

NUTRICIÓN Y SANIDAD VEGETAL

MEDIDAS DE CONTROL

Barreras de exclusión de hormigas en cítricos y su efecto en *Aonidiella aurantii*

María Juan-Blasco
Alejandro Tena
Pilar Vanaclocha
Alberto Urbaneja

Unidad Asociada de Entomología UJI-IVIA-CIB CSIC. Centro de Protección Vegetal y Biotecnología; Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA; Moncada (España)

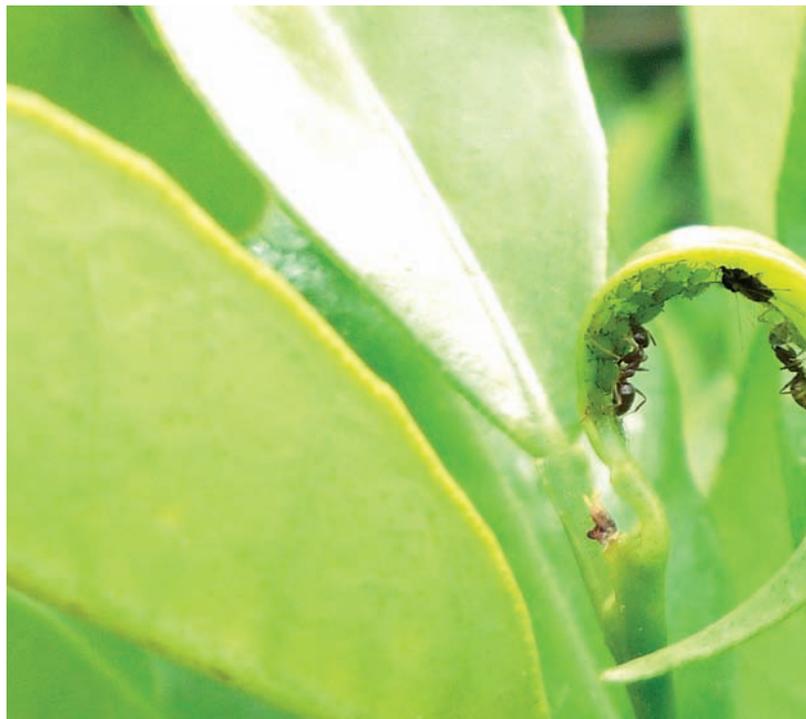
Mariano Cambra

Centro de Protección Vegetal y Biotecnología; Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA; Moncada (España)

César Monzó

Unidad Asociada de Entomología UJI-IVIA-CIB CSIC. Centro de Protección Vegetal y Biotecnología; Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA; Moncada (España)
Southwest Florida Research and Education Center SWFRECC; Institute of Food and Agricultural Sciences, IFAS; University of Florida, UF; Florida, USA.

La presencia de algunas especies de hormigas en las copas de los árboles está asociada con la presencia de hemípteros plaga. Los métodos de control disponibles hasta la fecha, ya sean químicos o físicos, presentan importantes inconvenientes como son la elevada frecuencia de reemplazo o la necesidad de materias activas específicas para cada especie. El presente estudio evalúa la influencia de dos técnicas de exclusión de hormigas, la barrera química Inesfly IGR FITO® y la física Tangle-Trap®, sobre la presencia en el fruto del Piojo Rojo de California.



Juan-Blasco *et al.* (2011) compararon la eficacia del uso de dos tipos de barreras como método de exclusión de hormigas en dos comunidades diferentes (una dominada por *Lasius grandis*, y otra por *Linepithema humile*) a lo largo de una campaña en dos parcelas comerciales de cítricos de la Comunidad Valenciana. La barrera química Inesfly IGR FITO® y la física Tangle-Trap® se aplicaron sobre el tronco impi-

que la aplicación de Inesfly IGR FITO® y de Tangle-Trap® redujo el número de escudos de *A. aurantii* contabilizados en los frutos justo antes de la cosecha en la parcela en la cual *L. grandis* era la especie dominante. Por el contrario, ninguna barrera disminuyó la incidencia de *A. aurantii* en los frutos en la parcela infestada por *L. humile*. Estos resultados confirman que las barreras de exclusión Inesfly IGR FITO® y

// LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL DE HORMIGAS EN CÍTRICOS INCLUYEN EL USO DE INSECTICIDAS Y DE BARRERAS FÍSICAS QUE IMPIDEN EL ACCESO DE ÉSTAS A LA COPA DE LOS ÁRBOLES //

diendo el tránsito de las hormigas hacia la copa de los árboles. Una sola aplicación de Inesfly IGR FITO® al inicio de la campaña fue efectiva para excluir de la copa a las dos especies de hormigas durante toda la campaña. Las dos barreras mostraron un efecto inmediato y evitaron el tránsito de hormigas en el tronco de los árboles. A su vez, se demostró

Tangle-Trap® son alternativas eficaces a las actuales estrategias empleadas para la exclusión de hormigas en muchos cultivos perennes. Sin embargo, sería conveniente realizar futuros estudios con el fin de poder evaluar más a fondo cómo esta estrategia influye en la incidencia de ésta y otras plagas, y de sus enemigos naturales.



FOTO 1: La hormiga *Linepithema humile* atendiendo a una colonia de pulgones (A) y la hormiga *Lasius grandis* sobre un brote de cítricos infestado del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* y *Coccus hesperidum* (B).

RELACIÓN ENTRE HORMIGAS Y HEMÍPTEROS PLAGA EN CÍTRICOS

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) constituyen uno de los grupos de artrópodos más abundantes y omnipresentes en todos los ecosistemas (Hölldobler y Wilson 1994). Los estudios acerca del papel de las hormigas en los cítricos describen dos comportamientos diferentes que afectan al manejo de plagas. Por un lado, las hormigas depredan plagas que pasan parte de su ciclo biológico en el suelo como, por ejemplo, la mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (Wong *et al.* 1984; Urbaneja *et al.* 2006). Por otro lado, se observa que las hormigas establecen relaciones de mutualismo con hemípteros plaga tales como pulgones, cóccidos, moscas blancas y cotonets (Styrsky y Eubanks 2007) (**Foto 1**). Las hormigas atacan y perturban a los enemigos naturales de los hemípteros cuando ascienden a la copa de los árboles para alimentarse de la melaza producida por éstos, interfiriendo,

por tanto, en el control biológico que los depredadores y los parasitoides pueden ejercer (Way 1963; Buckley 1987; James *et al.* 1999).

Lasius grandis Forel y *Pheidole pallidula* Nylander son las especies de hormigas autóctonas más abundantes en nuestros cítricos (Alvis 2003; Vanaclocha *et al.* 2005; Cerdá *et al.* 2009), donde también se ha establecido de forma más esporádica la especie invasiva *Linepithema humile* Mayr u hormiga Argentina (Vanaclocha *et al.* 2005; Cerdá *et al.* 2009) (**Foto 2**). Pekas *et al.* (2010) comprobaron recientemente cómo una alta actividad de alguna de estas especies de hormigas aumenta la presencia del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskell (Hemiptera: Diaspididae), en los frutos cosechados, tal y como se había demostrado previamente en otras importantes áreas citrícolas de clima Mediterráneo (Moreno *et al.* 1987; James *et al.* 1997). Además, en estudios previos de laboratorio se ha demostrado que la presencia de *L. humile* disminuye los niveles de parasitismo sobre *A. aurantii* de sus parasitoides



FOTO 2: Hormiguero de *Linepithema humile* localizado en el tronco de un cítrico.

asociados *Aphytis melinus* De-Bach (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Martínez *et al.* 2003).

HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE HORMIGAS EN CÍTRICOS

Las estrategias de control de hormigas en cítricos incluyen el uso de insecticidas y de barreras físicas que impiden el acceso de éstas a la copa de los árboles. Las barreras físicas consisten en franjas pegajosas colocadas alrededor del tronco que deben ser reemplazadas mensualmente lo cual encarece y dificulta su aplicación (James *et al.* 1997; González-Hernández *et al.* 1999). Por otro lado, los tratamientos químicos incluyen insecticidas de contacto, cebos trampa con insecticidas y barreras insecticidas. El primer método químico sólo acaba con las hormigas que se encuentran en el exterior del hormiguero en el momento de la aplicación por lo que no resulta muy efectivo y, además, afecta negativamente a la fauna útil (Rust *et al.* 1996). El uso de cebos trampa es considerado el método más

eficaz para controlar hormigas en grandes áreas de cultivo ya que, de este modo, el insecticida puede llegar al hormiguero y afectar a las hormigas que se encuentran en él y que son las responsables de la reproducción (Knight y Rust 1990, 1991; Tollerup *et al.* 2006). Desafortunadamente su acción no es inmediata, no duran todo el

ser reemplazadas.

Junto a las limitaciones tanto de espectro como de aplicación en campo, las barreras químicas para controlar hormigas en cítricos tienen como limitación el bajo número de productos registrados en Europa. Inesfly IGR FITO® (Industrias Químicas Inesba S.L., Paiporta, Spain) es una pintura in-

// EL EFECTO INMEDIATO DE LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL UTILIZADAS EN EL ESTUDIO SUPONE UNA VENTAJA RESPECTO A LA EXTENDIDA UTILIZACIÓN DE CEBOS, CUYO MODO DE ACCIÓN ES MUCHO MÁS LENTO //

año, y para su empleo es necesario un diseño determinado de cebo para cada especie de hormiga. Por último, las barreras impregnadas con insecticidas excluyen a las hormigas inmediatamente después de su aplicación al acabar con los individuos que contacten con éstas en su camino del hormiguero a la copa del árbol (Moreno *et al.* 1987). Sin embargo, al igual que las barreras físicas, su eficacia es limitada ya que se degradan en 2-3 meses con la consiguiente necesidad de

secticida (ingredientes activos: 3,0% clorpirifos y 0,063% piriproxifén) no autorizada en cítricos. Esta pintura insecticida está formulada en un microencapsulado que libera los insecticidas lentamente, lo cual le confiere larga duración y, como consecuencia, disminuye el número de aplicaciones necesarias. Inesfly IGR FITO® se ha utilizado con éxito en el control preventivo de otras plagas (Llácer *et al.* 2010; Días y Jemio 2008; Amelotti *et al.* 2009). La eficacia de esta pin-

tura insecticida, sin embargo, nunca se había probado como barrera para evitar la actividad de las hormigas en la copa de los cítricos.

BARRERAS PARA EXCLUIR HORMIGAS EN CÍTRICOS: EFICACIA Y ACTIVIDAD DE HORMIGAS

En un estudio reciente Juan-Blasco *et al.* (2011) determinaron la eficacia de Inesfly IGR FITO® y de las barreras físicas como métodos para excluir la actividad de las principales especies de hormigas en dos parcelas de clementinos (*Citrus sinensis* var. clemenules) situadas en la provincia de Valencia, concretamente en los municipios de La Pobla de Vallbona y Bétera. La comunidad de hormigas en la primera parcela de estudio estaba dominada por *L. grandis* y *P. pallidula*. En la parcela de Bétera, la comunidad de hormigas estaba dominada por la especie exótica *L. humile* (Vanaclocha *et al.* 2005). Siguiendo la metodología de Pekas *et al.* (2010), en cada una de las parcelas se aplicaron las dos barreras en cuatro bloques de cuatro árboles y otros cuatro bloques se

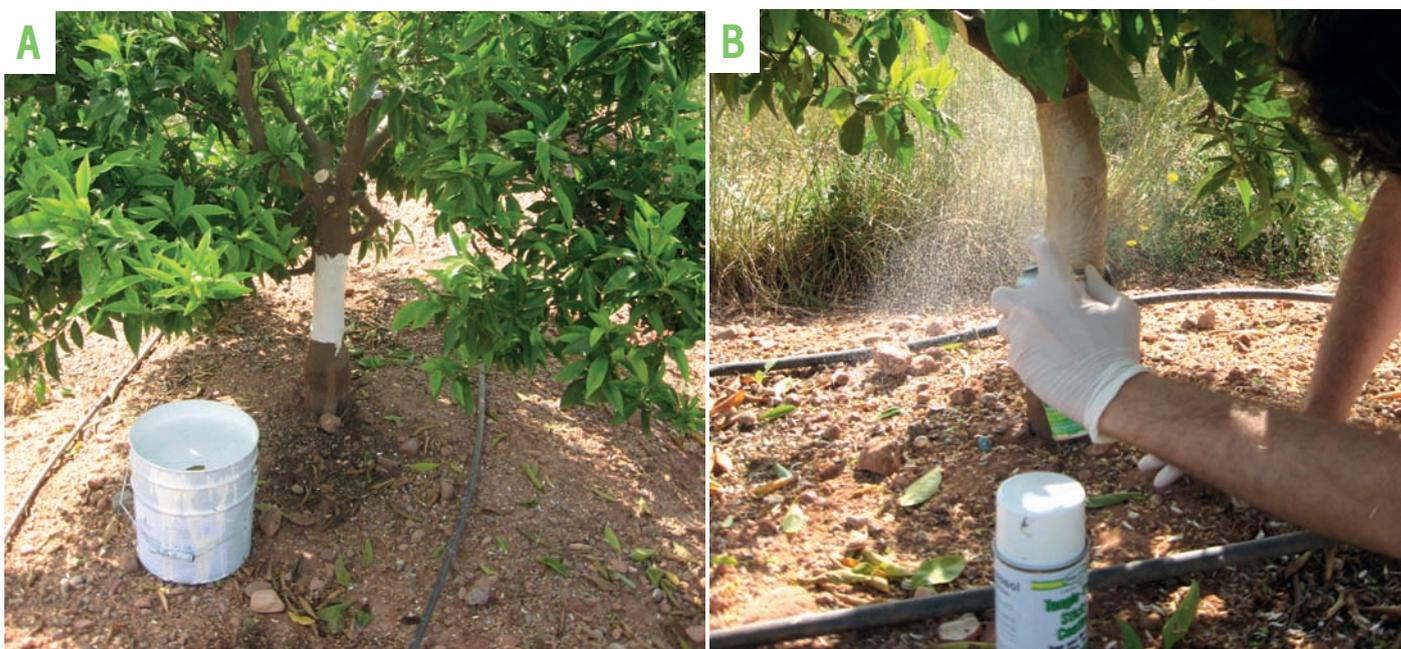


FOTO 3: Árboles de cítricos tras la aplicación de las diferentes barreras utilizadas: A) Inesfly IGR FITO® y B) Tangle-Trap®.

dejaron sin barreras (Fotos 3A y 3B). La actividad de las hormigas fue evaluada durante dos minutos contando el número de hormigas que transitaban por el tronco a través de una franja imaginaria de 15 cm de ancho.

En La Poba de Vallbona se contabilizaron un total de 3.352 hormigas. *Lasius grandis* fue la que mostró más actividad seguida de *P. pallidula* y *Formica rufibarbis* Fabricius (Gráfico 1). En esta misma parcela se observó también actividad de las especies *Camponotus sylvaticus* (Olivier, 1792) (18 hormigas) y *Plagiolepis schmitzii* (Forel, 1895) (8 hormigas). Este complejo de hormigas mostró un pico de actividad en verano y cesó en noviembre (Gráfico 2). Las aplicaciones mensuales de Tangle-Trap® y la única aplicación de Inesfly IGR FITO® en abril redujeron significativamente la actividad de hormigas desde el momento de su aplicación hasta septiembre. En este último mes, la actividad en los árboles tratados con Inesfly IGR FITO® aumentó y alcanzó niveles similares a los registrados en los árboles control donde no se habían aplicado barreras en el tronco. La hormiga más activa durante este mes fue *P. pallidula* (129 individuos) seguida por *F. rufibarbis* (29 individuos), mientras que la actividad de *L. grandis* fue casi nula (3 hormigas). La mayor presencia de estas dos especies frente a *L. grandis* en los árboles tratados con Inesfly IGR FITO® podría estar provocada por la exclusión previa de *L. grandis*. Dada esta situación, es probable que la aplicación de Inesfly IGR FITO® influya en la jerarquía de las comunidades de hormigas de cítricos.

En Bétera, *L. humile* fue la única especie encontrada con un total de 11.211 individuos contabilizados al final de las observaciones. *Linepithema humile* permaneció activa des-

de el inicio del estudio hasta diciembre, con una mayor actividad de julio a septiembre (Gráfico 3). Las barreras Tangle-Trap® e Inesfly IGR FITO® evitaron el tránsito de hormigas hacia la copa de los árboles. La exclusión de *L. humile* por Inesfly IGR FITO® en esta parcela fue prácticamente completa. En cambio, la barrera Tangle-Trap® no fue totalmente eficaz durante todo el periodo de estudio. Considerando la gran eficacia demostrada por la barrera insecticida Inesfly IGR FITO® en la exclusión de esta hormiga, y la per-

GRÁFICO 1 / Presencia (%) de las especies de hormigas encontradas desde abril hasta diciembre de 2009 en los árboles de la parcela de cítricos La Poba de Vallbona dominada por especies nativas de hormigas (Figura modificada de Juan-Blasco et al. 2011).



GRÁFICO 2 / Actividad estacional de la comunidad de hormigas presente en la copa de los cítricos, en árboles en los que se usaron las barreras Inesfly IGR FITO® y Tangle-Trap®, y en los que no se usó ningún tipo de barreras (control), durante 2009 en La Poba de Vallbona. La actividad de hormigas ascendiendo y descendiendo el tronco de los árboles durante dos minutos se presenta como media (± ES). Las flechas muestran el día en el cual se aplicaron las barreras (Línea continua = Inesfly IGR FITO®, línea discontinua = Tangle-Trap®) (ANOVA; test de Tukey; P < 0,05) (Figura adaptada de Juan-Blasco et al. 2011).

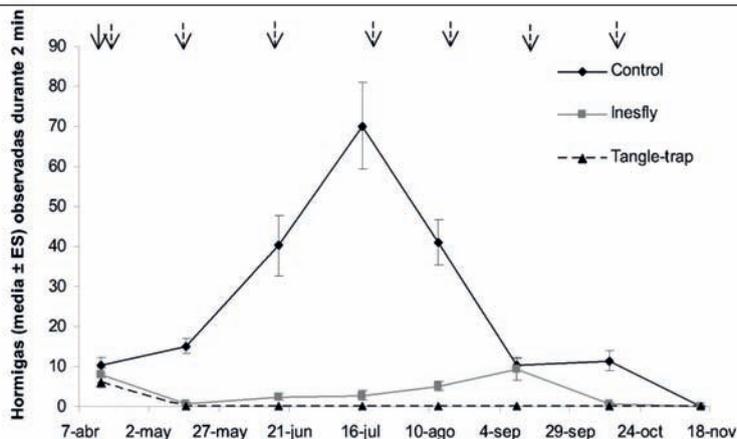
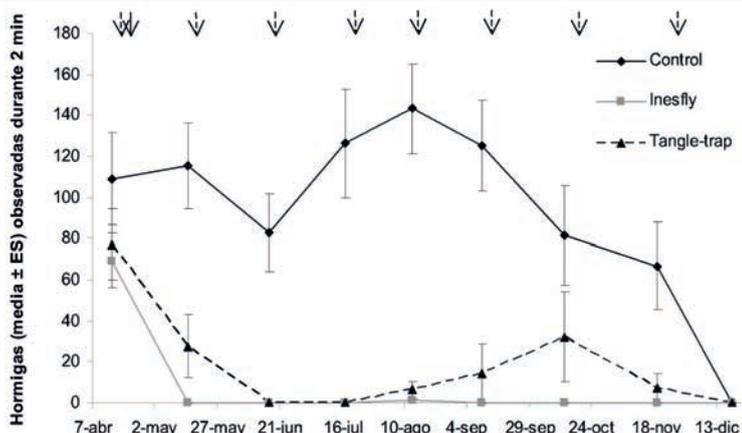


GRÁFICO 3 / Actividad estacional de *L. humile* en la copa de los cítricos, en árboles en los que se usaron las barreras Inesfly IGR FITO® y Tangle-Trap®, y en los que no se usaron barreras (controles) durante 2009 en Bétera. La actividad de hormigas ascendiendo y descendiendo el tronco de los árboles durante dos minutos se presenta como media (± ES). Las flechas muestran el día en el cual se aplicaron las barreras. (Línea continua = Inesfly IGR FITO®, línea discontinua = Tangle-Trap®) (ANOVA; test de Tukey; P < 0,05) (Figura adaptada de Juan-Blasco et al. 2011).



durabilidad de su efecto, su aplicación debería realizarse entre finales de febrero e inicios de marzo cuando la actividad de esta especie es todavía baja (Markin 1970).

Por último, el efecto de ambas barreras, la química Inesfly IGR FITO® y la física Tangle-Trap® fue inmediato, un mes después de la aplicación el tránsito de hormigas hacia las copas había desaparecido en las dos parcelas estudiadas. El efecto inmediato de este tipo de tratamientos supone una ventaja respecto a la extendida utilización de cebos cuyo modo de acción es mucho más lento.

El presente trabajo permite afirmar que la formulación microencapsulada Inesfly IGR FITO® es altamente eficaz en la exclusión de dos complejos de hormigas diferentes, comunes en nuestra región citrícola, que incluyen como especies dominantes a *L. grandis*, la hormiga más abundante en los cítricos mediterráneos (Alvis 2003; Vanaclocha *et al.* 2005; Cerdá *et al.* 2009), y a la hormiga argentina *L. humile*, especie invasora causante de graves problemas en los cítricos cultivados en climas mediterráneos (DeBach 1951; Vega y Rust 2001). Tal y como se ha descrito anteriormente, Inesfly IGR FITO® es una pintura insecticida en una formulación microencapsulada que proporciona la ventaja de liberación lenta de sus materias activas, clorpirifos y piriproxifén. Ambas materias han sido ampliamente utilizadas en la gestión de plagas agrícolas y su efectividad para el control de hormigas ha sido demostrada con anterioridad tanto en cítricos (Klotz *et al.* 2003) como en otros cultivos perennes (Banks y Lofgren 1991). De hecho, el organofosforado clorpirifos ha sido usado previamente como barrera repelente de *L. humile* aplicado tópicamente en troncos y en el suelo bajo la copa de los árboles (Moreno

TABLA 1 / Promedio (± ES) de escudos de *A. aurantii* por fruto y porcentaje de frutos clasificados como destrío según los umbrales establecidos (>3 y >10 escudos por fruto) en las dos parcelas de estudio, bajo los distintos tratamientos utilizados para la exclusión de hormigas (Tangle-Trap® y Inesfly IGR FITO®). Se realizó un análisis de varianza ANOVA. El porcentaje de frutos desechados se transformó ($z = \arcseno(x \cdot 0,5)$) previamente al análisis para aproximarlos a una distribución normal. Los valores seguidos por distintas letras dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (Test de Tukey (P< 0,05)).

Tratamiento	La Pobra de Vallbona			Bétera		
	Escudos/ fruto	Destrío (%) >3 escudos	Destrío (%) >10 escudos	Escudos/ fruto	Destrío (%) >3 escudos	Destrío (%) >10 escudos
Control	5,17 ± 1,20a	16,88 ± 3,29a	11,88 ± 2,88a	24,76 ± 1,60a	83,90 ± 4,29a	64,54 ± 4,47a
Tangle-Trap®	1,70 ± 0,40b	8,75 ± 1,56b	4,38 ± 1,44b	27,08 ± 2,42a	84,44 ± 3,70a	69,60 ± 5,82a
Inesfly IGR FITO®	0,89 ± 0,47b	4,58 ± 2,52b	2,50 ± 1,36b	30,55 ± 2,37a	86,09 ± 2,82a	73,59 ± 4,80a
F; qI; P	7,42; 2, 43; 0,0018	5,13; 2, 43; 0,01	5,48; 2, 43; 0,0078	1,74; 2, 31; 0,19	0,08; 2, 31; 0,93	0,78; 2, 31; 0,47

// DEBIDO A QUE LOS MUESTREOS SE REALIZARON MENSUALMENTE, NO ES POSIBLE SABER SI EL MODO DE ACCIÓN DEL MICROENCAPSULADO ES PRINCIPALMENTE UN EFECTO LETAL DE CHOQUE O SI EN CAMBIO FUNCIONA COMO REPELENTE //

et al. 1987). Debido a que los muestreos incluidos en este trabajo se realizaron mensualmente, no es posible saber si el modo de acción del microencapsulado es principalmente un efecto letal de choque o si en cambio funciona como repelente. Lo que sí se ha comprobado es que tanto *L. grandis* como *L. humile* abandonaron las entradas de hormigueros situadas en la base de los árboles tratados con Inesfly IGR FITO® y no las de aquellos que habían sido tratados con Tangle-Trap®. Es por lo tanto probable que las hormigas decidan abandonar la actividad en un árbol si detectan determinados estímulos de tipo químico. Estos estímulos podrían ser provocados directamente por el insecticida o por las propias hormigas como señal de alerta en respuesta al plaguicida (Costa *et al.* 2005). Es im-

portante señalar que en los árboles objeto de estudio no se observaron efectos fitotóxicos en el tronco ni en la copa.

¿INFLUYE LA EXCLUSIÓN DE HORMIGAS SOBRE EL NIVEL DE DAÑOS EN FRUTA POR *A. AURANTII*?

Dentro del estudio llevado a cabo por Juan-Blasco *et al.* (2011) también se determinó el efecto de la exclusión de las hormigas sobre el nivel de daños en fruta por *A. aurantii*. Sin embargo, estos datos no se habían publicado hasta la presente publicación. Para ello, en las dos parcelas se determinó el número de escudos de *A. aurantii* en 20 frutos por árbol (cuatro por orientación y cuatro del centro) de los bloques definidos anteriormente. Para determinar el porcentaje de frutos clasificados como des-

trío, se consideraron dos umbrales comerciales utilizados actualmente: uno conservador (> 3 escudos por fruto) (Vacas *et al.* 2009) y otro permisivo (> 10 escudos por fruto) (Costa-Comelles *et al.* 1999; Grafton-Cardwell *et al.* 2009).

El resultado de este muestreo en La Pobra de Vallbona, donde *L. grandis* fue la hormiga más activa, mostró que el promedio de escudos de *A. aurantii* presentes en fruto antes de la recolección fue significativamente inferior en los árboles donde hubo exclusión de hormigas mediante la aplicación de las barreras Tangle-Trap® e Inesfly IGR FITO® comparados con aquellos en los que no hubo exclusión (Tabla 1). A su vez, el porcentaje de fruta clasificada como destrío fue significativamente más bajo en los dos tratamientos de exclusión de hormigas que en el no tratado (Tabla 1). Como ya había sido demostrado por Pekas *et al.* (2010), este resultado confirma que la actividad de comunidades nativas de hormigas en cítricos aumenta los niveles poblacionales de *A. aurantii* en el momento de la cosecha.

En Bétera, donde *L. humile* fue la única hormiga presente, el número de cochinillas por fruto

en el momento previo a la cosecha fue similar en los tres tratamientos (**Tabla 1**). De la misma manera, el porcentaje de fruta clasificada como destrío fue también similar en los tres tratamientos. Esto probablemente fue debido a que en esta parcela, previamente a la aplicación de las barreras, los niveles poblacionales de *A. aurantii* eran ya muy elevados, quizás a su vez como consecuencia de la elevada presencia de *L. humile*. El nivel de infestación en fruto contabilizado en Bétera fue cinco veces superior al de La Pobla de Vallbona. Quizá un solo año de exclusión, ya sea mediante barreras físicas o químicas, no sea suficiente para reducir las poblaciones tan elevadas preexistentes de esta cochinilla (Moreno *et al.* 1987). Por esta razón sería necesario realizar estudios a largo plazo para poder ver el efecto de la exclusión de *L. hu-*

mile sobre las poblaciones de *A. aurantii* en cítricos.

PERSPECTIVAS FUTURAS EN LA EXCLUSIÓN DE HORMIGAS EN CÍTRICOS

Desde que Woglum y Borden (1921) desarrollaron un preparado a base de azufre que se aplicaba directamente sobre el tronco de los cítricos, son numerosas las barreras de tipo químico ensayadas y utilizadas para evitar el tránsito de hormigas desde el suelo a la copa de los árboles. A pesar de ello, durante la última década, la utilización de esta clase de barreras está cayendo en desuso. Este abandono ha sido debido principalmente a que su efectividad decae 2-3 meses después de su aplicación (Moreno *et al.* 1987; Tollerup *et al.* 2006) y, por lo tanto, no llega a cubrirse todo el periodo de ac-

tividad de las hormigas, que en los cítricos de áreas mediterráneas puede prolongarse durante más de nueve meses (Alvis 2003; Pekas *et al.* 2011). El presente trabajo permite afirmar que una sola aplicación de la formulación microencapsulada Inesfly IGR FITO® es altamente eficaz en la exclusión tanto de *L. grandis*, como de la especie invasora *L. humile*, que es la causante de graves problemas en los cítricos cultivados en climas mediterráneos (DeBach 1951; Vega y Rust 2001). Sin embargo, es necesario un estudio que incluya el efecto de estas barreras sobre los enemigos naturales y una mayor superficie para poner a punto el uso de esta barrera en nuestros cítricos. Finalmente, sería muy interesante desarrollar un microencapsulado que incluyera repelentes de hormigas en lugar de insecticidas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Aureli Marco y a Martín Llavador su ayuda en el manejo de las parcelas de cítricos, a Pablo Bru por el trabajo técnico, y al Dr. Jesús López Ferrer por el suministro de las pinturas insecticidas, además de por la colaboración técnica (Acuerdo 7717 of 12-09-2007 entre Industrias Químicas Inesba S.L. y el IVIA). Esta investigación fue financiada en parte por la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana. M. Juan-Blasco y P. Vanaclocha eran receptoras de una Beca Predoctoral del IVIA y A. Tena de un contrato Juan de la Cierva del Ministerio de Ciencia e Innovación.

BIBLIOGRAFÍA

Queda a disposición de los lectores en el correo electrónico redaccion@editorialagricola.com


naturalmente fresco

Grupo
G's España

Ctra. del Jimenado, Km 1
30700 Torre Pacheco (Murcia)

Tlf: (34) 968 188 600

Fax (34) 968 188 609

www.gsgrupo.com