

J.M. Bové • M.M. López • N. Duran-Vila

EVITAR EL HUANGLONGBING (HLB), UN RETO PARA LA SUPERVIVENCIA DE LA CITRICULTURA ESPAÑOLA

Dpto Protección Vegetal y Biotecnología
I.V.I.A. Moncada (Valencia)

No es una casualidad que en los últimos doce meses se hayan celebrado dos seminarios internacionales, sobre el **HUANGLONGBING**, la enfermedad más devastadora de los cítricos. Aunque esta bacteriosis, conocida también como greening, fue descrita hace más de un siglo, su reciente emergencia en el continente americano ha puesto en alerta roja a los profesionales del sector. A lo largo de su historia, que se inició probablemente en China a finales del siglo XIX o quizás incluso antes en India, esta enfermedad ha recibido distintos nombres, todos estrechamente relacionados con sus síntomas. Huanglongbing, significa **"enfermedad del brote amarillo"** en chino, en referencia a la aparición de brotes amarillos que contrastan con el color verde oscuro de la copa de los árboles afectados (Fig. 1), y hoy es el nombre oficial de la enfermedad (que de aquí en adelante designaremos como **HLB**).

En Sudáfrica, donde se la conoce desde 1928, se la designó como **"greening"**, que significa "de color verdoso", debido a la falta de color naranja de los frutos de árboles afectados (Fig. 2); en Filipinas recibió el nombre de **"mottle leaf"** por el moteado de las hojas (Fig. 3), que

constituye el síntoma más característico para su diagnóstico y en la India **"dieback"** por la seca y muerte de ramillas. También se la ha designado como **"phloem necrosis"** (necrosis del floema) y **"vein phloem degeneration"** (degeneración del floema de las venas) en Indonesia y **"likubing"** en Taiwán. La figura 4 muestra un huerto de naranjos del sur de China que resultó totalmente improductivo en sólo 6 años.

Se considera que esta enfermedad afecta actualmente a más de 63 millones de árboles en el sur y sudeste de Asia y en África. Según datos presentados este año en el último congreso celebrado sobre este tema, el HLB entre los años 1960-1970 fue responsable de la eliminación práctica de la producción de cítricos en las tres regiones más importantes de Sudáfrica, en Filipinas se redujo el área plantada en un 60% y en un 70% en Bali. El impacto de la enfermedad fue y sigue siendo también enorme en la India, Tailandia, Taiwán y Arabia Saudí, con millones de plantas destruidas y la vida económica de las restantes, muy disminuida. Más recientemente, en Brasil, 600.000 plantas fueron erradicadas en el periodo 2004-2006, para evitar la diseminación del HLB. En Florida, también ha sido recientemente detectado el HLB, que parece estar presente allí desde hace varios años

pero, en cambio, dada la extensión de los focos, no se acometerá su erradicación. La enfermedad no ha sido nunca identificada en la Unión Europea (UE), donde se considera al agente causal como organismo de cuarentena, según la Directiva 2000/29/CE. Ello obliga a notificar su detección y proceder a su erradicación, en caso de confirmarse la presencia de plantas afectadas en algún país de la UE.

Cítrico - Bacteria - Vector: Un triángulo amoroso

El agente causal del HLB es una bacteria Gram negativa muy peculiar, que encuentra el entorno idóneo para vivir y multiplicarse tanto en el floema de los cítricos, que constituyen su planta huésped natural, como en el sistema circulatorio (hemolinfa) de determinadas psilas que actúan como vectores. La bacteria que causa el HLB fue inicialmente descubierta por microscopía electrónica en 1970, pero hasta el momento no se ha podido cultivar. Sin embargo el agente responsable del HLB ha sido caracterizado por métodos moleculares como tres especies candidatas del género *Liberibacter* (*Candidatus Liberibacter*) (Fig. 5) y el término *Candidatus* indica que la bacteria no ha sido cultivada.

La evolución natural ha querido que exista una relación tan estrecha

entre estas bacterias, los cítricos y las psilas, únicos entornos en los que pueden vivir, que Monique Garnier lo definió como un triángulo amoroso. La evolución a lo largo de los años de este triángulo ha dado lugar a tres tipos distintos del HLB, aunque los síntomas de los tres son idénticos y sus efectos devastadores muy similares.

El HLB africano está producido por la especie *Ca. L. africanus* que es sensible al calor y se transmite mediante la psila *Trioza erytrae*, que se desarrolla a temperaturas relativamente suaves, entre 22 y 27°C. Esta forma de HLB está extendida por las regiones del sur y este de África (Sudáfrica, Zimbabwe, Malawi, Burundi, Kenia, Somalia, Etiopía y Madagascar), y también en Camerún, en el oeste de África.

EL HLB asiático está producido por la especie *Ca. L. asiaticus* que es más tolerante al calor y se transmite mediante la psila *Diaphorina citri* que soporta temperaturas superiores a los 30°C. Esta forma de HLB afecta sobretudo en aquellas zonas de Asia que presentan temperaturas adecuadas y que coinciden con las de la mayoría de países productores de cítricos. Este tipo de HLB se ha identificado en India, Pakistán, Bangladesh, Nepal, Bhután, Myanmar, Tailandia, Malasia, Camboya, Laos, Vietnam, China, Taiwán, Japón, Filipinas e Indonesia. Esta forma de HLB se ha encontrado también en Oceanía (Timor Este y Papua Nueva Guinea) a donde llegó probablemente procedente de Indonesia.

En determinadas regiones como la península arábiga y las islas Reunión y Mauricio (del océano Índico), se dan condiciones para que se presente tanto el HLB africano como el asiático. Así, en Arabia

Saudita el HLB está presente desde los oasis de la costa del Mar Rojo, hasta la zona fronteriza con Yemen. Estas regiones cálidas albergan la psila *D. citri* y la bacteria tolerante al calor *Ca. L. asiaticus*, mientras que en Yemen sólo se encuentra la psila *T. erytrae* y por tanto el HLB sólo se ha desarrollado en zonas elevadas, con temperaturas más suaves. Algo similar ocurre en las islas Reunión y Mauricio, en las que se hallan presentes las dos especies de psilas, pero distribuidas de acuerdo con la temperatura y la altitud de cada zona. Habitualmente *D. citri* se halla presente en el litoral y hasta una altitud de unos 500 metros, mientras que *T. erytrae* se encuentra en regiones por encima de los 500 metros. Las bacterias que causan el HLB africano y asiático se distribuyen de forma similar a sus vectores, y en las zonas limítrofes entre ambos, se han identificado los dos vectores y árboles infectados con HLB asiático y africano.

El recientemente detectado HLB americano está producido por las especies *Ca. L. americanus* y *Ca. L. asiaticus* ambas transmitidas por *D. citri*. La identificación del HLB en América es reciente y ha levantado la alarma de dos de los mayores productores de cítricos del mundo, Brasil y Estados Unidos. Por el momento en Estados Unidos, se ha identificado el HLB sólo en Florida y por tratarse del tipo asiático, se sospecha que pudo haberse introducido con material vegetal procedente de Asia. En Brasil, se ha identificado sólo en los estados de São Paulo y Mina Gerais donde se encuentra tanto el HLB asiático como el americano, siendo éste el más frecuente. Hasta ahora, se desconoce cuál es el origen de este último tipo de cepas, que sólo se han identificado en dichos estados brasileños.

Síntomas y daños causados por HLB

Al principio de la infección, los síntomas suelen aparecer en una sola rama del árbol afectado, en la que se observan los brotes amarillos a los que se refiere el nombre de la enfermedad (Fig. 1). Las hojas presentan manchas cloróticas de bordes difusos o moteado difuso ("blotchy mottle") (Fig. 3) y posteriormente amarillean y caen. Las hojas nuevas son de menor tamaño, presentan jaspeado y a veces síntomas de deficiencias minerales (zinc y manganeso). Los brotes presentan necrosis progresiva desde el extremo apical. La floración ocurre a menudo fuera de estación y las flores son pequeñas y con frecuencia estériles, por lo que suelen caer. Los frutos de las ramas afectadas son pequeños, asimétricos y a veces muestran inversión de color (Fig. 2 y 6), que se inicia en la zona peduncular. Los árboles mueren después de algunos años. En muchas regiones afectadas de Asia no llega a obtenerse ni siquiera una cosecha aceptable, ya que cuando los árboles entran en producción, ya manifiestan el decaimiento típico de la enfermedad (Fig. 4).

Cómo evitar el HLB

Los daños que puede producir el HLB en España son incalculables, ya que no existen métodos curativos ni especies resistentes o tolerantes que permitan la convivencia pacífica entre los cítricos y la bacteria. Por ello, la única medida realmente efectiva para controlar el HLB es la prevención, es decir evitar la entrada tanto de la bacteria, como de sus vectores mediante medidas cuarentenarias adecuadas. Dado que no existen métodos para realizar un diagnóstico fiable a partir de material vegetal asintomático, debe evitarse a toda costa la introducción de



Fig. 1 Brotes amarillos inducidos por el HLB (izquierda). En árboles jóvenes (derecha) a menudo se observa un solo brote amarillo.



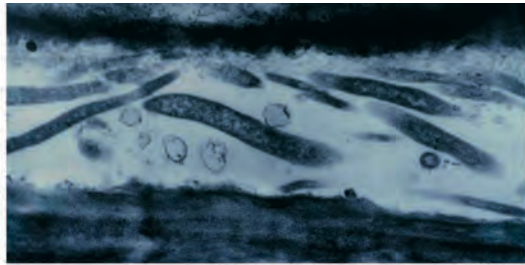
Fig. 2 Naranja normal (izquierda) y tres naranjas afectadas de HLB de color verdoso ("greening") y que muestran inversión de color (derecha): El color naranja se desarrolla primero en la zona estilar (en la parte superior de los tres frutos afectados de la foto).



Fig. 3 Hojas de naranjo que muestran el moteado difuso muy característico del HLB.

Fig. 4 Las dos fotos muestran el mismo huerto de naranjos en el sur de China. A la izquierda, el huerto en 1999 sólo con algunos árboles afectados de HLB. A la derecha, el mismo huerto en 2005: se observan síntomas fuertes de HLB, con casi 100% de árboles afectados.





El
triángulo
amoroso



Fig. 5 Células de la bacteria *Candidatus liberibacter* en el floema (arriba). Naranja afectado (abajo izquierda). Vector de HLB (abajo derecha).



Fig. 8 Plataformas móviles utilizadas en Brasil para inspeccionar la parte superior de la copa de los naranjos y así identificar síntomas de HLB.

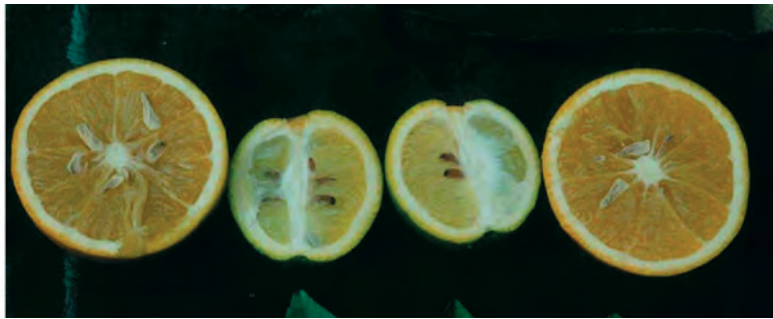


Fig. 6 Izquierda: Frutos pequeños, asimétricos y con inversión de color. Derecha: Frutos normales y afectados que muestran asimetría y semillas abortadas (centro)

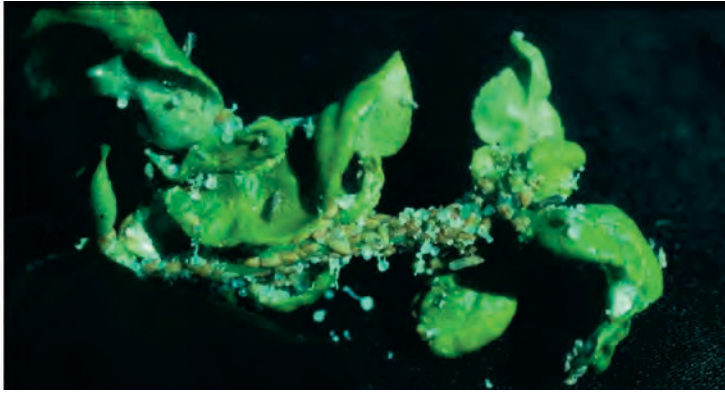


Fig. 7 Izquierda: Protuberancias causadas por las ninfas de la psila africana *Trioza erythrae* en hojas de limonero. Derecha: Ninfas de la psila asiática *Diaphorina citri* que se desarrollan en el tallo de brotes jóvenes de lima mejicana.



Fig. 9 La citricultura mediterránea se encuentra acechada por la presencia de la psila africana *Trioza erythrae* en Madeira y Canarias, desde 1994 y 2002 respectivamente, y por la psila asiática *Diaphorina citri* en el sudeste de Irán desde 1997.

material vegetal (varetas o yemas) de los países afectados por HLB. Por el momento las regiones citricolas de España se hallan libres de la bacteria pero, sin embargo, *Trioza erytrea*, vector del HLB africano, se encuentra ya en Canarias, habiéndose confirmado su presencia desde 2002, en las islas de Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro (Hernández, 2003). Al igual que en los países africanos, se ha encontrado esta psila en las zonas más frescas y húmedas de las islas, en naranjos, mandarinos, limas y limones. Se han tomado distintas medidas por el Gobierno Canario (BOC, 2002), pero hasta la fecha no se ha conseguido su erradicación. Las condiciones ambientales de la Comunidad Valenciana, Murcia, Baleares, Cataluña y Andalucía que son idóneas para el cultivo de los cítricos también lo son para *T. erytreae* o para *D. citri*, por lo que debe evitarse su introducción. Dado que los dos vectores del HLB asiático y africano también son organismos de cuarentena en la UE, los países en los que se identifican están obligados a proceder a su erradicación. En este sentido los servicios de Sanidad Vegetal deben realizar prospecciones periódicas, y tomar las medidas apropiadas, para evitar que la entrada de estos insectos en la cuenca mediterránea sea inminente. Además de los daños directos que causan a los cítricos, su mayor peligro estriba en servir como vectores de la enfermedad, caso de introducirse algún tipo de HLB. El riesgo de introducción de vectores del HLB es doble ya que, por un lado, *T. erytreae* se encuentra ya en Madeira y Canarias y por otra parte *D. citri*, vector de la cepa asiática, se encuentra en el sudeste de Irán, desde donde podría invadir los países del este del Mediterráneo.

Una vez que los vectores se esta-

blecen en una zona determinada, la presencia inadvertida, o la introducción fortuita de material infectado, conlleva la formación de uno o varios focos de infección, a partir de los cuales la enfermedad progresa con rapidez. En principio, la estación de cuarentena de cítricos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias permite la introducción de material vegetal con buenas garantías sanitarias, ya que todo el material es sometido al microinjerto de ápices caulinares. Esta técnica, cuando se aplica correctamente, permite excluir prácticamente todos los patógenos en las plantas obtenidas. Sin embargo no es infrecuente que algunos agricultores o viveristas realicen introducciones ilegales, lo que ha constituido y sigue constituyendo la principal vía de movimiento de patógenos de unos países a otros.

Por todo ello, es imprescindible realizar labores de divulgación que permitan a técnicos y agricultores reconocer ambas psilas y así poder informar a los Servicios de Sanidad Vegetal en caso de observarlas, lo que se complementaría con prospecciones periódicas, realizadas anualmente. Por ejemplo, las ninfas de la psila africana (*T. erytreae*) se desarrollan en el envés de las hojas, produciendo protuberancias en el haz de las mismas (Fig. 7). En cambio, la psila asiática no se desarrolla en las hojas, sino en el tallo de los brotes jóvenes (Fig. 7) y en consecuencia no causan protuberancias en aquéllas.

Es también imprescindible divulgar entre los ingenieros, técnicos y agricultores los síntomas de HLB, así como diferenciarlos de los debidos a deficiencias minerales y gomosis u otras causas, y dar las instrucciones pertinentes para que en el Laboratorio de Referencia de

Bacteriología se pueda confirmar mediante los métodos de análisis disponibles, si efectivamente se trata de HLB. Si se introduce en España el HLB y su identificación se realiza pronto, antes de que haya habido una difusión importante de la enfermedad, debería acometerse su erradicación. En caso contrario el retraso obligaría a intentar la difícil convivencia con la enfermedad, como se ha decidido recientemente hacer en Florida.

Cómo controlar la difusión del HLB

Las posibilidades de éxito en el control de la difusión de la enfermedad en los países que la sufren, dependen en gran parte de cómo se realicen las campañas de contención, que consisten en la eliminación sistemática de todas las plantas afectadas (con síntomas) y el control de los vectores. Para contener el inóculo deben realizarse prospecciones periódicas de todos y cada uno de los árboles de la zona problema y eliminar todos los que presentan síntomas, incluso si solo un brote o una rama se encuentran afectados. Sin embargo, como existe un período de latencia entre la infección por la transmisión de la bacteria mediante el insecto vector y la manifestación de síntomas, dichas prospecciones deben proseguir aun cuando se crea que la erradicación se ha concluido con éxito. Es necesario saber, que un solo árbol infectado constituye un foco para una segunda epidemia y, por tanto, deben realizarse un mínimo de tres o cuatro inspecciones por año. Dichas medidas deben ir acompañadas de tratamientos insecticidas para reducir la población de psilas y así evitar la difusión de la bacteria. Existen formulaciones adecuadas tanto de insecticidas de contacto como sistémicos, y en algunas zonas la población de psilas se ha controlado con éxito mediante lucha

biológica con himenópteros parásitos como *Tamarixia radiata* contra *D. citri* y *Tamarixia dryi* contra *T. erytrae*. Este método de lucha se ha empleado con éxito en Reunión, pero no en otros lugares donde ha resultado ineficaz debido a la presencia de hiperparásitos.

Se han realizado intentos para controlar el HLB en varios países, pero se cuenta con más fracasos que éxitos. Sirva de ejemplo la experiencia de China, que en palabras del Prof. Zhao Xue-Yuan ha supuesto dos éxitos y dos fracasos. En su opinión, se puede controlar la enfermedad eliminando los árboles afectados y controlando la población de psilas, pero el retraso o paro en la realización de estas medidas conlleva la aparición de nuevos árboles afectados y eventualmente el fracaso del control del HLB. En Florida, la estructura y distribución de las fincas de las zonas afectadas, la presencia de muchos árboles aislados en los jardines particulares y la imposibilidad que imponer un programa de erradicación obligatorio, ha conducido a que las autoridades pertinentes consideren el control del HLB inviable, como ya ocurrió en los intentos anteriores para controlar la cancrrosis.

En cambio, para Brasil, el control del HLB constituye un reto para mantener la competitividad de la citricultura y de la industria de zumos, que es la más importante del mundo. En este sentido y dado que el foco de HLB identificado se encuentra en un área relativamente restringida de los estados de São Paulo y Minas Gerais, ni los productores ni las agencias de investigación han regateado esfuerzos y financiación para controlar la enfermedad. El programa también ha recibido el apoyo del Ministerio de Agricultura, dictando las disposiciones legales perti-

nentes y obligatorias para eliminar todas las plantas que presentan síntomas. Ello está suponiendo la implicación de 800 inspectores que hasta junio de 2006 habían supervisado 126 millones de árboles y eliminado 600.000 así como el control intensivo de la población de psilas. La aún baja incidencia de la enfermedad, en una zona con explotaciones grandes y altamente tecnificadas, junto con la experiencia adquirida en el control de la clorosis variegada de los cítricos (CVC) y de la cancrrosis, sitúan a Brasil en una situación inmejorable para alcanzar el control del HLB. El éxito alcanzado hasta el momento ha supuesto un gran esfuerzo, ya que conlleva muchas inspecciones (en algunos casos hasta 10 inspecciones anuales). Las inspecciones se realizan tanto a pie, para poder evaluar la parte lateral de los árboles, como mediante el uso de plataformas móviles para poder observar la parte superior de la copa de árboles grandes (Fig. 8). La disponibilidad de laboratorios y personal entrenado para aplicar los métodos de diagnóstico, permite confirmar que los síntomas observados son realmente debidos al HLB y ha sido también crucial para la implementación de dichas campañas.

Conclusiones para los países citrícolas del mediterráneo

En la actualidad, solo dos grandes zonas citrícolas se encuentran libres de HLB: Australia y la zona mediterránea. Sin embargo, ambas están en situación de riesgo, ya Australia está en peligro porque el HLB (enfermedad y vector) se encuentran en Timor este y Papua Nueva Guinea, muy cerca del norte de Australia. Igualmente los países del Mediterráneo están expuestos a dos frentes de las psilas que trans-

miten el HLB: por un lado, la psila africana *T. erytrae* se encuentra en la isla de Madeira (Portugal) y en las islas Canarias (España) y por otra parte, grandes poblaciones de la psila asiática *D. citri* se encuentran en el sudeste de Irán, al oeste de Pakistán, y en particular en el norte de Bandar Abbas, donde existen importantes plantaciones de lima mejicana, un excelente huésped de *D. citri* (Fig. 9). Por todo ello, ante el grave riesgo de introducción de HLB en España es esencial: I) disponer de información actualizada sobre el movimiento de estas psilas hacia la región mediterránea; II) aplicar de forma rigurosa medidas de cuarentena para la importación de material vegetal; III) inspeccionar para detectar los primeros focos de insectos vectores y de síntomas de HLB, procediendo a su rápida erradicación.

Bibliografía

- Boletín Oficial de Canarias.** 2002. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Orden de 16 de septiembre de 2002. Número 27: 16134-16135.
- Bové, J. M.** 2006. Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology* 88(1): 7-37.
- Garnier, M.** 2000. Huanglongbing (ex-Greening). En: *Enfermedades de los cítricos*. Monografía de la Sociedad Española de Fitopatología nº2. (N. Duran-Vila, P. Moreno, editores). Ediciones MundiPrensa. Páginas 51-54.
- Garnier, M. y Bové, J. M.** 2000. Huanglongbing (Greening). En: *Compendium of Citrus Diseases*, Second edition. (L.W. Timmer, S.M. Garnsey, J.H. Graham, editores). APS Press. Páginas 46-48.
- Hernández, A.** 2002. *Trioza erytrae* (Del Guercio, 1918): nueva plaga de los cítricos en Canarias. *Phytoma España*, 153: 112-118.
- J. M. Varios autores.** 2006. Proceedings of the Huanglongbing – greening International Workshop. 123 páginas.