

CÍTRICOS

Control de vectores de HLB (Huanglongbing) por medio de formulados microbiológicos

Celeste Paola D'Alessandro e Italo Delalibera Junior (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba, São Paulo, Brasil. delalibera@usp.br).

El psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama (1907) (Hemiptera: Liviidae), es un insecto que transmite la enfermedad 'Huanglongbing' (HLB) en plantas de cítricos (Hall y col., 2013). El uso del bioinsecticida a base de *I. fumosorosea* en programas de manejo integrado de plagas en plantaciones de cítricos comerciales representa una alternativa para reducir el número de aplicaciones de insecticidas químicos, minimizando el riesgo de selección de poblaciones de *D. citri* resistentes, y también para auxiliar en el control de otras plagas, sin presentar efectos negativos en los enemigos naturales.

***Diaphorina citri*, insecto vector de la enfermedad Huanglongbing (HLB)**

Cuando *D. citri* se alimenta del floema de las plantas, introduce las bacterias *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *Candidatus Liberibacter americanus*, que son los agentes responsables de la enfermedad HLB. Para los cultivos de cítricos, la enfermedad HLB es probablemente la amenaza más grave en el mundo, porque causa graves pérdidas en el rendimiento de las plantas, mala calidad del fruto y una vida útil de la planta acortada (Bové, 2006; Kuchment, 2013). Los síntomas de la enfermedad HLB son manchas irregulares de color amarillo en las hojas (clorosis), defoliación de las ramas, reducción de la tasa fotosintética, frutos pequeños con forma irregular y el jugo con gusto amargo.

Métodos sostenibles para el control de *Diaphorina citri*

En las plantaciones de cítricos, el control de *D. citri* ha sido realizado casi exclusivamente por la utilización de pesticidas químicos. Sin embargo, muchos países están buscando implantar nuevas medidas de control que sean más adecuadas para el medio ambiente y la salud humana. El control biológico es una técnica utilizada dentro del manejo integrado de plagas y consiste en la utilización de enemigos naturales de las plagas, como parasitoides, depredadores y patógenos. Los hongos entomopatógenos son un grupo de microorganismos capaces de infectar y causar la muerte de diferentes especies de ácaros e insectos (Alves, 1998). Diversas especies de hongos entomopatógenos fueron relacionadas causando infección natural en ninfas y adultos de *D. citri* (Meyer y col., 2007; 2008; Hall y col., 2012). El hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* es uno de los patógenos con mayor potencial para el control de *D. citri* en el mundo (Avery y col., 2009; Hoy y col., 2010; Hunter y col., 2011; Lezama-Gutiérrez y col., 2012; Ausique y col., 2017) porque presenta elevada virulencia sobre ninfas y adultos de *D. citri*. También se ha comprobado que las estructuras reproductivas de *I. fumosorosea* pueden diseminarse por el ambiente y causar la infección de otros insectos de la misma especie o de diferentes especies (Conceschi y col., 2016). Varios estudios han demostrado la importancia de la utilización de este patógeno para la elaboración de bioinsecticidas para el control de *D. citri*.

El primer bioinsecticida para el control de *Diaphorina citri*

En el mercado mundial ya existen varios productos comerciales a base de hongos entomopatógenos para el control de diversas plagas agrícolas. Recientemente, en Brasil fue registrado el primer bioproducto a base del hongo entomopatógeno *I. fumosorosea* para el control de *D. citri*. Ese bioproducto fue desarrollado por la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo (ESALQ-USP), la Fundación de Defensa para la Citricultura (FUNDECITRUS) y la empresa Koppert. El bioproducto, denominado Challenger, consiste en una mezcla de las estructuras reproductivas del hongo *I. fumosorosea* (denominadas conidios) con adyuvantes e inertes que permiten una mejor eficiencia del producto para el control de *D. citri*. Cuando el bioproducto es pulverizado sobre ninfas y adultos de *D. citri*, los conidios entran en contacto con la cutícula del insecto y germinan formando un tubo germinativo, que por presión y producción de compuestos químicos (enzimas), degradan la cutícula y penetran en el interior del insecto. Durante la colonización interna, el hongo crece por los órganos y produce toxinas que provocan la muerte de *D. citri*. Finalmente, si las condiciones ambientales son favorables (elevada humedad), el hongo crece externamente por el cuerpo del insecto, formando estructuras blancas denominadas miceli que producen grandes cantidades de conidios en la superficie del cadáver (Figura 1). Los conidios producidos en cada cadáver pueden ser diseminados por el ambiente e iniciar nuevos ciclos de infección en otros insectos.

Los estudios para la elaboración de un bioinsecticida para el control de *D. citri* se iniciaron en 2011 con el financiamiento de FUNDECITRUS. Los primeros experimentos fueron realizados con 17 aislamientos de hongos entomopatógenos, provenientes de la Colección de Entomopatógenos de la ESALQ-USP, para seleccionar un aislamiento altamente virulento para adultos y ninfas de *D. citri*. Los bioensayos en el laboratorio demostraron que el aislamiento ESALQ-1296 de *I. fumosorosea* fue uno de los más virulentos, causando valores de mortalidad de adultos de 63% a 78% y mortalidad de ninfas superior al 93%. En condiciones de semi-campo y campo se observó que *I. fumosorosea* ESALQ-1296 fue altamente virulento para adultos de *D. citri*, obteniendo resultados similares a

Feromona para el control
mediante confusión sexual
de Piojo Rojo de California
Aonidiella aurantii (Maskell)

MASSLURE® AoAu

LA TÉCNICA
BIORRACIONAL
QUE EVOLUCIONA
Eficaz, respetuosa
con el entorno
y sin residuos

COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ, S.A.
Viladomat, 321 5° - 08029 Barcelona
Tel. 93 495 25 00 - Fax 93 495 25 02
masso@cqm.es
www.massogro.com



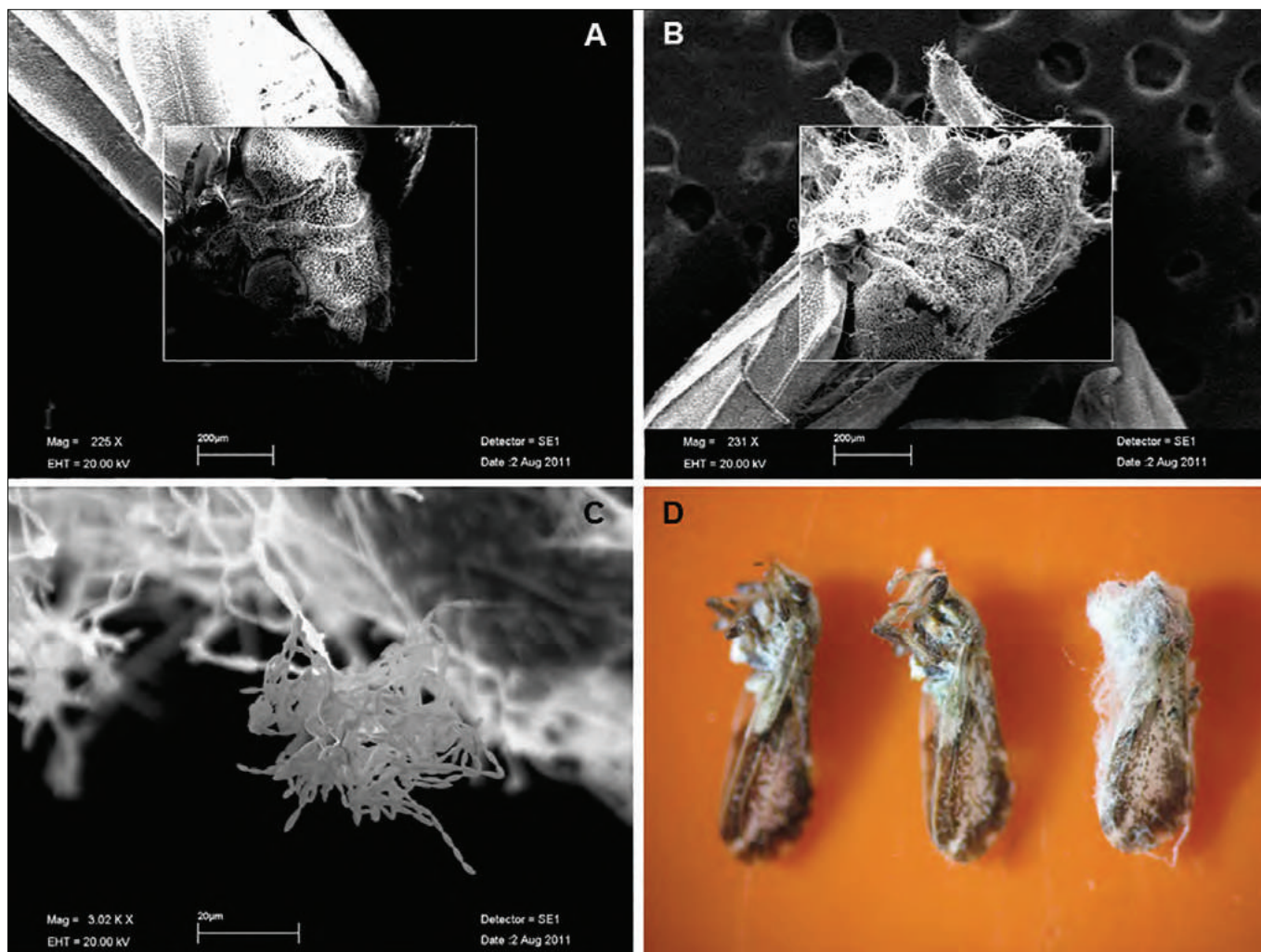


Figura 1. Proceso de infección del hongo entomopatógeno *Isaria fumosorosea* en adultos de *Diaphorina citri*. Las imágenes A, B y C corresponden a las observaciones de los insectos en el Microscopio Electrónico de Varredura (MEV) y la imagen D a las observaciones en Lupa Binocular. A: adulto de *D. citri* sin infección fúngica. B: adulto de *D. citri* con infección de *I. fumosorosea*. C: estructuras reproductivas de *I. fumosorosea* emergiendo del cuerpo de *D. citri*. D: Adultos de *D. citri* en diferentes fases de infección por *I. fumosorosea*. Fuente de las imágenes: Celeste Paola D'Alessandro.

la aplicación de insecticidas químicos (Ausique y col., 2017). Estudios posteriores comprobaron que el aislamiento ESALQ-1296 también presenta potencial para el control de otras especies de plagas de cítricos, como el pulgón negro *Toxoptera citricida*, la mosca negra de los cítricos *Aleurocanthus woglumi*, y los ácaros *Brevipalpus phoenicis* y *Panonychus citri*. También se demostró que *I. fumosorosea* ESALQ-1296 no presentó efectos negativos en el parasitoide *Tamarixia radiata* y en el depredador *Ceraeochrysa cincta*. Estos resultados despertaron el interés de la empresa Koppert Brasil para registrar y comercializar una formulación de *I. fumosorosea* para el control de *D. citri* en Brasil.

Recomendaciones para la utilización del bioinsecticida en plantaciones de cítricos

El bioinsecticida a base de *I. fumosorosea* para el control de *D. citri* puede ser incorporados al tanque de pulverización como cualquier agroquímico. Sin embargo, es necesario tener algunos cuidados para que su eficiencia no sea afectada.

En primer lugar, es necesario saber si los productos microbianos son compatibles con los productos químicos utilizados para el control de plagas y

enfermedades de los cítricos. Estudios realizados en el laboratorio demostraron que el bioinsecticida a base de *I. fumosorosea* es compatible con la mayoría de los insecticidas, acaricidas, fertilizantes y adyuvantes usados en la citricultura, pero es incompatible con los fungicidas. Por lo tanto, se recomienda que el tractor o pulverizador sea lavado antes de la aplicación del bioproducto para eliminar residuos de agroquímicos. Sin embargo, las aplicaciones de fungicidas realizadas un día antes o después de la aplicación del bioinsecticida no afectaron a la eficiencia del hongo entomopatógeno.

Como cualquier agente microbiano, el hongo entomopatógeno *I. fumosorosea* tiene limitaciones de acuerdo con las condiciones climáticas, porque la temperatura y humedad óptimas para el desarrollo de este hongo son de 20°C a 30°C y humedad superior a 60%. A pesar de eso, la formulación del producto Challenger protege a las estructuras reproductivas del hongo, favoreciendo a la eficacia del producto en condiciones de menor humedad y alta incidencia de UV. Sin embargo, se recomienda que las pulverizaciones del bioinsecticida se realicen hacia el final de la tarde, cuando el índice de radiación solar es bajo y la humedad aumenta por el rocío.

El uso del bioinsecticida a base de *I. fumosorosea* en programas de mane-

jo integrado de plagas en plantaciones de cítricos comerciales representa una alternativa para reducir el número de aplicaciones de insecticidas químicos, minimizando el riesgo de selección de poblaciones de *D. citri* resistentes, y también para auxiliar en el control de otras plagas, sin presentar efectos negativos

en los enemigos naturales. Además, ayudaría al desarrollo de una agricultura más sostenible, porque no deja residuos tóxicos en el ambiente y es inocua para la persona que hace la aplicación en el campo y para los consumidores de frutas y zumos cítricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alves, S.B. 1998. Controle microbiano de insetos. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1163 p.
- Ausique, J.J.S.; D'Alessandro, C.P.; Conceschi, M.R.; Mascarín, G.M.; Delalibera, I.J. 2017. Efficacy of entomopathogenic fungi against adult *Diaphorina citri* from laboratory to field applications. *Journal of Pest Science*, 90: 947–960.
- Avery, P.B.; Hunter, W.B.; Hall, D.G.; Jackson, M.A.; Powell, C.A.; Rogers, M.E. 2009. *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) infection and dissemination of the entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist*, 92: 608–618.
- Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88: 7–37.
- Conceschi, M.R.; D'Alessandro, C.P.; Moral, R.; Demetrio, C.G.B.; Delalibera Jr, I. 2016. Transmission potential of the entomopathogenic fungi *Isaria fumosorosea* and *Beauveria bassiana* from sporulated cadavers of *Diaphorina citri* and *Toxoptera citricida* to uninfected *D. citri* adults. *Biocontrol*, 61: 567–577.
- Hall, D.G.; Hentz, M.G.; Meyer, J.M.; Kriss, A.B.; Gottwald, T.R.; Boucias, D.G. 2012. Observations on the entomopathogenic fungus *Hirsutella citrififormis* attacking adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in a managed citrus grove. *BioControl*, 57: 663–675.
- Hall, D.G.; Richardson, M.L.; Ammar, E.D.; Halbert, S.E. 2013. Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 146: 207–223.
- Hoy, M.J.; Singh, R.; Rogers, M.E. 2010. Evaluations of a novel isolate of *Isaria fumosorosea* for control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 93: 24–32.
- Hunter, W.B.; Avery, P.B.; Pick, D.; Powell, C.A. 2011. Broad spectrum potential of *Isaria fumosorosea* against insect pests of citrus. *Florida Entomologist*, 94 (4): 1051–1054.
- Kuchment, A. 2013. The end of orange juice. *Scientific American*, 308: 52–59.
- Lezama-Gutiérrez, R.; Molina-Ochoa, J.; Chávez-Flores, O.; Ángel-Sahagún, C. A.; Skoda, S.R.; Reyes-Martínez, G.; Barba-Reynoso, M.; Rebolledo-Domínguez, O.; Ruiz-Aguilar, G.M.L.; Foster, J.E. 2012. Use of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae*, *Cordyceps bassiana* and *Isaria fumosorosea* to control *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Persian lime under field conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 32 (1): 39–44.
- Meyer, J.M.; Hoy, M.A.; Boucias, D.G. 2007. Morphological and molecular characterization of a *Hirsutella* species infecting the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in Florida. *Journal of Invertebrate Pathology*, 95: 101–109.
- Meyer, J.M.; Hoy, M.A.; Boucias, D.G. 2008. Isolation and characterization of an *Isaria fumosorosea* isolate infecting the Asian citrus psyllid in Florida. *Journal of Invertebrate Pathology*, 99: 96–102.