB, que implicaba además la adopción de protocolos de detección temprana, no se adoptara en general; no obstante, algunas grandes compañías, especialmente en el sur del estado, sí lo hicieron. Donde más esfuerzo se puso fue en el control del psílido, el insecto vector de la enfermedad. Esto impulsó el registro de nuevos insecticidas específicos, y además se adoptaron medidas de tratamiento intensivo: hasta doce aplicaciones de insecticida al año (o más en el caso de nuevas plantaciones). Sin embargo, esta aplicación intensiva no era sostenible económicamente y, por otra parte, era incompatible con cualquier tipo de control biológico. Además, otros dos problemas aparecieron: en primer lugar, se subestimaron tanto la distancia a la cual el psílido podía volar como la eficiencia de transmisión de la bacteria a los nuevos brotes; y en segundo lugar, el uso masivo de insecticidas provocó la inevitable aparición de poblaciones resistentes. Estas resistencias se detectaron por primera vez en 2009 (Tiware y col., 2011). Finalmente, la propia estructura de la industria cítrica en Florida ha determinado la

transferencia tecnológica

| cítricos |

progresión de la enfermedad y el éxito a la hora de controlarla: dado que el control de las poblaciones de psíldos no tenía mucho éxito cuando se abordaba de manera individual por los agricultores, se decidió establecer grupos de huertos adyacentes para unificar los tratamientos y realizarlos de forma coordinada en áreas más grandes, uniformizando los tratamientos. Estas áreas se conocen con el nombre de Citrus Health Management Areas (CHMAs). La participación en las CHMAs es voluntaria y ha tenido más éxito en los condados del sur de Florida, donde las fincas son más grandes (hasta miles de acres) y uniformes en cuanto a variedades y manejo de cultivo que en los condados del centro y norte del estado, en general más pequeñas ya que en muchos casos se trata de explotaciones familiares y en algún caso son incluso de tipo minifundista.

Para entender mejor el efecto devastador que el HLB ha tenido en la citricultura de Florida, es importante recordar también que en este estado aproximadamente el 95% de la producción de cítricos se destina a la producción de zumo, es decir, a la industria de procesado. Esta es una tendencia que se ha acrecentado en los últimos sesenta años, y tiene importancia: en los años 50 del siglo pasado, había alrededor de 50,000 acres (1 acre equivale a 0,4 hectáreas) dedicados a la producción de variedades para el mercado de consumo en fresco, incluyendo pomelos, mandarinas y naranjas de mesa. Esta diversidad se perdió con los años y conforme se fue abandonando la costumbre de consumir fruta en fresco. Todo esto fue sustituido por la producción industrial de zumos, y supuso la pérdida de superficie dedicada al cultivo de variedades para fresco. En los últimos años esta superficie es de alrededor de 12,000 acres, aunque esto está cambiando rápidamente y de ello hablaré en la próxima sección. Lo cierto es que para producir zumo a escala industrial no se necesitan muchas variedades, y de hecho en Florida se cultivan sobre todo dos variedades de naranjo dulce (*Citrus sinensis* L. Osbeck): Hamlin, de cosecha temprana (entre noviembre y enero) y Valencia, de cosecha tardía (entre marzo y junio). Este hecho, deseable para la industria por su carácter uniformizador, supone un factor de riesgo importante, porque la citricul-

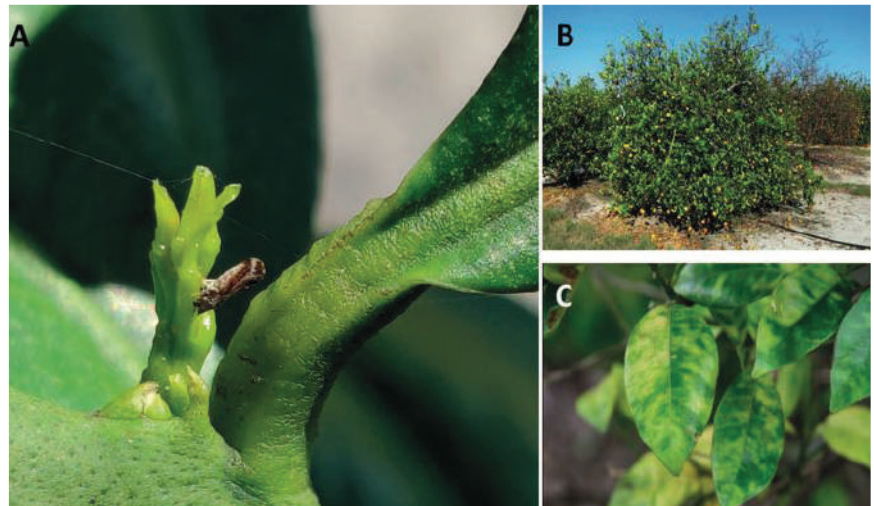


Figura 2. Algunos efectos del HLB. A, psílido sobre un brote nuevo en árbol de naranjo Valencia. B, árbol adulto de Valencia mostrando síntomas severos de la enfermedad: defoliación, muerte de ramas y caída de frutos. C, variegación debida a la acumulación de almidón en las hojas de un árbol adulto afectado por HLB de la variedad Sugarbelle.

tura se ha convertido prácticamente en monovarietal (la superficie dedicada a Hamlin mengua año tras año), lo que supone mayor vulnerabilidad no solo frente a vaivenes del mercado, sino también frente a nuevas enfermedades si las variedades que se cultivan no son tolerantes o resistentes.

Vemos pues que la coincidencia en poco tiempo de factores inherentes a la agricultura y socioeconomía de Florida, tales como los huracanes, la aparición de otras enfermedades y el desarrollo inmobiliario incontrolado, han desencadenado una tormenta perfecta en la expansión del HLB en este estado y cómo este hecho ha afectado a la producción total de cítricos. Un error común es asumir que el HLB termina por matar al árbol en pocos años. Por desgracia, esto no es así, y los agricultores en general preferirían una muerte rápida del árbol, lo que ayudaría a su sustitución por un árbol nuevo en poco tiempo. Lo que en realidad ocurre es que una vez infectados, los árboles pueden pasar varios años, a menudo más de cinco, en un estado cada vez más precario, y produciendo cada vez menos fruta cosechable. Los efectos más importantes del HLB en la salud del árbol son pérdida importante de masa radicular (hasta el 70% en casos severos, lo que limita la eficacia de la nutrición e irrigación de estos árboles), acumulación de almidón en hojas, defoliación y muerte de ramas y frutos deformes con características organolépticas alteradas; además, en

los últimos ocho años se ha detectado un aumento considerable de la caída de frutos justo antes de la cosecha. Si bien la caída de frutos es un proceso natural relacionado con la senescencia y tiene una incidencia en condiciones normales de alrededor del 15%, aquí estamos hablando de un fenómeno que varía entre el 30% y el 50% según las variedades, siendo más severo en pomelos y naranjas Hamlin que en mandarinas, con la consiguiente merma en el rendimiento final de la cosecha (Figura 2).

La situación actual. Adaptando la industria al nuevo escenario

En la actualidad se ha instalado el consenso entre la industria citrícola, los políticos y los investigadores, tanto del USDA como de las grandes universidades públicas de Florida, de que las cifras de producción que se alcanzaron hace veinte años (alrededor de 200 millones de cajas (1 caja=90 libras; 1 libra=0.45 kg)) no van a volver. Sin embargo, también existe el convencimiento de que la industria es todavía viable, que puede seguir produciendo beneficios, y que inevitablemente tiene que evolucionar y adaptarse a vivir con HLB, puesto que ya es una enfermedad endémica en Florida. Y la industria está en permanente evolución y adaptándose a este nuevo escenario de HLB endémico. A continuación, enumeraré algunas de las actuaciones

que más interés están despertando y que más éxito están teniendo entre los agricultores del estado.

Nuevas formas de manejo de cultivo. Como he mencionado anteriormente, uno de los efectos más dramáticos del HLB es la pérdida de masa radicular. El estrés nutricional debido a la poca disponibilidad de nutrientes, por un sistema radicular precario, influye directamente en el rendimiento. Además, los suelos de Florida son en general muy alcalinos, lo que también perjudica la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales tales como calcio, magnesio, potasio y hierro, debido al estrés por bicarbonato. Diferentes estudios han mostrado que la acidificación del agua de riego mediante la inyección de ácido sulfúrico en el sistema de irrigación incrementa la disponibilidad para el árbol de dichos nutrientes (Graham y Morgan, 2015). Además, se ha comprobado que menos volumen de agua de riego cada vez, pero suministrada con mayor frecuencia, es mejor para la hidratación de los árboles cuyo sistema radicular está comprometido por la enfermedad. Estas son actuaciones que están siendo adoptadas con éxito por los citricultores de Florida. Además, existen diferentes programas de nutrición avanzada basados en la adición de diferentes micronutrientes, tales como boro, zinc y cobre, que están dando muy buenos resultados. Esto se conoce como *'spoon-feeding'*, y como su nombre sugiere, se basa en el micro-manejo de los huertos, de forma que cada campo puede adaptar sus necesidades nutricionales en función de las carencias en determinados elementos.

Nuevas variedades. Claramente, la solución al HLB vendrá en el futuro de manos de la ingeniería genética, bien por métodos tradicionales de transformación o por nuevas herramientas como CRISPR, y en mente de todos esta la posibilidad de obtener una variedad resistente a HLB, o al menos un patrón que lo sea, pero estas son aproximaciones todavía, en el mejor de los casos, a medio plazo. Otra alternativa es obtener una variedad que sea tolerante a la enfermedad. Existen en estos momentos dos programas de nuevas variedades muy potentes en Florida, el desarrollado por el USDA y el desarrollado por la Universidad de Florida, que se basan en aproximacio-



Figura 3. Sugarbelle es una variedad desarrollada por el programa de variedades de la Universidad de Florida que presenta tolerancia a HLB y produce frutos de gran calidad. Izquierda, detalle de un árbol adulto de seis años infectado por HLB. Nótese la densidad del follaje. Derecha, los frutos de Sugarbelle son de gran calidad, fáciles de pelar y adecuados para el consumo en fresco.

nes tradicionales como la hibridación somática (Gmitter y col, 2007).

Una de las variedades que se han obtenido en el programa de la Universidad de Florida es la mandarina Sugarbelle (Figura 3). Sugarbelle es un cruce entre la mandarina clementina y el tangelo Minneola y es una variedad típicamente tolerante: Los árboles presentan algunos síntomas de la infección (típicamente hojas variegadas aunque no defoliación o caída de frutos), pero la producción de fruta es estable, abundante, con buena calidad organoléptica y de fácil pelado, lo que facilita su consumo en fresco, aunque también se puede utilizar para la producción de zumo.

Además, cada vez existe más interés en expandir la superficie dedicada a cultivo en fresco. Como vimos en la sección anterior, desde hace sesenta años dicha superficie se ha reducido cuatro veces. Desde un punto de vista optimista, esto quiere decir que existe la posibilidad de incrementar la superficie dedicada a cultivo en fresco de manera significativa en las zonas tradicionalmente dedicadas a ello; es decir, los condados del centro del estado. No solo esto, la ausencia de heladas importantes en la última década ha hecho que muchos pequeños agricultores del norte de Florida hayan comenzado a plantar variedades tales como clementinas, satsumas y otras variedades de mandarina. Al estar en el norte, estos frutos desverdizan en árbol mucho mejor que en latitudes

más meridionales, y tienen muy buena aceptación en el mercado.

Nuevas técnicas de cultivo. Una estrategia que empieza a dar buenos resultados es la utilización de dispositivos para mantener al psílido alejado de los árboles en campos recién plantados. Son los métodos de exclusión, y se están utilizando principalmente dos. El primero se conoce por sus siglas en inglés: CUPS, o Citrus Under Protective Screens (Schumann y col., 2019), y es un sistema que consiste básicamente en cultivo bajo malla, pero de una forma más sofisticada (Figura 4a). Las mallas tienen una anchura de poro de 0.22 mm, lo que impide que el psílido, que mide alrededor de 0.57 mm, pueda entrar en contacto con los árboles e infectarlos. Esto garantiza el desarrollo de los árboles en condiciones libres de enfermedad. El sistema va más allá de simplemente cubrir un campo con malla, y otros componentes de un CUPS son la monitorización constante de la humedad del suelo y del ambiente para ajustar el riego de forma automática, la adopción de sistemas de fertirrigación y la automatización de otros procesos, como fumigación o cosecha. Todo esto en un escenario de muy alta densidad de plantación: 1.361 árboles/acre en el caso de la mandarina W. Murcott y 871 árboles/acre en el caso del pomelo Ray Ruby. La instalación y mantenimiento de los CUPS es cara, pero aun así, cada vez más agricultores están adoptando este sistema y

transferencia tecnológica

| cítricos |

en la actualidad hay en Florida algo más de 300 acres cultivados de esta manera. Este es un sistema que se ha adoptado en los últimos tres o cuatro años, de forma que todavía es pronto para conocer su rentabilidad, pero se espera que la gran inversión inicial que hay que hacer se vea compensada con el retorno económico de la venta de la fruta de gran calidad que se obtiene en estas condiciones.

Otro sistema muy interesante y más económico que el anterior es la protección de árboles recién plantados mediante cubiertas individuales (IPCs, Individual Protective Covers). El material y el concepto son los mismos que en los CUPS, la exclusión del psílido, pero en este caso solo se cubre cada árbol de forma individual (Figura 4b). Este sistema ha sido adoptado de forma muy rápida por los agricultores de Florida y en este momento se estima que hay más de 3.000 acres de cítricos plantados con IPCs. El sistema es particularmente interesante para proteger árboles jóvenes recién plantados cerca de árboles adultos infectados. Dependiendo de la variedad, se estima que un árbol puede estar cubierto con un IPC durante al menos dos años. Pasado este tiempo, una vez el árbol entra en su edad productiva, se retira la cubierta. Mantener el árbol durante su etapa juvenil protegido de la infección por HLB garantiza la entrada en la edad adulta en mejores condiciones que si estuviera infectado a edad temprana, y los estudios realizados hasta la fecha sugieren que la productividad de estos árboles podría



Figura 4. Métodos de exclusión de psílidos para la protección de árboles recién plantados. A, Sistema CUPS de cultivo bajo malla. Nótese el sistema de fertirrigación instalado. En este caso los plantones están en maceta. B, Individual Protective Covers (IPCs), sistemas de protección individual.

ser mayor (Alferez y col., 2019).

Finalmente, continúan los esfuerzos dedicados al manejo integrado de plagas (IPM). En este sentido, los trabajos del grupo del profesor Phil Stansly en el Southwest Florida Research and Education Center in Immokalee se muestran muy prometedores tanto en control biológico (Qureshi y col., 2009), como en cultivo con cubiertas de suelo reflectantes (Croxtton y Stansly, 2013). Otros investigadores de la Universidad de Florida en el norte del estado han demostrado la efectividad de las barreras cortavientos como estrategia de mitigación (Martini y col., 2015). Además, se está haciendo un esfuerzo considerable en encontrar nuevos tratamientos que se puedan inyectar en el sistema vascular del árbol

para llegar al floema, que es donde se encuentra la mayor concentración de CLAs. Pese a los ensayos con diferentes antibióticos y algunos reguladores del desarrollo, todavía no hay resultados concluyentes de que estos compuestos funcionen mejorando la salud del árbol. En realidad, y como resumen, los mejores resultados que los agricultores están obteniendo en Florida son el producto de la combinación de programas intensivos de nutrición con programas de IPM y la protección de los árboles recién plantados. Esto, sumado al esfuerzo que está haciendo la industria en su conjunto, adaptando el conocimiento generado en los laboratorios y universidades de Florida, es lo que terminará salvando la citricultura en el estado.

Bibliografía

!

- Alferez, F., Gaire, S., Albrecht, U., Batuman, O., Qureshi, J., Zekri, M. (2019). Individual Protective Covers for Psyllid Exclusion and HLB Disease Prevention in Young Trees. *Citrus Industry*, 100, 10, October 2019.
- Croxtton, S.D., Stansly, P.M. (2013). Metalized polyethylene mulch to repel Asian citrus psyllid, slow spread of huanglongbing and improve growth of new citrus plantings. *Pest Management Science* 70:318–323
- Gmitter, F.G., Grosser, J.W., Castle, W.S., Moore, G.A. (2007). A comprehensive citrus genetic improvement program. En: Kahn IH (Edn) *Citrus genetics, breeding and biotechnology*, CAB International, Wallingford 2: 9-18.
- Graham, J., Morgan, K. (2015). Managing Excessive Bicarbonates with Acidification. *Citrus Industry* 96: 8-11.
- Graham, J., Gottwald, Setamou, M. (2020). Status of Huanglongbing (HLB) outbreaks in Florida, California and Texas. *Tropical Plant Pathology*, <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00335-y>
- Martini, X., Pelz-Stelinski, K.S., Stelinski, L.L. (2015). Absence of windbreaks and replanting citrus in solid sets increase density of Asian citrus psyllid populations. *Agriculture Ecosystems & Environment* 212:168–174
- Qureshi, J.A., Rogers, M.E., Hall, D.G., 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* 102:247–256
- Schumann, A.W., Singerman, A., Wright, A.L., Ferrarezi, R.S. (2019). 2019-2020 Florida citrus production guide: Citrus Under Protective Screen (CUPS) production systems. EDIS doc #CMG19
- Tiwari, S., Mann, R.S., Rogers, M.E., Stelinski, L.L. (2011). Insecticide resistance in field populations of Asian citrus psyllid in Florida. *Pest Management Science* 67:1258–1268