

CONVIVIR CON LA ENFERMEDAD

EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS Y LA ENFERMEDAD DE HLB, EL GRAN DESAFÍO PARA NUESTRA CITRICULTURA

J. P. R. BOUVET¹, P. VANACLOCHA², P. A. STANSLY², A. URBANEJA¹ Y C. MONZÓ² ¹Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA); Unidad Asociada de Entomología Agrícola UJI-IVIA: Centro de Protección Vegetal y Biotecnología: Ctra. Moncada – Náquera Km 4,5; E-46113- Moncada, España. ²Southwest Florida Research and Education Center (SWFREC)-Institute of Food and Agriculture Sciences (IFAS)-University of Florida (UF). 2685 State Road 29 North, Immokalee, Florida, US.

El psílido asiático de los cítricos (PAC), *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) es una de las plagas más importantes en la mayor parte de las zonas cítricas a nivel mundial debido a que es vector de la enfermedad más perjudicial de los cítricos, el Huanglongbing (HLB), también conocida como citrus greening. En aquellas áreas donde la enfermedad está presente, los programas de gestión de cítricos se ven fuertemente alterados para reducir la expansión y el impacto económico de ésta. A pesar de que aún no se ha encontrado cura al HLB, la investigación realizada en los últimos años demuestra que es posible mantener la viabilidad de las explotaciones mediante una gestión adecuada de la enfermedad y sus vectores. Además, en este artículo se describen algunas de las líneas de trabajo llevadas a cabo en el estado de Florida, una zona cítrica fuertemente devastada por la presencia de esta enfermedad.

completar los postulados de Koch. La imposibilidad de hacer crecer la bacteria en medios artificiales supone una dificultad añadida en la investigación de esta enfermedad. El HLB causa alteraciones en el crecimiento de los árboles. El síntoma más característico es el amarilleamiento irregular de hojas, similar a deficiencias nutricionales en ramas aisladas (**Foto 1**). Otro síntoma asociado al HLB es la aparición de frutos con deformaciones asimétricas, de menor tamaño, coloración verdosa y sabor anormal (**Foto 2**). Recientes estudios demuestran que las raíces de la planta son importantes reservorios de la bacteria. En cualquier caso, si no se toma ningún tipo de medida, los arboles infectados pueden llegar a ser improductivos en apenas 5-10 años.

HUANGLONGBING

El HLB está causado por especies de alphaproteobacteria Gram negativa del género *Candidatus Liberibacter* cuyo desarrollo en la planta queda restringido al floema. El nombre específico de éstas describe su presunta procedencia: “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” (*Ca. Las*) supuestamente originada en Asia, “*Ca. Liberibacter americanus*” (*Ca. Lam*) en América y “*Ca. Liberibacter africanus*” (*Ca. Laf*) en el sur del continente africano (Lin *et al.* 2013). De estas tres especies, *Ca. Las* está ampliamente distribuida en la mayor parte de las zonas cítricas y se caracteriza por su tolerancia a altas temperaturas (**Figura 1**). El término “*Candidatus*” dentro del nombre de la especie hace refe-

rencia a que la bacteria no ha podido cultivarse y mantenerse en una “Colección de Cultivo Bacteriológico” y por lo tanto no se han podido

Figura 1. Distribución geográfica de *Diaphorina citri*, *Ca. Las* y *Ca. Lam*

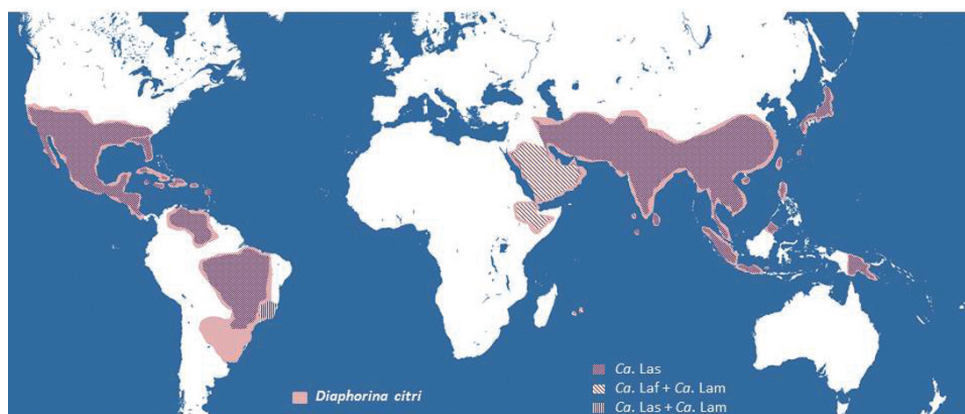




Foto 1.
Síntoma de HLB en hojas

Foto 2.
Síntoma de HLB en frutos

EL PSÍLIDO ASIÁTICO DE LOS CÍTRICOS

El centro de origen del PAC es el sur de Asia, siendo descrito por primera vez asociado a cítricos en Schinchiku, Taiwán en 1907. Actualmente, además de estar distribuido ampliamente en Asia también está presente en el continente Americano, África y Oceanía (**Figura 1**).

El ciclo de vida está constituido por el estado de huevo, cinco estadios ninfales (**Foto 3**) y el estado adulto. El tiempo que tarda en completar el desarrollo de huevo a adulto es de entre unos 15 a 47 días en función de las condiciones ambientales. La temperatura óptima de desarrollo se sitúa entre 25-28 °C (Halbert y Manjunath 2004). Las hembras depositan sus hue-

vos en brotes recién formados, especialmente hojas en fase de punta de lanza (aproximadamente 0.5 cm de longitud). La eclosión de los huevos se produce a los 2-4 días en función de las condiciones ambientales. Las ninfas recién emergidas se mantienen en los brotes alimentándose de tejidos tiernos. En algunas ocasiones éstas se asocian con colonias de hormigas (**Foto 4**) (Michaud 2004).

El adulto de *D. citri* (**Foto 5**) mide aproximadamente 3 mm de longitud, es de color castaño claro con manchas castaño oscuro en el cuerpo y la periferia de sus alas anteriores. Los adultos pueden encontrarse en cítricos durante todo el año y debido a que utilizan los brotes como sustrato de puesta, las fluctuaciones poblacionales de esta especie están íntimamente

relacionadas con la fenología de la planta y por lo tanto, también con las condiciones ambientales, especialmente precipitación y temperatura. En zonas de clima cálido pueden registrarse hasta 10 generaciones anuales (Tsai y Liu, 2000).

Los síntomas más característicos del HLB son el amarilleamiento irregular de hojas y la aparición de frutos con deformaciones asimétricas, de menor tamaño, coloración verdosa y sabor anormal



Foto 3.
Huevo y estadios ninfales de *D. citri*

El rango de hospederos sobre los cuales se alimenta y reproduce el psílido se restringe a especies de la familia Rutaceae (Sétamou *et al.* 2008). Entre éstas, *D. citri* muestra especial preferencia por la muraya, mandarino, naranjo amargo y naranjo dulce. *Diaphorina citri* afecta directamente al cítrico ya que se alimenta de éste. El insecto extrae la savia e inyecta toxinas que reducen el crecimiento de brotes y producen deformaciones en hojas (**Foto 6**). Además, como resultado de dicha alimentación, el insecto secreta melaza que cu-



Foto 4.
 Colonia de ninfas
 de *D. citri*
 asociada a
 hormigas



Foto 5.
 Adulto de *D. citri*

bre la superficie del tejido vegetal y sirve de sustrato para el desarrollo de fumagina o negrilla. La importancia de *D. citri* sin embargo radica en su papel como vector del HLB. Cuando el psílido se alimenta de plantas hospederas infectadas adquiere la bacteria. Tanto las ninfas de cuarto y quinto estadio como los adultos pueden transmitir la enfermedad. Sin embargo, el adulto es el único estado de desarrollo con capacidad de desplazamiento entre árboles y por lo tanto, el único vector verdadero.

GESTIÓN DEL HLB

Hasta la fecha no existe cura para árboles que ya han sido infectados con la bacteria. Tampoco se conocen variedades comerciales de cítricos tolerantes o resistentes a la enfermedad. Parte de la investigación dirigida a combatir esta patología se centra en la obtención de variedades o patrones tolerantes o resistentes mediante mejora genética clásica y utilizando técnicas de ingeniería genética. Sin embargo, los principales inconvenientes de estas dos aproximaciones son la necesidad de procesos muy dilatados en el tiempo para la obtención de resultados positivos en el primer caso, y la falta de aceptación social en el segundo. Bajo este contexto, el manejo del HLB se basa principalmente en la toma de medidas preventivas que pasan

por reducir la cantidad de inóculo, eliminando los árboles infectados, y por controlar sus vectores. La destrucción de árboles infectados es una estrategia ampliamente seguida en Brasil. Estudios recientes demuestran que en condiciones de baja incidencia de la enfermedad es posible minimizar la expansión de ésta identificando y destruyendo los arboles infectados y realizando un estricto control del vector (Belasque *et al.* 2010). Sin

Foto 6.
 Daño directo
 producido por
D. citri



embargo, el número de tratamientos fitosanitarios requeridos para un manejo suficiente del vector es muy elevado. De hecho, es común encontrar programas en los que se realizan más de 20 aplicaciones de insecticidas de síntesis al año en árboles adultos y más de cincuenta en plantaciones jóvenes. La sostenibilidad de programas de gestión tan agresivos queda más que en entredicho. Por otro lado, en regiones donde la proporción de árboles infectados ya es elevada, como es el caso de Florida, la destrucción de éstos se torna inviable desde el punto de vista económico. En dichas circunstancias, la única solución es intentar convivir con la enfermedad.

Trabajo realizado en Florida

El manejo cultural de una plantación con árboles infectados es fundamental a la hora de mantener su viabilidad. La experiencia de Florida demuestra que una nutrición e irrigación adecuada del árbol, así como una buena salud del suelo ayudan a mantener su vigor y esto incrementa su tolerancia a la enfermedad. Debido a que el HLB afecta al sistema vascular de la planta y a su sistema radicular, en Florida se ha promovido la aplicación de nutrientes vía foliar para reducir la sintomatología que éste provoca. Existe cierta controversia acerca de la efectividad de esta medida. Algunos estudios dicen

para dar la talla,
este año más que nunca

clementgr^os plus

- Más frutos con calibre superior a la media.
- Menor destrio.
- Menor aclareo manual.
- Igual cantidad y calidad de zumo en los frutos.



Nufarm España, S.A.

Balmes, 200 1º 4ª - 08006 - Barcelona - España
Tel.: + 34 93 238 98 90 - Fax: +34 93 415 17 89
e.mail: nufarm@es.nufarm.com





Foto 7.
Adulto hembra
de *T. radiata*

no encontrar un efecto medible de este tipo de tratamientos (Gottwald *et al.* 2012), sin embargo los resultados recientemente publicados en un trabajo que evalúa la incidencia de la utilización de nutrientes foliares y el manejo del vector en el rendimiento productivo, demuestran que incluso con un 100% de árboles infectados, la combinación de ambos tipos de manejo incrementa significativamente la producción (Stansly *et al.* 2013). Además, como conclusión de esta y otras experiencias similares, se extrae que el manejo del vector sigue siendo importante incluso en casos de elevada incidencia de la enfermedad.

MANEJO QUÍMICO DE *D. CITRI*

Como consecuencia del fuerte impacto económico del HLB, en aquellas aéreas donde el vector y la enfermedad están presentes, el número de aplicaciones insecticidas por temporada se ha incrementado considerablemente. Debido al uso intensivo de insecticidas, el control biológico de cítricos se ha visto fuertemente alterado y es cada vez más habitual el resurgimiento de plagas secundarias que anteriormente presentaban un control adecuado por sus enemigos naturales. Por esta razón, la investigación dirigida al manejo químico del vector ha buscado optimizar dichos programas procurando un control efectivo de éste y a su vez, minimizando los impactos en la fauna útil y reduciendo el riesgo de desarrollo de resisten-

cias a las materias activas utilizadas (Rogers *et al.* 2012). Para un manejo efectivo del vector, se recomienda la realización de aplicaciones de insecticida de amplio espectro durante el periodo de dormancia del árbol. El invierno es crítico para el psílido debido a la ausencia de brotación, necesaria para el desarrollo de nuevas generaciones. Además, durante esta estación la actividad de los enemigos naturales es menor que durante el periodo de crecimiento de la planta y por lo tanto, el impacto sobre éstos también lo es. La realización de uno o dos tratamientos durante el invierno con piretroides y/o organofosforados reduce considerablemente el crecimiento poblacional en los posteriores periodos de brotación (Qureshi y Stansly, 2010). En primavera y verano, se recomienda la rotación de productos más selectivos que sean respetuosos con la fauna útil del cultivo (Rogers *et al.* 2012). En plantaciones jóvenes, la aplicación en suelo de neonicotinoides parece ser la medida más efectiva para reducir la progresión de la enfermedad. Sin embargo, se ha de tener en cuenta el riesgo al desarrollo de resistencias a su modo de acción si se abusa de dicha medida.

Citrus Health Management Areas (CHMAs)

Una de las estrategias más efectivas implementadas en Florida para el manejo eficiente del vector es la creación de las CHMAs. Éstas

consisten en la división del territorio en aéreas donde se promueve una gestión coordinada de éste (www.flchma.com). Cada tres semanas se realizan muestreos en todos los bloques de cítricos dentro de cada CHMA y se avisa y asesora a los productores donde se localicen los puntos con mayores densidades del vector. Además, a través de este sistema se coordinan las aplicaciones de insecticida realizadas. Existen mapas digitales de libre acceso que son actualizados cada tres semanas donde se puede visualizar la situación presente y pasada del vector en todos los bloques de cada CHMA (<http://swfrec.ifas.ufl.edu/programs/entomology/extension/chma.php>).

La búsqueda de umbrales económicos de daño

Uno de los objetivos principales en el manejo de *D. citri* es reducir el número de aplicaciones realizadas durante el periodo de crecimiento de la planta. Para ello, es importante desarrollar métodos de muestreo que permitan un monitoreo eficaz de la plaga y la obtención de umbrales económicos de daño basados en dicho monitoreo. El método de muestreo más ampliamente extendido en Florida es el de golpeo de ramas adultas con una vara de PVC para coleccionar adultos.

CONTROL BIOLÓGICO DE *D. CITRI*

El control del vector por medio de enemigos naturales juega un papel destacado en la regulación de las fluctuaciones poblacionales de *D. citri*. Por ello es importante su integración dentro de los programas de gestión química. Los depredadores generalistas son considerados un factor de mortalidad significativo de *D. citri* (Qureshi y Stansly 2010). Dentro de este grupo de enemigos naturales los coccinélidos son probablemente los más eficientes. Entre las especies citadas se encuentran *Harmogna axyridis*, *Olla v-nigrum*, *Cycloneda sanguinea* y *Coelophora inaequalis* y varias especies del género *Scymnus* (Michaud 2004). Las crisopas de los géneros *Ceraeochrysa*



ECONEX[®]

FEROMONAS Y TRAMPAS

Desde 1986

Especialistas en feromonas y trampas para insectos



Atención al Cliente: **900 502 401** www.e-econex.com

SANIDAD AGRÍCOLA ECONEX, S.L. · C/ Mayor, Nº 15B · Edificio ECONEX

Apartado de Correos Nº 167 · 30149 SISCAR-Santomera · Murcia (España) · Tel. 968 86 03 82 - 968 86 40 88 · Fax 968 86 23 42 · e-mail: econex@e-econex.com

y *Chrysoperla*, varias especies de arañas y sírfidos de los géneros *Allograpta*, *Pseudodorus* y *Toxomerus* también han sido descritas alimentándose de esta plaga.

Entre los parasitoides registrados a nivel mundial destacan dos especies que han sido introducidas en diferentes países, *Tamarixia radiata* (Foto 7, Foto 8 y Foto 9), ectoparasitoide proveniente de Taiwán y Vietnam, y *Diaphorocyrtus aligarhensis*, endoparasitoide proveniente de Taiwán (McFarland y Hoy 2001). *Tamarixia radiata* se ha establecido en la mayoría de los lugares donde está presente *D. citri* y tiene la ventaja de producir dos generaciones por cada generación del psílido. Una hembra de *T. radiata* puede poner hasta 300 huevos a una razón de un huevo por ninfa de *D. citri*. Además del parasitismo, las picaduras alimenticias son otro factor de mortalidad a considerar. Combinando ambos comportamientos, una hembra de *T. radiata* puede destruir 500 ninfas en toda su vida (Qureshi *et al.* 2009). A pesar del potencial biótico de este parasitoide, los niveles de parasitismo en campo asociados a esta especie varían mucho en función de la región donde fueron liberados (Chien *et al.* 1989; Qureshi y Stansly, 2009).

Los hongos entomopatógenos pueden ser un factor de mortalidad importante de *D. citri* aunque su eficiencia está fuertemente influenciada por las condiciones ambientales. La mortalidad de ninfas puede alcanzar entre 60-70% en lugares donde la humedad

En Florida se ha promovido la aplicación de nutrientes vía foliar para reducir la sintomatología que provoca el HLB

relativa diaria excede el 87,9%. Entre las especies registradas en Florida se encuentran *Hirsutella citriformis*, *Cladosporium sp Oxysporum*, *Beauveria bassiana* y *Capnodium citri* (Halbert y Manjunath 2004). ■

Bibliografía

- Belasque, J., Bassanezi, R.B., Yamamoto, P.T., Ayres, A.J., Tachibana, A., Violante, A.R., Tank, A., Di Giorgi, F., Tersi, F.E.A., Menezes, G.M., Dragone, J., Jank, R.H. y Bové, J.M. 2010. Lessons from Huanglongbing Management in Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Plant Pathology* 92: 285-302.
- Chien, C.C., Chiu S. C. y Ku S.C. 1989. Biological control of *Diaphorina citri* in Taiwan. *Fruits*. 44: 401-407.
- Gottwald, T.R., Graham, J.H., Irey, M.S., McCollum, T.G., y Wood, B.W. 2012. Inconsequential effect of nutritional treatments on huanglongbing control, fruit quality, bacterial titer and disease progress. *Crop Protection*, 36: 73-82.
- Halbert, S.E. y Manjunath K.L. 2004. Asian citrus psyllid (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*. 87: 330-352.
- Lin, H., Coletta-Filho, H.D., Han, C.S. Lou, B., Civerolo, E.L. Machado, M.A. y Gupta, G. 2013. Draft Genome Sequence of "*Candidatus Liberibacter Americanus*" Bacterium Associated With Citrus Huanglongbing in Brazil. *Genome Announcement*. 1(3):e00275-13. doi:10.1128/genomeA.00275-13.

McFarland, C.D. y Hoy M.A. 2001. Survival of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), and its two parasitoids, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diaphorocyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), under different relative humidities and temperatures regimes. *Florida Entomology*. 84: 227-233.

Michaud, J.P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological Control*, 29: 260-269.

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

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

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

Rogers, M.E., Stansly, P.A., y Stelinski, L.L. 2012. Florida citrus pest management guide: Asian citrus psyllid and citrus leafminer. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences ENY734/IN686

Sétamou, M., Sanchez, A., Patt, J. y Louzada, E. 2008. Diurnal patterns in flight activity and effect of light on host finding behavior of the Asian citrus psyllid. *International Research Conference on Huanglongbing*. Orlando, Florida. *Proceedings of de Meeting*, p. 225.

Stansly, P.A., Arevalo, H.A., Qureshi, J.A., Jones, M.M., Hendricks, K., Roberts, P.D., y Roka, F.M. 2013. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing. *Pest management science* 70: 415-246.

Tsai, J.H. y Liu, Y.H. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. *Journal of Economic Entomology*. 93: 1721-1725.

Fotografías tomadas en EEA Concordia - INTA, Entre Ríos, Argentina por Juan Pedro R. Bouvet.



Foto 8. Huevo de *T. radiata*



Foto 9. Larva de *T. radiata*