

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASESORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N38

Noviembre 2009

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROL DE PLAGAS (I)

P03 Fundamentos y características generales de los métodos de control de plagas basados en el uso de feromonas y otras sustancias de comunicación **P08** Confusión sexual por carpocapsa en manzano y peral **P18** Confusión sexual en anarsia y grafolita **P22** Métodos alternativos aplicados a barrenadores de la madera: sesia y zeuzera **P28** La entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural**
www.gencat.cat/dar



PRESENTACIÓN



Jaume Sió i Torres
Subdirector General de Innovación Rural

La protección de los cultivos frente a las plagas y enfermedades que malogran las cosechas ha sido y es una preocupación fundamental en la producción de alimentos. La necesidad de reducir las pérdidas de cosecha ha incentivado la búsqueda y la innovación a lo largo de la historia de la humanidad. El desarrollo de productos fitosanitarios significó un avance importante en la protección de cultivos y en general, en la gestión de la sanidad vegetal. Esta nueva tecnología también comporta riesgos y peligros para la salud humana y el medio ambiente. Con el fin de minimizar estos efectos no deseables, se fueron desarrollando marcos normativos que los limitaran. En este proceso regulatorio ha sucedido que muchos de los productos fitosanitarios disponibles y básicos en muchos programas de control de plagas y enfermedades han sido prohibidos o muy limitados en su uso. Hay que mencionar también que, en muchos casos, la lucha basada únicamente en tratamientos con fitosanitarios tampoco daba la respuesta que deseaba el agricultor y la sociedad. Por este motivo, ya hace mucho tiempo se impulsó el desarrollo de métodos de control integrado de plagas y buscando métodos alternativos o complementarios a los productos fitosanitarios de síntesis.

La utilización de los métodos alternativos puede dar respuesta a las necesidades del agricultor y a la demanda de la sociedad sin embargo, para lograr los resultados deseados, hace falta que se modifiquen las estrategias actuales, avanzando hacia métodos de control integrado a nivel de finca y con planteamientos más globales a nivel territorial. Estos tipos de métodos son más efectivos si se emplean en superficies más grandes, hecho que comporta que se establezcan programas que agrupen agricultores y a la vez, que se integren diferentes actores de la cadena del conocimiento: la investigación (universidad, IRTA y otros centros), el asesoramiento (ADV, entidades de asesoramiento y otros profesionales), las empresas tecnológicas, la administración y el sector.

Los artículos que configuran este Dossier Técnico reflejan los avances en el desarrollo de métodos alternativos de control en algunas plagas claves del cultivo de frutales. Ahora bien, como pasa en todos los ámbitos del conocimiento, este Dossier recoge los métodos hoy disponibles, que bien seguro se ampliarán en un futuro próximo, fruto de los trabajos que se llevan a término por parte de los muchos y buenos profesionales de la sanidad vegetal.

Finalmente, quiero expresar mi satisfacción personal y mi reconocimiento a mucha gente que ha trabajado intensamente durante los últimos 25 años, para que aquellas ideas y primeras experiencias sean ahora una realidad en nuestro país. En estos momentos, hablar de métodos de confusión sexual, captura masiva, cebos, se ha convertido en el día a día de muchos de nuestros agricultores que, con una visión abierta y colaboradora, han sido y son la base que ha hecho posible este éxito colectivo.

Dossier Técnico. Núm. 38
"Métodos Alternativos de control de plagas (I)"
Noviembre de 2009

Edición
Dirección General de Alimentación,
Calidad e Industrias Agroalimentarias.

Consejo de Redacción
Joan Gené Albesa, Ramon Lletjós Castells, Joaquim Porcar Coderch, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Joan Barniol Garriga, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Prensa), Joan S. Minguet Pla y Josep M. Masses Tarragó.

Coordinación
Josep Maria Masses Tarragó.

Producción
Teresa Boncompte Ribera, Josep Maria Masses Tarragó y Annabel Teixidó Martínez.

Corrección y asesoramiento lingüístico
Joan Ignasi Elias Cruz.

Grafismo y maquetación
What's on

Impresión
El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 y EMAS)
Papel 50% reciclado y 50% ecológico.

Coordinación y traducción de la versión en castellano
TRAGSATEC
La versión en castellano de este número de Dossier Técnico, es fruto de la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino con el Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural de la Generalitat de Catalunya.

Depósito legal
B-16786-05
ISSN: 1699-5465
NIPD: 770-10-014-0

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores. DOSSIER TÉCNIC no se identifica necesariamente. Se autoriza la reproducción total o parcial de artículos citando la fuente y el autor.

DOSSIER TÉCNIC se distribuye gratuitamente. Pueden pedir más ejemplares en la dirección: dossier@ruralcat.net

Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural
Gran Vía de las Cortes Catalanas, 612, 4a planta
08007 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Más recursos, enlaces y la versión electrónica en la Web de RuralCat
www.ruralcat.net

Foto portada:
Autor: Ramon Torà

Agradecimientos
La consecución de los resultados que aparecen en los artículos de este dossier no se habrían podido obtener sin la inestimable participación y colaboración de los técnicos de las Agrupaciones de Defensa Vegetal, de los técnicos colaboradores, de los productores, y de las empresas productoras y distribuidoras del material utilizado para la lucha alternativa contra plagas. Asimismo, para el desarrollo de los seguimientos y ensayos ha resultado fundamental la financiación aportada por parte del Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural de la Generalitat de Catalunya, y del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

FUNDAMENTOS Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MÉTODOS DE CONTROL DE PLAGAS BASADOS EN EL USO DE FEROMONAS Y OTRAS SUSTANCIAS DE COMUNICACIÓN



Adulto de *Zeuzera*. Foto: J. Avilla

01 Introducción

La historia moderna del control de plagas empieza con el descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT (diclorodifenil-tricloroetano) y la extensión de su uso tras la Segunda Guerra Mundial. El éxito logrado potenció la investigación de nuevas sustancias con propiedades insecticidas, de forma que poco después ya se disponía de insecticidas que pertenecían a varias familias químicas: organoclorados (como el mismo DDT), organofosfatos (década de los años 50) y carbamatos (década de los años 60). Actualmente, ya hay muchas más familias químicas de productos fitosanitarios, y la lucha química es la herramienta de control de plagas más utilizada en cualquier parte del mundo. Sin embargo, poco después de haber empezado su aplicación, se levantaron voces denunciando el peligro derivado de su uso, tales como su toxicidad para humanos, para la fauna y para el medio ambiente. Las mismas plagas dieron otra razón para ser cuidadosos en el uso de plaguicidas: las primeras poblaciones resistentes a los plaguicidas no tardaron en aparecer. A co-

mienzos de los años 90, la Comisión Europea decidió que todos los productos fitosanitarios pasaran por un nuevo proceso de registro, más exigente. La directiva comunitaria 91/414 CEE supuso desde su entrada en vigor la revisión de todos los productos fitosanitarios (insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas y otros), con el fin de unificar los criterios de autorización en todos los países que forman la Unión Europea. Esta directiva ha sido la responsable de la eliminación de muchos productos plaguicidas, lo cual implica que el control de algunas plagas en un futuro próximo sea más complicado, pero que impulsará sin duda la aplicación de técnicas de control de plagas más respetuosas con la salud humana y el medio ambiente.

La búsqueda de otros métodos de control de plagas no se paró completamente en ningún momento. La lista es extensa y se incluye el uso de técnicas de cultivo (control cultural), de plantas resistentes o tolerantes a los ataques de las plagas (resistencia vegetal y tolerancia vegetal), de enemigos naturales (control biológico), de patógenos de las plagas (control microbiano),

de sustancias que controlan o que interfieren el comportamiento de los individuos (control etológico) o incluso, de individuos estériles de la misma plaga (control autocida). De todas estas alternativas, el presente Dossier trata de los métodos de control etológico, que se basan en el uso de sustancias de comunicación entre individuos, o sus análogos: confusión sexual, captura en masa, atracción y muerte o esterilización y otros métodos en proceso de desarrollo. De forma adicional, trata también del control microbiano, puesto que se utiliza de forma combinada con los mencionados.



La peligrosidad para los humanos y el medio ambiente de los métodos no químicos de control de plagas es más baja que la de los plaguicidas.



Foto 1. Larva de carpocapsa infectada por el virus de la granulosis. Foto: J. Avilla



Foto 2. Larva de Zeuzera atacada por hongos entomopatógenos. Foto: J. Avilla

El porqué del tratamiento tan especial hacia este tipo de métodos lo debemos buscar principalmente en su nula o baja peligrosidad, tanto para los humanos como para el medio ambiente. Por otra parte, cada vez más son métodos de lucha mejor contrastados, que generan más confianza para su utilización y que son más populares. La necesidad de hablar de estas herramientas es pues cada vez más evidente

02 El control microbiano

El control microbiano consiste en el uso de patógenos de las plagas, que son microorganismos causantes de enfermedades, o también de sus productos. Los microorganismos utilizados son principalmente, virus (Foto 1), bacterias y hongos (Foto 2). Los virus, las bacterias y los hongos de insectos sólo atacan insectos, de forma que el riesgo de provocar una enfermedad en cualquier otro animal es nulo. Incluso, algunas especies son muy específicas y solo atacan a un grupo de pocas especies de plagas. Los patógenos de insectos se pueden utilizar de varias maneras, pero la más frecuente es aplicarlos como los insecticidas convencionales, con la misma maquinaria. Esto es posible porque se han desarrollado métodos de multiplicación y formulación



La confusión sexual, la captura en masa y la atracción y muerte se basan en el uso de productos que los insectos usan para comunicarse.

de los patógenos. Los productos insecticidas a base de microorganismos o bien de sus productos suelen recibir el nombre de bioinsecticidas.

Recientemente, se ha autorizado en cultivos frutales el primer bioinsecticida a base de un hongo (*Beauveria bassiana*), para el control de moscas de la fruta y de psila, entre otras plagas. En el caso de las bacterias, ha registrado bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis* para su uso contra orugas defoliadoras (lepidópteros). Sin embargo se utilizan muy poco porque su eficacia no es en general suficiente. En el caso de los virus, hay dos formulaciones del virus de la granulosis de carpocapsa (CpGV), que constituyen una herramienta de control a tener en cuenta en un programa de control integrado. El virus de carpocapsa actúa sobre larvas por ingestión, y es muy eficaz; bastan pocas partículas del virus para provocar la muerte de la larva (Foto 1). Aun así, la rapidez de su acción depende del número de partículas ingeridas, lo cual es muy importante en una especie como la carpocapsa, que daña directamente el fruto. Es muy específico para larvas de carpocapsa, de forma que su efecto sobre la fauna útil es muy escaso y sobre el hombre, nulo. Su persistencia está condicionada sobre todo por la radiación solar, puesto que las partículas del virus son desactivadas por dicha radiación.

03 Las sustancias de comunicación de los insectos

El mundo olfativo de los insectos es mucho más grande que el nuestro. Los insectos utilizan una gran variedad de compuestos químicos para comunicarse entre ellos y con el medio que los rodea. Gracias a sus antenas, son capaces de

detectar cantidades muy pequeñas en el ambiente, seguir el rastro del olor y encontrar la fuente de su emisión. Cuando una sustancia química es utilizada por individuos de la misma especie para comunicarse entre ellos se denomina feromona. Una feromona puede servir entre otras cosas, para que un macho encuentre a una hembra (feromona sexual; en algunas especies, son los machos los que emiten la feromona sexual), para que una hembra avise a machos y hembras para acudir a un cultivo (feromona de agregación), para que un individuo avise a un grupo de que es mejor irse (feromona de alarma) o de que una hembra avise a otros de que una fruta ya está ocupada (feromona de marcaje). En muchas ocasiones, una feromona es un conjunto de sustancias químicas en unas proporciones determinadas, no una única sustancia. Aun así, una de las sustancias está en mayor cantidad que el resto y se denomina componente mayoritario. Los insectos también utilizan olores para detectar a su huésped, sea una planta (como en el caso de una plaga) o una presa (como en el caso de un depredador) o su fuente de alimentación. En el transcurso de la investigación, se han encontrado sustancias que no se encuentran en el medio de una especie, pero que también tienen un poder de atracción sobre los individuos; son denominados de manera general, atrayentes. Por lo tanto, las feromonas son también, atrayentes.

Las feromonas y los atrayentes son muy utilizados en control de plagas para conocer lo que quiere el adulto, pero de este tema no trataremos en este dossier. Su uso en métodos de control de plagas se concreta principalmente en la confusión sexual, la captura en masa, la atracción y muerte y la atracción y esterilización.

04 La confusión sexual

El objetivo de la confusión sexual es evitar el encuentro de machos y hembras y por lo tanto, su apareamiento y la puesta de huevos fértiles. La idea inicial es tan sencilla como genial: en un ambiente cargado de un olor determinado es casi imposible detectar la o las fuentes de su emisión. Por lo tanto, si se consigue que en la parcela haya una concentración de feromona suficientemente alta y uniforme, el olor emitido por las hembras quedaría escondido y los machos no podrían encontrarlas. Esto parece relativamente fácil en un ambiente cerrado, pero no tanto en un campo de manzanos. Una segunda idea se añadió después: si en el cultivo hubiera una gran cantidad de "superhembras", fuentes que emitieran una cantidad de feromona más grande que la de las hembras normales, los machos seguirían las pistas producidas por las "superhembras", y nunca encontrarían una hembra normal. De hecho, no siempre está bien claro cual de las dos posibilidades es la que está actuando, pero lo que importa es que el método funciona.

En definitiva, la confusión sexual consiste en distribuir en la parcela de la manera y en el lugar apropiado, un número determinado de fuentes de feromona: los difusores (Foto 3). El número de difusores depende de cada especie y de la tecnología desarrollada, como veremos en los capítulos siguientes. En la mayoría de los casos, el difusor son piezas de caucho de plástico o de membranas (son los difusores convencionales) y están cargados con la feromona o más frecuen-

temente, sólo con su componente mayoritario. Hay también otros tipos de confusión sexual: los difusores controlados (Foto 4), la feromona micro-encapsulada (Foto 5) y la autoconfusión (Foto 6).

Dado un buen difusor convencional de confusión sexual, es decir, un difusor que emita la cantidad de feromona necesaria durante todo el periodo de tiempo necesario, lo cual es una cuestión técnica, el éxito de la confusión sexual depende de un conjunto de factores que se deben tener muy en cuenta. Pueden variar de una especie a otra pero en general, son los siguientes:

- El momento de colocación de los difusores. Los difusores se deben colocar antes del inicio del vuelo de los adultos, para evitar los emparejamientos desde el principio.
- El lugar de colocación de los difusores. Los difusores se deben colocar en un lugar específico del árbol, que depende de la especie.
- La distribución de los difusores. Se debe prestar especial atención a los bordes, a las fuentes de infestación próximas y a la dirección de los vientos dominantes.
- La inmigración de hembras emparejadas. Como el método no mata los individuos, las hembras inmigrantes podrán poner huevos. Para minimizar la posibilidad de inmigración es necesario:
 - que la superficie de confusión esté aislada,
 - que no existan focos de infestación próximos,
 - que la superficie de confusión sea lo más grande posible,
 - que se protejan especialmente los bordes de la plantación.



Las características de la confusión sexual hacen necesario que la lucha sea colectiva y, por lo tanto, que necesite de la colaboración de los agricultores que comparten la misma zona de cultivo.

- Las características de la plantación. Es mejor que la plantación tenga una forma regular, que sea uniforme y que sea plana.
- La densidad de la población de la plaga. Si la densidad es demasiado alta, la mayor probabilidad de que los machos encuentren las hembras por azar puede hacer fracasar el método.

La mejor estimación de la eficacia de la confusión sexual es la cantidad de daños en el momento de la cosecha. Aun así, este momento es demasiado tardío si el éxito no ha sido el deseado. Debemos disponer de herramientas que nos permitan conocer la evolución de la plaga y la eficacia del método durante la campaña. Para la primera cuestión, no podemos utilizar las trampas de feromonas convencionales, puesto que los difusores de muestras no emiten la suficiente cantidad de feromona. Se utilizan trampas con difusores cargados con una cantidad de feromona más grande (10 ve-



Foto 3. Difusor convencional de confusión sexual. Foto: R. Torà



Foto 4. Difusor de confusión sexual de liberación controlada. Foto: R. Torà



Foto 5. Microcapsula de confusión sexual. Foto: R. Torà

ces la cantidad normal) o difusores con feromona más otros atrayentes, como veremos más adelante en el caso concreto de carpocapsa. Si conocemos la relación entre las capturas en estas trampas y las pérdidas que causan, podremos decidir si hay que tomar una medida de control complementaria o no. Para la segunda cuestión, es necesario realizar recuentos de frutos atacados.

Además de los difusores convencionales, hay tres maneras de aplicar confusión sexual: los difusores controlados, la feromona microencapsulada y la autoconfusión. Los difusores controlados emiten una cierta cantidad de feromona cada cierto tiempo y en momentos determinados del día, lo cual permite ahorrar feromona y emitirla en los momentos de máxima actividad de los individuos. La densidad de difusores por hectárea es mucho más pequeña que en el caso de los convencionales. En la



Foto 6. Unidad de control de autoconfusión. Foto: R. Torà

microencapsulación, la feromona está en microcápsulas muy pequeñas, que se adhieren al cultivo y emiten la feromona. Se aplica mediante pulverización y tiene una duración de 1-2 meses. En la autoconfusión, los machos son atraídos a trampas donde son contaminados por la feromona adherida a un polvo electrostático. Los machos se convierten así en emisores móviles de feromona.

El coste de la confusión sexual es todavía más elevado que el de los tratamientos químicos, puesto que hasta ahora el tiempo de colocación es elevado. La confusión sexual es un método de control específico, puesto que sólo afecta a la especie de la plaga teniendo una toxicidad para animales y ambiental baja. Es eficaz contra poblaciones de la plaga que hayan desarrollado resistencia a insecticidas y es compatible con otros métodos de control como el control biológico contra otras plagas.

05 La captura en masa

La captura en masa consiste a capturar el número suficiente de individuos, normalmente los adultos, de una población con el fin de mantenerla por debajo del umbral de tolerancia. Este objetivo se consigue mediante la distribución en la parcela de un número determinado de trampas provistas de un cebo y de un sistema para evitar el escape de los individuos capturados. La forma de la trampa utilizada depende de la especie plaga, aunque hay algún tipo de trampa como la trampa de tipo "embudo", que se puede utilizar para varias especies (Foto 7). La trampa denominada "mosquer", en sus diferentes formas (Foto 8), se utiliza para la captura en masa de moscas de la fruta, como se explicará en el dossier correspondiente.

El cebo es un atrayente; bien una feromona sexual o de agregación, un atrayente sexual o



Foto 7. Trampa de captura en masa del tipo "embudo", utilizada para varias especies de plagas. Foto: J. Avilla



Foto 8. Trampa de captura en masa del tipo "mosquer", utilizada para moscas de la fruta. Foto: R. Torà



Foto 9. Trampa de captura en masa del tipo "mosquer" y difusores de los atrayentes. Foto: R. Torà

un atrayente alimentario. Si el atrayente es una feromona sexual, solo se capturan los individuos del sexo que responde a ésta, normalmente los machos. Aun así, como un macho es capaz de aparearse con varias hembras, es necesario capturar un porcentaje muy alto de los mismos antes de que puedan emparejarse, para que el método tenga éxito. Si el atrayente es una feromona de agregación, los individuos de los dos sexos serán capturados. No hay por el momento ningún ejemplo de utilización de la feromona de agregación de una especie plaga de frutales. Si se utiliza un atrayente alimentario, también se capturarán ambos sexos, y además, individuos de otras especies como determinados enemigos naturales, puesto que el atrayente alimentario no es específico.

Para evitar el escape de los individuos capturados se utiliza una pastilla de insecticida (Foto 9). Hasta ahora el más frecuente era el diclorvos, pero este no será registrado y, por lo tanto, se están buscando otras posibilidades.

El momento de colocación de las trampas es muy importante. Se deben colocar antes de la emergencia de los adultos. En cuanto al número de trampas por hectárea, varía entre 6 y 12 para plagas como *Sesia* y *Zeuzera* y entre 50 y 75 para *Ceratitis*.

06 La atracción y muerte y la atracción y esterilización

La atracción y muerte consiste en la distribución en el cultivo de un cierto número de puntos que contienen un atrayente y un insecticida (Foto 10). Se puede considerar, por tanto, una forma de

captura en masa, pero el número de puntos de emisión es mucho más grande que el número de trampas. El atrayente puede ser nuevamente una feromona u otro tipo, de forma que se atraerán y por lo tanto morirán, los individuos de la plaga de uno de los dos sexos. El insecticida puede tener efecto por inhalación o por ingestión y contacto. En este último caso, el atrayente debe ser un atrayente alimentario, para que los individuos ingieran el insecticida. La atracción y muerte tiene la ventaja de poder ser utilizada en parcelas donde no se pueda emplear confusión sexual, por ejemplo por su forma. Uno de los inconvenientes es el coste de distribución de los puntos de emisión.

La atracción y esterilización combina el uso de un atrayente y de un insecticida que esteriliza los individuos, pero no los mata (Foto 11). La aparición de estos individuos estériles, machos y hembras, no da lugar a ninguna descendencia. Parece algo absurdo atraer los individuos y esterilizarlos en lugar de matarlos, pero la reducción de la población que se consigue esterilizando es más grande que matando.

En los dos casos, hay ventajas importantes en la manera de utilizar el plaguicida, en relación con la manera convencional; la deriva es prácticamente nula, los residuos en fruta son prácticamente inexistentes y el efecto sobre enemigos naturales y otros insectos se reduce mucho.

07 Otros métodos en desarrollo

El uso de las feromonas de alarma de los pulgones es una de las posibilidades del futuro próximo. La primera idea -utilizar las feromonas en

polvo con el fin de provocar la dispersión de los individuos- ha sido sustituida por la producción de plantas genéticamente modificadas capaces de producir ellas mismas la feromona de alarma.

Se conoce desde hace tiempo la feromona de marcaje de fruta que utiliza la mosca de la cereza para evitar que otra hembra ponga un huevo en la misma cereza en que lo ha hecho ella. Pronto se comprobó el uso en campo, con el fin de marcar todas las cerezas. Los resultados fueron buenos, pero la persistencia de la feromona aplicada en el campo es muy pequeña como para su aplicación comercial.

08 Autores



Jesús Avilla Hernández
 Área de Protección de Cultivos,
 Centro UDL-IRTA de R+D. Universidad de Lleida
 Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
jesus.avila@irta.cat



Dolores Bosch Serra
 Área de Protección de Cultivos,
 Centro UDL-IRTA de R+D. IRTA
 Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
dolores.bosch@irta.cat



María José Sarasúa Saucedo
 Área de Protección de Cultivos,
 Centro UDL-IRTA de R+D. Universidad de Lleida
 Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
mariajose.sarasua@irta.cat



Foto 10. Unidad de control de la atracción y muerte M4. Foto: R. Torà



Foto 11. Unidad de control de la quimioesterilización ADRESS. Foto: R. Torà

CONFUSIÓN SEXUAL PARA CARPOCAPSA EN MANZANO Y PERAL



Foto 1. Manzana atacada por carpocapsa. Foto: R. Torà

01 Problemática general de la plaga

En Cataluña se cultivan actualmente unas 13.000 ha de manzano y unas 16.000 ha de peral. Estos cultivos tienen entre sus principales problemas la acción de la carpocapsa, de nombre científico *Cydia pomonella* (L.), que puede llegar a producir pérdidas importantes en la producción, puesto que tiene una presencia continua, de abril a septiembre, en las zonas frutales catalanas y produce daños directos al

fruto (Foto 1). Otros cultivos que también se ven afectados por la plaga son el membrillero y el nogal, aunque con una problemática menor por la poca superficie que ocupan.

Los daños que puede llegar a producir esta plaga pueden suponer la pérdida completa de la producción aunque la situación más habitual en las explotaciones es la asunción de un cierto nivel de daños por un control insuficiente de los tratamientos químicos.

Tradicionalmente, la forma de controlar la carpocapsa ha sido la lucha química mediante la aplicación de insecticidas, pero a causa de los factores comentados en la introducción, se está produciendo una reducción del número de sustancias activas y por lo tanto de productos comerciales disponibles para su control.

Los ensayos de estos últimos años de aplicación de técnicas biotecnológicas relacionadas con la utilización de feromonas, fundamentalmente métodos de confusión sexual, han

permitido reducir los niveles poblacionales y el número de tratamientos insecticidas aplicados para su control en las zonas de ensayo. Al mismo tiempo han permitido demostrar que se puede enfocar la lucha contra esta plaga de una forma colectiva en zonas relativamente extensas (Figura 3), haciéndola así viable no solo en superficies grandes y regulares, sino también en las más pequeñas. Actualmente el método de confusión sexual se está aplicando de forma combinada con los tratamientos químicos siempre que sean necesarios. Se demuestra en estudios recientes que mediante este método se produce una reducción clara del número de tratamientos por campaña, pasando de los 14-16 a los 3-5, lo cual supone una disminución muy importante del impacto de insecticidas sobre el medio ambiente. Además, están apareciendo en el mercado herramientas adicionales que la apoyan, como la lucha contra el virus de la granulosis, que hacen todavía mayor el respeto por el medio ambiente y la seguridad tanto de los alimentos obtenidos como de los aplicadores de los tratamientos.



La carpocapsa es de las plagas que provocan más problemas en plantaciones de manzano en algunos casos hasta el punto de producir la pérdida completa de la producción.

02 Ciclo biológico de la carpocapsa

Cuando se estudia la forma de controlar una plaga, es fundamental el conocimiento de su ciclo biológico.

En las zonas frutícolas de Cataluña la carpocapsa se presenta con tres generaciones anuales, aunque su ciclo evolutivo varía según la zona de que se trate. De estas tres generaciones, las dos primeras son completas y la tercera es más o menos incompleta en función de las condiciones climáticas de la zona y el año. Esto quiere decir que no todos los individuos de la segunda generación completarán el ciclo en la misma campaña, sino que una parte lo hará en la campaña siguiente. Un porcentaje de la población de cada una de las generaciones no evolucionarán a adulto, sino que permanecerán en forma de oruga invernando (Foto 2), y completará su desarrollo el siguiente año para dar lugar a un nuevo ciclo y a nuevas infestaciones en las parcelas.

La velocidad de desarrollo de cada una de las generaciones depende de las condiciones ambientales, pero sobre todo de las temperaturas. La temperatura actúa acelerando o retardando el metabolismo de la plaga, lo que se traduce en un aumento o en una disminución del tiempo que dedica a cada fase de su desarrollo. Las temperaturas y las condiciones ambientales también condicionan los hábitos de vuelo de los adultos.

El ciclo teórico de la carpocapsa se determina gracias a un parámetro relacionado con la temperatura, los grados día, definidos como la cantidad de calor que un organismo necesita para el desarrollo de una fase determinada de su ciclo. Numéricamente, un grado día es igual a un grado medido entre los umbrales de desarrollo superior e inferior de la plaga durante 24 horas. Cuando se quiere conocer en qué momento de su ciclo se encuentra la plaga, se han de observar los datos de temperatura proporcionados por una estación climática situada en una zona representativa, y determinar el número de grados día acumulados.

Para determinar y conocer en cada momento el nivel del vuelo de la carpocapsa, se colocan trampas de seguimiento (también denominado "monitoreo") (Foto 8), constituidas por una estructura exterior (trampa delta), una bandeja engomada que hace que los insectos queden atrapados y un difusor para atraer a los adultos. Las trampas, colgadas en el tercio superior del árbol y distribuidas por la finca uniformemente o bien en los puntos críticos si hay alguno, se han de observar semanalmente, y en función del número de capturas que se registran se puede saber si ha empezado el vuelo o bien cuándo se ha logrado el máximo de una determinada generación. A partir de esta información se deben tomar las decisiones técnicas oportunas.

La carpocapsa pasa el invierno, generalmente, protegida en las grietas del tronco de los



La combinación de la confusión sexual con los tratamientos químicos ha permitido reducir de forma muy clara el número de tratamientos contra carpocapsa y su impacto sobre el medio ambiente.



De una parte de la segunda y del total de la tercera generación de carpocapsa saldrán las orugas invernantes que completarán su ciclo al año siguiente para dar lugar a nuevas infestaciones en las parcelas.

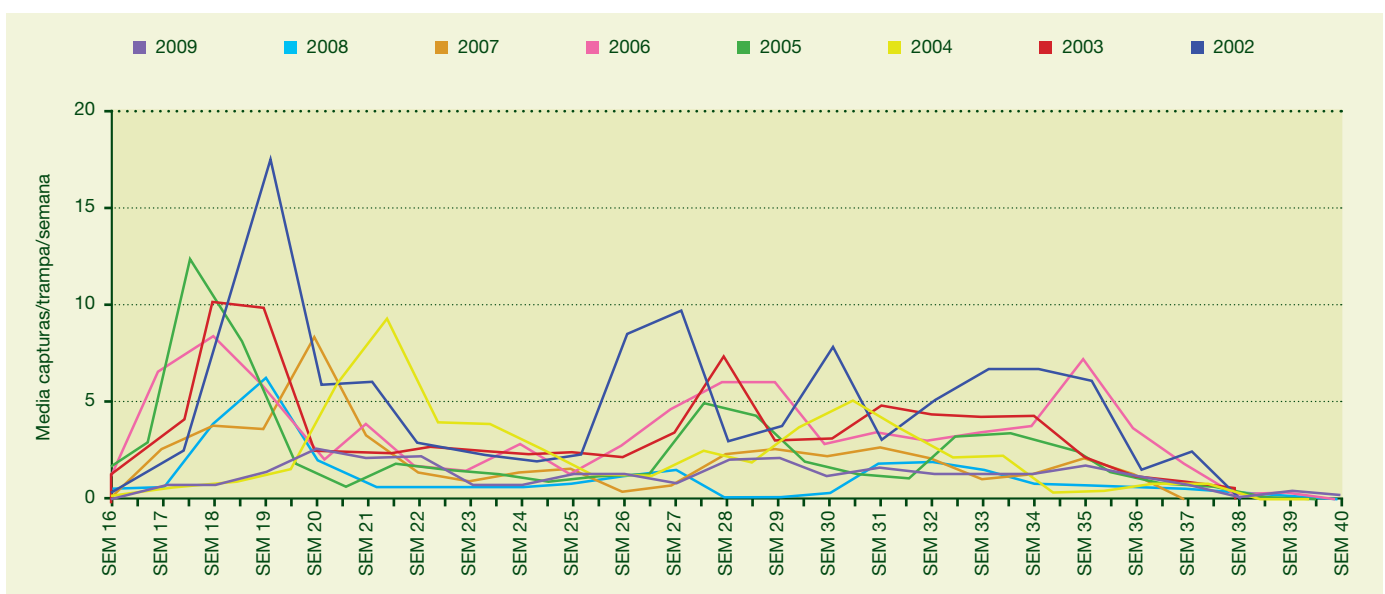


Figura 1. Media de capturas de adultos de carpocapsa por trampa y semana (campañas 2002-2009).



Foto 2. Larva invernante de carpocapsa. Foto: R. Torà



Foto 3. Adulto de carpocapsa. Foto: R. Torà



Foto 4. Huevo de carpocapsa. Foto: R. Torà



Foto 5. Larva de primer estadió de carpocapsa. Foto: R. Torà



Foto 6. Larva de carpocapsa en el interior de la galería que ha realizado en una manzana. Foto: J. Avilla



Foto 7. Crisálida de carpocapsa. Foto: J. Avilla



Foto 8. Trampa delta. Foto: R. Torà

frutales, en forma de oruga completamente desarrollada.

La oruga permanece en condiciones de diapausa hasta que las condiciones ambientales son favorables para iniciar la crisalidación (Foto 7). La salida de la diapausa tiene lugar antes de que las condiciones ambientales sean favorables para iniciar la pupación. La emergencia de los adultos (Foto 3) de la primera generación se produce generalmente alrededor de mediados del mes de abril, variando este inicio del vuelo en función de las temperaturas alcanzadas. El inicio del vuelo se determina mediante la acumulación de 400 grados día proporcionados por una fórmula bioclimática desde el día 1 de enero y se confirma mediante las capturas en las trampas de seguimiento del vuelo. La fórmula bioclimática utilizada establece que la cantidad diaria acumulada es la diferencia entre la T^a máxima y 10°C siempre que la T^a media sea superior a 10°C .

Esta primera generación de carpocapsa vuela hasta mediados o finales del mes de junio y logra su máximo a mediados de mayo. Generalmente este máximo es superior al de las otras dos generaciones. Los adultos de la primera generación hacen la puesta (Foto 4) generalmente sobre hoja. Las orugas surgidas de los huevos (Foto 5) producen daños sobre los frutos, puesto que los mordisquean y penetran con la cabeza en su interior formando una galería (Foto 6). El desarrollo se acaba cuando la oruga sale del fruto para realizar la crisalidación, dando lugar a los adultos de la segunda generación.

En nuestras latitudes, el vuelo de la segunda generación de carpocapsa tiene sus inicios entre mediados y finales del mes de junio, y se extiende hasta principios o mediados del mes de agosto, logrando su máximo hacia mediados de julio. Esta generación es más corta que la primera, porque el ciclo se acelera por las altas temperaturas. El inicio del vuelo de segunda generación coincide aproximadamente con los 600 grados día acumulados por encima de 10°C desde el inicio del vuelo del año.

La tercera generación de carpocapsa empieza a volar tras 1.200 grados día acumulados desde el inicio del vuelo del año. Este momento se produce generalmente alrededor de mediados de agosto. Tal y como se ha indicado, no es una generación completa, puesto que un porcentaje de las orugas permanece en diapausa. Todas las larvas procedentes de la tercera generación que completen su desarrollo entrarán en diapausa y pasarán el invierno (Foto 2).

03 Materiales utilizados para confusión: difusores, cargas, duración y otros factores

Entre las características más importantes que debe reunir un buen difusor de confusión sexual, destaca la de tener una duración suficiente para conseguir que su efecto perdure durante toda la campaña y que este efecto sea el más homogéneo posible, con la liberación de cantidades de feromona muy parecida cada día, independientemente de las condiciones climáticas. Otras características que también resultan interesantes son la facilidad de colocación y su inocuidad sobre el medio una vez acabada su función.

Es necesario que los difusores ya estén colocados cuando empieza el vuelo de carpocapsa y su efecto se debe mantener hasta el momento de realizar la cosecha. La colocación de los difusores se realiza en el tercio superior del árbol, puesto que es en esta zona donde se produce la máxima actividad de vuelo de la plaga, y la máxima protección posible del sol directo. La distribución de los difusores en campo debe ser homogénea en el interior de la parcela y es muy importante para mejorar la eficacia del método, reforzar los márgenes de la zona de confusión, de forma que la densidad de difusores del margen sea el doble que la del interior. Los márgenes de la zona de confusión son los puntos débiles del método debido a los individuos que vienen de fuera de la parcela y también a los movimientos de la nube de feromona provocados por las corrientes de aire, carreteras, acequias, ríos, etc.

Hay varios tipos de difusores (Foto 9) de los cuales se ha comprobado su eficacia mediante ensayos realizados durante los últimos años. Estos difusores son Isomate C Plus (ShinEtsu Chemical Co. Ltd), Checkmate (Suterra), y Gynko (ShinEtsu Chemical Co. Ltd). Durante estos últimos años se han ensayado también otros tipos de difusores como el Nomate (Scentry Biologicals Inc.) y el Rak 3-R (BASF). Si bien el material comercializado se encuentra en una evolución constante, es conveniente comentar las características de cada difusor:

- Isomate C plus: Difusor caracterizado por su morfología de alambre de color rojo, que presenta una carga asegurada de feromona sintética de 190 mg, con una duración teórica de 180 días, esto significa que en condiciones óptimas aguanta toda la campaña y no se debe hacer una segunda colocación. Mediante



Para conocer en cada momento el estado del vuelo de la carpocapsa, se colocan trampas de seguimiento ("monitoreo"), constituidas por una estructura exterior (trampa delta), una bandeja engomada que hace que los insectos queden atrapados y un difusor atrayente de adultos.



Es necesario que los difusores ya estén colocados cuando empieza el vuelo de carpocapsa y su efecto perdure hasta el momento de la cosecha. Su distribución debe ser homogénea en el interior de la parcela y es muy importante reforzar los márgenes de la zona en confusión para mejorar la eficacia del método.



Foto 9. Composición de diferentes difusores convencionales de confusión sexual de carpocapsa. Fotos: R. Torà.

diferentes ensayos realizados por el Servicio de Sanidad Vegetal se ha constatado que esta duración depende de las condiciones climáticas existentes, acelerándose la difusión cuanto más alta es la temperatura. Es por este motivo que en veranos calurosos la duración real del difusor puede ser de 150 días. La densidad de colocación en campo es de 1.000 difusores por hectárea, pero se debe tener en cuenta que esta densidad no es la real porque se debe considerar el incremento de la densidad de difusores en el margen de la zona de confusión. Este incremento será común en cualquiera de los difusores de confusión a emplear.

- Checkmate: De este difusor se pueden utilizar dos formulaciones diferentes en función de la duración de emisión de la feromona: Checkmate CM, que tiene una duración teórica de

90 días y por lo tanto resulta insuficiente para cubrir toda la campaña, y Checkmate XL con el doble de duración teórica (180 días). Las duraciones reales de CM y XL obtenidas en los ensayos son de 90 y 160 días respectivamente. La carga mínima de feromona asegurada en cada uno de los difusores es de 270 mg. Las densidades de colocación de estos difusores son de 300 difusores por hectárea para la formulación CM y de 500 difusores por hectárea para la formulación XL.

- Gynko: Difusor formado por dos alambres rojos unidos por sus extremos, circunstancia que facilita su colocación sobre las ramas de los árboles. Este difusor presenta una carga de feromona de 380 mg. La duración teórica de la difusión de feromona es de 180 días, y la real que se ha obtenido en condiciones

de campo es de 150 días. La densidad de colocación es de 500 difusores por hectárea.

- Nomate: Difusores cargados con 93 mg de feromona. La duración teórica es de 180 días, y la real baja hasta los 150 días aproximadamente. La densidad de colocación es de 1.000 difusores por hectárea.
- Rak 3-R: Difusores cargados con 270 mg de feromona. La duración teórica es de 180 días, y la real baja hasta los 150 días aproximadamente. La densidad de colocación es de 250 difusores por hectárea.

Otros sistemas que se están ensayando para la aplicación de la técnica de confusión sexual son los "puffers" (Foto 10) y la aplicación de feromona líquida.

Los puffers son aparatos que emiten una cantidad determinada de feromona a un intervalo de tiempo dado, de forma que la difusión se puede programar para que se produzca en el momento de actividad de la carpocapsa (crepuscular) y durante el periodo de tiempo necesario para llegar al momento de cosecha. La densidad de colocación de los puffers es de 2-3/ha, lo que abarata considerablemente su instalación en campo aunque el coste del aparato, el primer año de aplicación del método, resulta elevado. Durante el año 2005 se realizó un ensayo en 70 ha de manzanos y perales principalmente con resultados bastante satisfactorios. Los puffers están fabricados por Sutterra LLC.

Con respecto a la feromona líquida microencapsulada, supone la ventaja de poder aplicar la confusión sexual con el atomizador de forma rápida, regulando con facilidad la cantidad y la frecuencia de producto aplicado y la posibilidad de aplicarlo conjuntamente con otros productos. La casa comercial recomienda una frecuencia de aplicación de 30 días, aunque según ensayos realizados la frecuencia debería ser más alta con el fin obtener resultados aceptables.

Difusor	Origen	Carga	Duración teórica / efectiva	Número de difusores / ha
Isomate-C Plus	ShinEtsu Chemical Co. Ltd	190 mg	180/150 días	1.000
Checkmate CM-XL	Suterra	270 mg	180/150 días	300-500
Gynco	ShinEtsu Chemical Co. Ltd	380 mg	180/150 días	500
Nomate	Scentry Biologicals Inc.	93 mg	180/150 días	1.000
Rak 3-R	Basf	270 mg	180/150 días	250

Tabla 1. Características más destacables de los difusores de confusión sexual de carpocapsa.

La tabla 1 muestra un resumen de los principales datos de los difusores ensayados por confusión sexual de carpocapsa.

04 Seguimiento de la eficacia del método

Para saber si el método funciona correctamente se debe hacer un seguimiento semanal de las trampas de monitoreo instaladas en el campo (Foto 11). El umbral de tratamiento variará en función del tipo de difusor que se utilice. Durante

estos años de ensayo se han empleado principalmente difusores con 10 mg de feromona y el umbral que se ha seguido, en general, ha sido de 2-3 capturas por trampa y semana durante 2 semanas consecutivas. Actualmente, se está ensayando un nuevo difusor que contiene una mezcla de 3 mg de feromona y 3 mg de cairona (éster de pera), que también es atrayente de hembras (CM-DA Combo (Pherocon®)) y que provoca un importante incremento de las capturas en trampa. El umbral de tratamiento, utilizando este difusor todavía se debe concretar.



Foto 10. Difusor de confusión sexual de liberación controlada de feromona, para la confusión sexual de carpocapsa. Foto: J. Avilla



Foto 11. Bandeja de trampas delta con capturas de carpocapsa. Foto: J. Avilla



Foto 12. Recuento visual de daños de carpocapsa. Foto: R. Torà

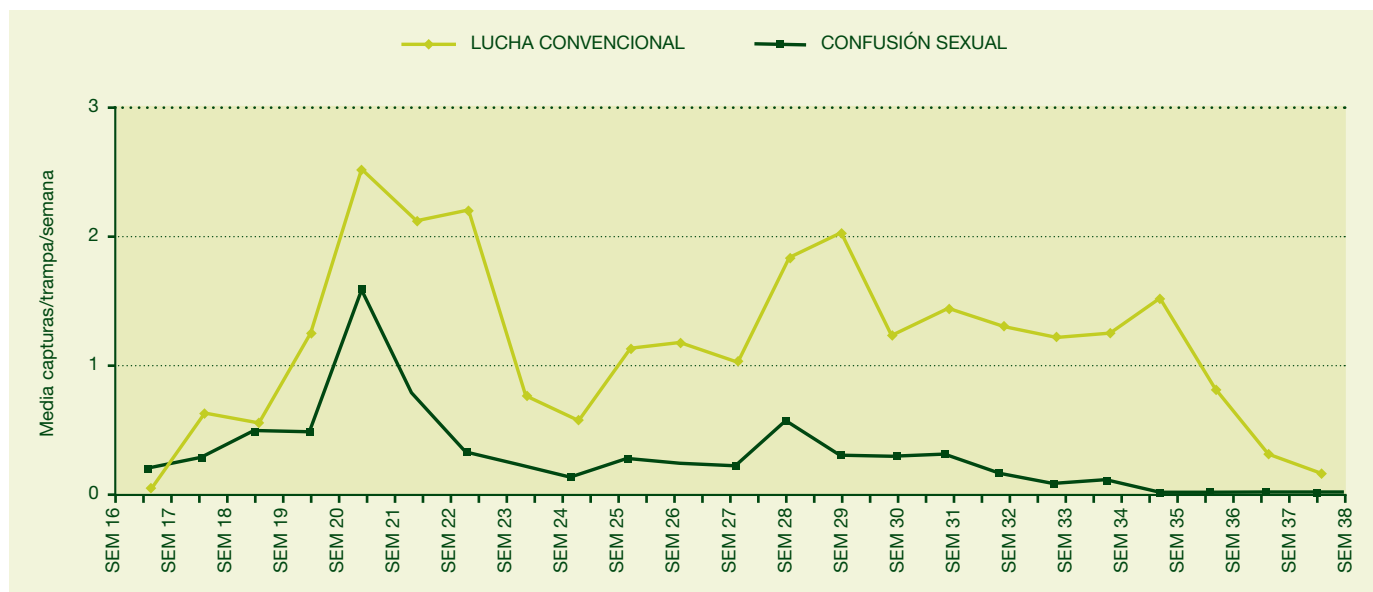


Figura 2. Comparativa entre trampas del vuelo de adultos de carpocapsa dentro de zonas con confusión sexual, y zonas en que se aplica lucha convencional (zona tardía del área frutícola de Lleida, año 2009).

El método más fiable para determinar si la confusión sexual es eficaz es la realización de recuentos periódicos de frutos (Foto 12). Con los recuentos se determina si los daños encontrados son aceptables, teniendo en cuenta las capturas y los tratamientos realizados (si se han aplicado), y el estado de desarrollo de la plaga, datos que nos indicarán si hay que reforzar y en que momento el método con la aplicación de algún tratamiento fitosanitario para impedir que aumenten los daños.

La revisión de los frutos en campo es uno de los trabajos que necesita más tiempo en todo el proceso de seguimiento del método, puesto que se debería hacer aproximadamente cada 15 días. Por esto se ensayó, con un resultado muy satisfactorio, la sustitución de la revisión del total de la zona por la revisión de los frutos del margen de la zona de confusión. La revisión únicamente de los márgenes se continúa empleando hasta que se llega a tener un cierto nivel de ataque (aproximadamente un 0,5%), momento en el cual se pasa a hacer los muestreos de frutos tanto en el interior de la zona como los márgenes.

05 Resultados más relevantes de la confusión provocada

Durante los últimos años se han realizado numerosas pruebas de confusión sexual sobre carpocapsa en varias zonas frutícolas de Cataluña para promover la implantación del método. Además de esto, en la zona frutícola de Lleida, en 2007, se inició la colaboración de instituciones (DAR, UDL,

IRTA, ADVs, ITAGI y empresas) mediante el programa PLANET- CYDIA, que tiene como objetivo el manejo plurianual a gran escala de poblaciones de carpocapsa, combinando el uso de la confusión sexual y el control químico, reduciendo el número de tratamientos fitosanitarios y siendo más respetuosos con el medio ambiente. Este programa, que promueve sobre todo la implantación de zonas continuas de confusión en todo el territorio, ha dado un resultado espectacular, pasando de 1.889 ha en 2007 a más de 4.000 ha de confusión en 2009. En la zona de Girona,

desde el año 2002 se promueven las zonas APRI (Áreas Piloto de Reducción de Insecticidas), las cuales han aprovechado también la promoción de la confusión sexual desde las instituciones y la propia administración.

En Cataluña se ha pasado de tener en confusión 2.675 ha en 2007 a una estimación de más de 5.450 ha el año 2009. En la tarea de promoción e implantación de este sistema de control ha sido y es fundamental la colaboración de las ADV y sus agricultores, además de los recursos

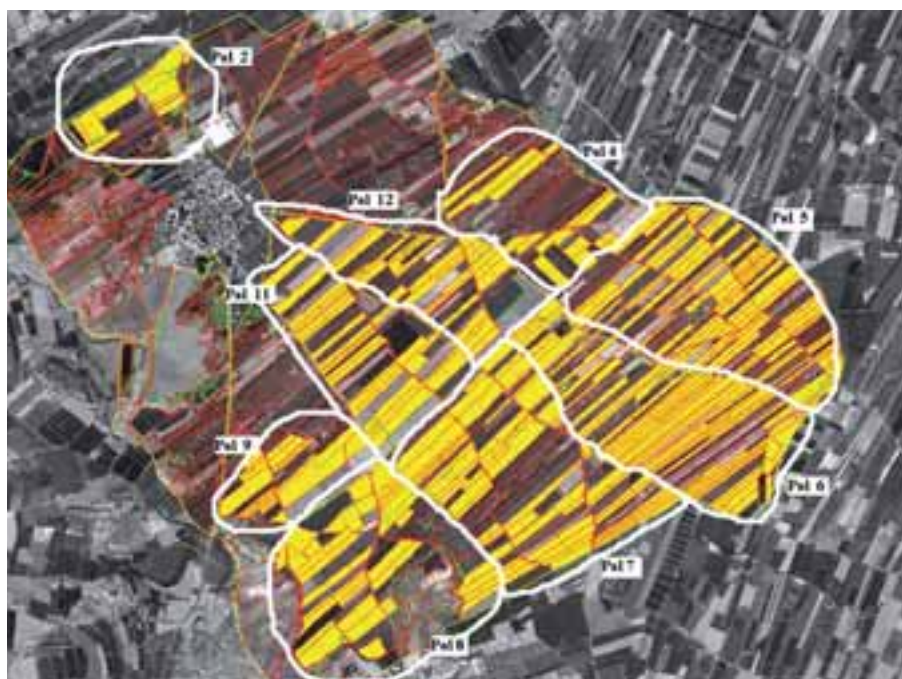


Figura 3. Zonas de confusión sexual de carpocapsa en la zona de Miralcamp. Programa PLA-NET CYDIA 2008.

dedicados por las instituciones públicas y la colaboración decidida de las empresas.

A continuación se exponen los resultados obtenidos en dos zonas representativas en la utilización de confusión sexual, en el término municipal de Poal (Lleida) y en las zonas APRI de Girona.

➤ **Zona del Poal**

Ha sido una de las zonas precursoras en la aplicación de la confusión sexual sobre *C. pomonella*, en pequeños ensayos desde el año 1989 y a gran escala desde el año 1998. Todo este trabajo, ha sido llevado a término con la colaboración de diferentes organismos como el ADV del Poal, el Servicio de Sanidad Vegetal del DAR, el IRTA y varias empresas. Todo ha servido para la correcta implantación de la técnica en la zona frutal de Lleida.

Para el seguimiento del vuelo de carpocapsa en zonas de confusión sexual se han probado

desde el año 2004 varios difusores. Concretamente se ha utilizado el difusor de 1 mg de feromona, que es el más utilizado para el seguimiento del vuelo en plantaciones con control químico, el difusor de 10 mg de feromona Biolure®, más cargado de feromona para incrementar el poder de atracción y destacar por encima de los difusores de confusión sexual, y el difusor Combo (Pherocon®), que es la nueva incorporación al mercado para utilizar en zonas en confusión y resulta atrayente tanto de machos como de hembras. En la tabla 2 se pueden observar las capturas medias obtenidas en función del difusor, en diferentes años en la zona del Poal.

El resultado más destacable es el gran poder de atracción que presenta el difusor Combo por encima de las otras dos alternativas. Esto implica, tal y como ya se ha mencionado anteriormente, que se deberán revisar los umbrales de tratamiento basados en este atrayente.

En la tabla 3 se muestra la evolución del porcentaje de ataque resultante del seguimiento desde el año 1998 hasta 2007 en diferentes fincas en Poal y en función de la variedad. Estas fincas sumaban un total de 27,5 ha y se agrupaban en 3 bloques próximos de 3,5; 5,4 y 18,6 ha. A partir del año 2004 los recuentos de frutos afectados se iniciaron en los márgenes y se pasaba a revisar el interior de las fincas en caso de encontrar daños. En caso de no encontrar ataque en el margen se asumía que el ataque al interior era nulo.

Los resultados muestran que la aplicación del método, reforzado con tratamientos químicos, ha funcionado muy bien en esta zona puesto que la media de daños se mantuvo a niveles muy bajos.

En las fincas donde la población de carpocapsa es elevada, la confusión sexual ha de estar apoyada por la lucha química. Así pues, la confusión

Difusor	2004	2005	2006	2007
1 mg	4,9	13,9	14,4	-
Biolure	16,0	12,0	22,6	15,7
Combo	-	35,4	45,8	27,1

Tabla 2. Media de capturas de carpocapsa por trampa y año en función del difusor en la zona de Poal durante los años 2004 al 2007.

PARCELA	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
G.Smith (86)	0,7	4,4	6,9	2,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
Alexandrina (86)	0,0	2,3	4,9	0,0	0,0	0,1	0,0	1,1	0,2	0,0
Golden (44)	0,1	1,9	3,1	4,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3
Conference (45)	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Top Red (8L)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
Golden (8K)	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	0,1
Conference (8J+Q))	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
Gala (8M)	0,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0
G.Smith (8N)	0,3	0,8	1,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,2
Conference (12B)	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Golden (9E)	0,4	0,0	0,00	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,1
Media	0,2	1,0	1,5	0,7	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1

Tabla 3. Porcentajes de ataque obtenidos en una zona de confusión sexual de carpocapsa en Poal durante los años 1998 hasta el 2007.

PARCELA	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
MANZANO	2,5	3,0	3,3	4,5	3,0	0,7	3,5	3,0	4,2
PERAL	1,3	1,3	2,0	2,0	1,0	0,0	0,3	0,5	0,5

Tabla 4. Media del número de tratamientos realizados en parcelas de manzano y peral durante los años 1998 a 2006 en una zona de Poal en confusión sexual de carpocapsa.

→ La reducción del número de tratamientos químicos en una finca en confusión sexual es normalmente más rápida en peral que en manzano, y su importancia está en función de la presencia de otras plagas en las parcelas.

→ Uno de los problemas más importantes para el rápido y efectivo control de la plaga, es que se acostumbra a implantar el método de confusión sexual cuando el control químico ya no es suficiente. Con niveles de plaga muy elevados la aplicación del método es más laboriosa, puesto que exige un seguimiento en campo muy exhaustivo.



El seguimiento de la carpocapsa con las capturas semanales en trampa de feromona no es el único criterio fiable de seguimiento, sino que es necesaria la evaluación periódica de los daños sobre frutos.

sexual para carpocapsa aplicada a las zonas frutícolas de Cataluña no es un método sustitutivo de la lucha química, sino que es un método complementario. Su gran ventaja es la reducción del número de tratamientos químicos necesarios para mantener los daños bajo un umbral aceptable, en comparación con los necesarios mediante el control químico. Esta reducción se produce de forma más clara en plantaciones de peral que en las de manzano especie por la cual la carpocapsa tiene preferencia. La tabla 4 representa la evolución del número de tratamientos en una parte de la zona frutícola de Poal en confusión sexual. Según podemos ver en la tabla 4, la reducción del número de tratamientos en el peral fue clara; por el contrario, los de manzano fueron muy variables en función de los años, puesto que en esta zona había un par de fincas muy estrechas y largas donde las poblaciones de carpocapsa eran muy elevadas.

El número de tratamientos aplicados en una finca de manzano que pueden afectar a carpocapsa son difíciles de reducir en caso de que en la finca haya otras problemáticas como por ejemplo mosca de la fruta. Otro factor limitante en el éxito de una reducción rápida del número de tratamientos es implantar el método de confusión cuando en la finca hay un problema importante en el control de carpocapsa y los métodos químicos no resultan ya suficientes. Partiendo de niveles muy elevados de la plaga se hace más difícil su control.

➤ Zonas APRI (Áreas piloto de reducción de insecticidas) de Girona

Las Áreas piloto de reducción de insecticidas (APRI) se crearon en el año 2000, en una zona del bajo Empordà de poca presión de carpocapsa. Tenían por objeto controlar esta plaga con el método de confusión sexual (también *Zeuzera* y *Pandemis* en

caso necesario), y mosca de la fruta con captura masiva desde mediados de mayo hasta cosecha.

En el año 2002 se observaron daños cuantiosos de carpocapsa en l'Alt Empordà en fincas con control químico, y se optó por hacer confusión a partir de 2003 con el objetivo de reducir la población en la zona. Su área de actuación se extendía inicialmente por 380 hectáreas de l'Alt Empordà, y actualmente a la zona frutícola de Girona abarca un total de 1.440 ha, aproximadamente el 60% de la superficie de manzanos. En esta zona se utiliza la combinación de los métodos químicos convencionales y la confusión sexual. Este proyecto es fruto de la colaboración de varias entidades y organismos públicos y privados: Servicio de Sanidad Vegetal del DAR, Fundación Mas Badia (IRTA), ADV Fructicultores de Girona, ADV Frutícola de l'Empordà, ADV Coop. Girona fruits, Costa Brava Fructicultors, Girona Frutos y ADV Fluvia.

Para valorar la conveniencia, se han hecho comparaciones de las zonas APRI respecto a las que solo utilizan la lucha química convencional. La comparación se ha establecido en función de los parámetros de capturas de adultos en trampa con cebo de 1 mg (Foto 8), del número de tratamientos insecticidas y de los daños encontrados en el momento de cosecha. En las tablas 5 y 6 se pueden observar los resultados que se han producido durante los años comprendidos entre 2003 y 2005.

Como queda reflejado en las tablas, no se ha producido un descenso del número de tratamientos químicos en la zona de lucha APRI, sino que se han incrementado ligeramente. Las di-

ferencias más grandes se pueden observar en referencia al número de capturas que, como es lógico, ha sido bastante superior en las zonas de lucha convencional. También hay diferencias notables en cuanto a los daños en cosecha, que han sido considerablemente más grandes en la zona de lucha química porque casi se han multiplicado por 12 en estas zonas respecto a las que ha aplicado la confusión sexual.

Por lo tanto, en esta experiencia se puede determinar que la aplicación del método de confusión sexual ha proporcionado resultados óptimos en cuanto al control de la plaga; pero, en cambio, en este caso concreto, no se ha logrado uno de los objetivos de la implantación del método, que es la reducción del número de tratamientos químicos. El resultado de la aplicación extensiva de la confusión en estos últimos 3 años (2006-2008) nos confirman los resultados obtenidos y se ha podido reducir el uso de insecticidas en un 25%.

06 Conclusiones y recomendaciones sobre la aplicación de la técnica

La técnica de confusión sexual es un método biotécnico, de los denominados "suaves" por su falta de efecto contaminante, que tiene perfecta cabida con los matices oportunos, en el planteamiento del control integrado de *Cydia pomonella Linnaeus* (carpocapsa).

La efectividad del método depende de una serie de condicionantes:

- Intrínsecos a la parcela: dimensión, forma, topografía, entorno, situación geográfica, histórico de daños, manejo...

Año	Capturas acumuladas por trampa y año	Número de tratamientos insecticidas	% daños en cosecha
2003	1,5	5,6	0,3
2004	2,3	6,5	0,4
2005	2,0	5,2	0,3
Media	1,9	5,8	0,3

Tabla 5. Resultados correspondientes a las zonas APRI de Girona.

Año	Capturas acumuladas por trampa y año	Número de tratamientos insecticidas	% daños en cosecha
2003	43,0	4,8	4,5
2004	33,9	5,8	2,8
2005	42,8	5,6	3,2
Media	39,9	5,4	3,5

Tabla 6. Resultados correspondientes a las zonas de lucha química convencional de Girona.

- Relativos a la plaga: inicio y duración del vuelo, nivel poblacional...
- Relativos a los difusores: tipos, cantidad, criterios de colocación, persistencia...

Gracias a la experiencia lograda durante los últimos tiempos en materia de confusión sexual sobre carpocapsa, se pueden establecer una serie de pautas para la aplicación del método.

De los difusores ensayados durante estos años, valorando la eficacia en conjunto, la duración y la facilidad de manejo se ha determinado que los que han dado mejores prestaciones han sido Isomate C Plus, Ginko y Checkmate. Por este motivo, la mayor parte de las hectáreas que actualmente tienen implantada la confusión sexual en Cataluña utilizan alguno de estos difusores.

En los casos de plantaciones con poblaciones de carpocapsa muy elevadas, no es suficiente la aplicación del método de confusión sexual, sino que se debe complementar con la lucha química para mantener la plaga bajo un umbral comercialmente aceptable.

El seguimiento de la plaga con las capturas semanales de adultos por trampa no se puede considerar el único criterio fiable de seguimiento de la plaga, por lo cual la evaluación periódica de los daños sobre los frutos se perfila como la forma indispensable y complementaria para valorar la bondad del método y establecer la necesidad o no de aplicar medidas correctivas.

Además de la valoración de la eficacia es importante que el sistema sea operativo. Por esto, es importante que tanto la instalación en campo del difusor como la realización del seguimiento de los frutos atacados sea lo más simple posible. El hecho de poder hacer los seguimientos de frutos atacados únicamente en los márgenes y que las casas comerciales tiendan a difusores con una densidad por hectárea baja, ayudará a conseguir este objetivo.

Finalmente, no debemos pensar en un enfoque único que ofrezca una solución universal. Se debe concebir la protección de los cultivos como la fusión de varias técnicas sustentadas, esto sí

en principios racionales. La técnica de confusión sexual es una más y, como tal también tiene sus limitaciones, empezando por las económicas que no ayudan todavía a su generalización. Su operatividad tampoco es fácil, puesto que requiere continuidad en el tiempo, aplicación colectiva o, cuando menos, grandes extensiones y cualificación técnica importante.

07 Autores



Ramon Torà Marquilles
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
rtora@gencat.cat



Antonio Dolset Artacho
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
adolset@gencat.cat



Jaume Almacellas Gort
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
jalmacellas@gencat.cat



Joaquín García de Otazo López
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
jgarciaeotazo@gencat.cat



Xavier Saló Riera
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
xavier.salo@gencat.cat



Jesús Avilla Hernández
Área de Protección de Cultivos.
Centro UdL-IRTA de R+D. Universidad de Lleida
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
jesus.avilla@irta.cat



Dolors Bosch Serra
Área de Protección de Cultivos.
Centro UdL-IRTA de R+D. Universidad de Lleida
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
dolors.bosch@irta.cat



Maria Rosa Llombart Raichs
ADV el Poal
Plaça Catalunya, 1. 25143 – El Poal
advpoal@hotmail.com



Lluís Batllori Obiols
Servicio de Sanidad Vegetal
Parc Natural Aiguamolls de l'Empordà.
17486 – Castelló d'Empúries
lbatllori@gencat.cat



Marià Vilajeliu i Serra
ADV Fruticultores de Girona
Estación Experimental Fundación Mas Badia.
17134 – La Tallada de l'Empordà
mariano.vilajeliu@irta.cat

Aspectos destacables de la confusión sexual en carpocapsa

- Es un método complementario en la lucha química, pero no es un método sustitutivo de ésta.
- Es un método que no provoca la desaparición de la plaga, sino que ayuda a tenerla controlada bajo un determinado umbral.
- La eficacia del método depende de múltiples factores (de la propia finca, de la plaga y de los difusores).
- Aporta beneficios desde dos vertientes: por una parte, provoca la reducción de las poblaciones de carpocapsa y por otra, provoca la reducción de los tratamientos químicos necesarios para tener controlada la plaga.
- Entre los principales inconvenientes del método destacan hasta ahora los económicos, puesto que este material tiene alto precio, y además, se debe añadir la mano de obra necesaria tanto para la colocación como para el seguimiento de los daños.

PLAGA	
Carpocapsa - <i>Cydia pomonella</i>	
Especies vegetales atacadas	Manzano, peral, membrillero, nogal.
Difusores contrastados	Isomate C Checkmate Ginko
Dosis (número difusores /hectárea)	1000 300-500 500
Altura de colocación	Tercio superior del árbol.
Refuerzo de márgenes	Conveniente doblar dosis en márgenes y zonas próximas a puntos críticos.
Momento de colocación de los difusores	Antes del inicio del vuelo (15 de abril aprox.).
Duración óptima de los difusores	6 meses o hasta recolección (depende de la variedad).
Seguimiento de la efectividad del método	Monitoreo con trampa de feromona. Recuentos periódicos de frutos atacados.

Tabla 7. Resumen de la aplicación de confusión sexual en carpocapsa.

CONFUSIÓN SEXUAL EN ANARSIA Y GRAFOLITA

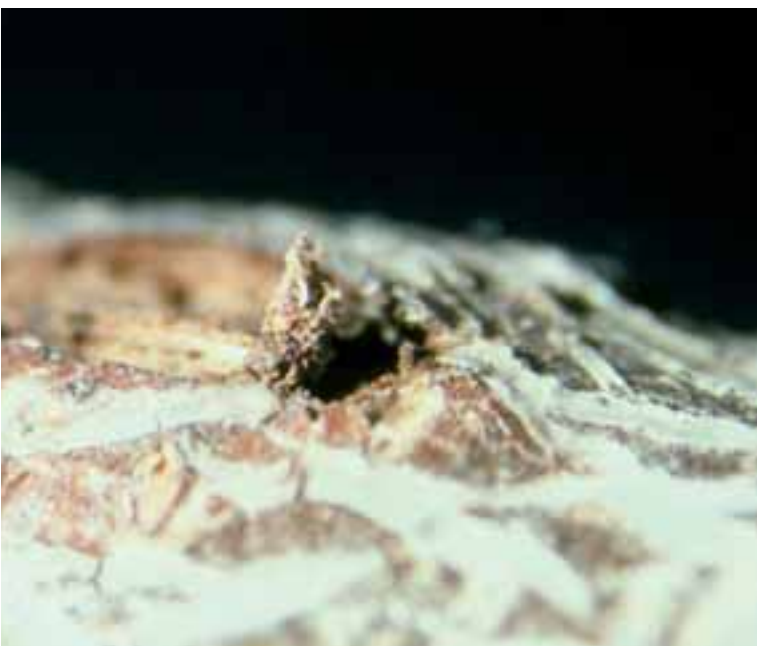


Foto 1. Refugio de hibernación y larva en su interior. Fotos: R. Torà

01 Confusión sexual en anarsia

Introducción

Cuando se habla de anarsia, de nombre científico *Anarsia lineatella* Zeller, se debe destacar que es una de las plagas que más problemas crea a los agricultores en el cultivo del melocotonero y la nectarina, junto con la grafolita y la



Si no se hace una buena manipulación, los daños de anarsia pueden llegar al mercado de destino o a la mesa del consumidor, con la consecuente depreciación del valor del producto.

mosca mediterránea de la fruta, aunque también puede atacar otras especies frutales como el albaricoquero o el ciruelo. Estos cultivos tienen una gran importancia dentro de la fruticultura catalana, puesto que en conjunto ocupan unas 20.000 hectáreas, dato que representa aproximadamente el 40% de la superficie de frutales de Cataluña.

Daños y ciclo biológico

Los daños se pueden localizar en yemas, brotes y frutos. Los daños en brotes (Foto 2) son difíciles de diferenciar respecto de los que ocasiona la grafolita, y consisten en la destrucción de los tejidos internos de los brotes tiernos. El ataque sobre los frutos (Foto 4) se localiza preferentemente en la zona peduncular, es superficial pero importante, puesto que impide que el fruto sea comercializable, además de que ocasionalmente puede provocar su podredumbre. El daño incluso puede pasar desapercibido en la manipulación, y el fruto se puede ver afectado en el mercado de destino o en el momento de su consumo.

Pasa el invierno en forma larvaria (Foto 1), en la corteza de ramas jóvenes y sale al exterior al final del invierno o principios de primavera, afectando a las yemas o a los primeros brotes de la temporada (Foto 2). En estos brotes es donde construye sus galerías características, longitudinales. Las larvas (Foto 3) se identifican por su coloración marrón oscura, con los segmentos de una tonalidad más clara. Después de esta fase viene la crisalidación y la salida de los adultos (Foto 5) de primera generación hacia mayo o junio. Las hembras adultas ponen los huevos en los pedúnculos de las hojas y sobre la piel de los frutos. Las larvas que resultan penetran de nuevo en brotes en crecimiento o en los mismos frutos, provocando los daños de la segunda generación larvaria.

En zonas donde se manifiesta una presencia importante de la plaga y los niveles de población son elevados, se hace necesaria la aplicación de tratamientos químicos, desde el momento en que se superan los umbrales, o bien plantear las alternativas biotecnológicas como la confusión sexual, también muy efectiva.

Para determinar el nivel de la plaga en cada momento se utilizan trampas de monitoreo, que incluyen una bandeja engomada para atrapar los adultos (Foto 5), y un difusor de feromona para atraer la plaga. Estas trampas se colocan con una densidad de una unidad por hectárea y se controlan semanalmente; el cambio de feromona se realiza generalmente cada seis semanas.

La lucha mediante confusión sexual

El método de confusión sexual funciona perfectamente en esta plaga, ya que en muchas plantaciones no es necesario realizar ningún tratamiento químico desde que se instala en las parcelas. Además, después de un tiempo de la aplicación de la técnica, se consigue un descenso lo suficientemente importante de poblaciones que incluso permite no intervenir contra esta plaga durante un periodo, si bien hay que ser prudente y analizar individualmente cada situación.

Los tipos de difusores que se han empleado hasta este momento para realizar la confusión sexual de *Anarsia lineatella* son dos: Isonet A (de Shin-Etsu Chemical Co.Ltd) que es el más empleado,

y el Checkmate PTB (de Suterra). El aspecto exterior de estos difusores es muy parecido a los utilizados en el caso de *Cydia pomonella*. Las características más destacables de estos difusores son las que aparecen en la tabla 1.

Los resultados de la aplicación de la técnica de confusión sexual para el control de anarsia son completamente diferentes a los utilizados en carpocapsa, puesto que como se ha comentado, en la mayoría de casos este método es suficiente para el control de la plaga.

Para comprobar el buen funcionamiento del método hasta el momento de cosecha, se realiza el recuento de 1.000 frutos por hectárea, el 75% del margen de la parcela y el resto de la zona interna, con una cadencia de 15 días, complementado con el recuento de 500 brotes durante la primera generación de la plaga. Si en el borde de la parcela, tras realizar el recuento, no se llega al 1% de daños, no se realiza ningún tratamiento químico.

Resultados que se han dado con la aplicación del método de confusión sexual sobre anarsia



La confusión sexual contra esta plaga funciona tan bien que en muchas plantaciones no es necesario realizar ningún tratamiento químico desde que se instala la técnica en las parcelas.

En el año 2004 se realizaron en diferentes fincas de melocotonero situadas en el Bajo Segre, una serie de pruebas del método de confusión sexual sobre anarsia para determinar la efectividad de este. Concretamente, se implantó el método en 72 parcelas que sumaban 184,4 hectáreas de melocotonero de diferentes variedades.

Para realizar el seguimiento de la aplicación del método se determinó la realización de un recuento quincenal de 500 brotes y 1.000 frutos por hectárea. Esto es debido a que la plaga suele venir de fuera de las fincas y por lo tanto, lo primero que encuentra antes de entrar son los árboles situados en los márgenes.

También se colocó una trampa de monitorización de adultos de anarsia dentro de la zona de confusión para poder determinar el nivel de vuelo de la plaga en cada momento. Concretamente se colocó 1 trampa por hectárea. Tal y como se puede observar en la Tabla 2, los daños detectados en las parcelas en que se había aplicado el método de confusión fueron muy bajos, puesto que en estas parcelas los daños máximos logrados no superaron el 0,1%, aunque en algún margen de la plantación se llegara al 2,6%.

El 98,2% de la superficie resultó con daños (Foto 4) inferiores al 1% y gran parte de este porcentaje resultó prácticamente sin ninguna clase de daño. En la superficie en la que se superaron estos porcentajes, los ataques se concentraban en zonas muy concretas, prácticamente siempre a nivel de los márgenes de la parcela.

Resulta importante destacar que, a diferencia de lo que suele suceder con la aplicación del método de confusión sexual sobre carpocapsa, en la mayoría de parcelas no fue necesario

Origen	Nombre comercial	Carga difusor (mg)	Duración teórica (días)	Duración efectiva (días)	Dosis aplicación (difusores/ha)
Shin Etsu Chemical Co.Ltd	Isonet A	190	180	160	1000
Suterra	Checkmate PTB	375	90	85	300

Tabla 1. Características de los difusores de confusión sexual utilizados para *Anarsia lineatella*.

Intervalo de superficie (ha)	Parcelas	Daños en frutos (porcentaje)										
		<1		≥1 - <5		≥5 - <10		≥10		Daño medio (%)	Daño máximo (%)	
		Parcelas	Sup. (ha)	Parcelas	Sup. (ha)	Parcelas	Sup. (ha)	Parcelas	Sup. (ha)			
<1	28	14,6	27	14	1	0,6	-	-	-	-	0,1	2,6
≥1 - <5	34	79,7	32	77	2	2,8	-	-	-	-	0,1	2,3
≥5 - <10	6	41,2	6	41	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1
≥10 - <15	3	33,5	3	34	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0
≥15	1	15,4	1	15	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0
Total	72	184,4	69	181	3	3,3	0	0,0	0	0,0	0,1	2,6

Tabla 2. Resultados del seguimiento del método de confusión sexual de anarsia (Isonet A). 2004.



Foto 2. Ataque de anarsia en brote. Foto: R. Torà

realizar ninguna alternativa química, puesto que el método de confusión sexual sobre anarsia resultó suficiente por sí sola para tener la plaga controlada.

02 Confusión sexual de grafolita

Introducción

La grafolita, de nombre científico *Cydia molesta* (Busck), es un lepidóptero que puede atacar diferentes especies de frutales como el melocotonero, el peral, el manzano, el albaricoquero, el membrillero y el ciruelo.

Los daños que ocasionan sus larvas son de dos tipos y como ya se ha comentado, se pueden confundir con los de anarsia, aunque manifiestan algunas características diferentes. Sobre brotes (Foto 2) la única manera de diferenciarlos es mediante la observación de las larvas en el interior del brote, puesto que la de anarsia es de color marrón oscuro con los segmentos de tonalidad más clara mientras que la larva de grafolita presenta una tonalidad blanco rosada (Foto 6). La grafolita acostumbra a penetrar en el fruto por la zona ecuatorial (Foto 7), y en el punto de penetración se produce un exudado gomoso mezclado con excrementos. En el caso de anarsia, ésta acostumbra a penetrar por la zona peduncular del fruto (Foto 4).

Aplicación de la confusión sexual en grafolita

El comportamiento del método de confusión por *C. molesta* es similar al de anarsia, puesto que en la mayoría de los casos suele ser suficiente la confusión y no es necesaria la aplicación de alternativas químicas.

Tal y como sucede en el caso de la anarsia, para comprobar el buen funcionamiento del método se realizan recuentos de 500 brotes, complementado con el recuento de 1.000 frutos por hectárea, el 75% del margen de la parcela y el resto de la zona interna, con una cadencia de 15 días.

Los difusores que se han ido probando durante los últimos años son cuatro: Isomate OFM (de ShinEtsu Chemical Co. Ltd.), Checkmate OFM (de Suterra), Quant GM (BASF) y Eco-diam Combi (de Isagro Biofarming). Este último presenta la particularidad de permitir hacer la confusión sexual combinada de grafolita y anarsia, lo cual comporta un beneficio muy claro en aquellas fincas que tengan problemas de ambas plagas, pero presenta el problema de su baja duración (50-60 días) que obliga a colgar difusores adicionales en determinados momentos.

Las características más destacables de estos difusores son las que aparecen a la tabla 3.

Resultados de las pruebas de confusión sexual sobre grafolita

Durante el año 2003 se realizó el seguimiento en seis fincas contiguas de melocotonero y nectarina localizadas en el término municipal de



Foto 3. Larva de anarsia sobre nectarina. Foto: J. Avilla

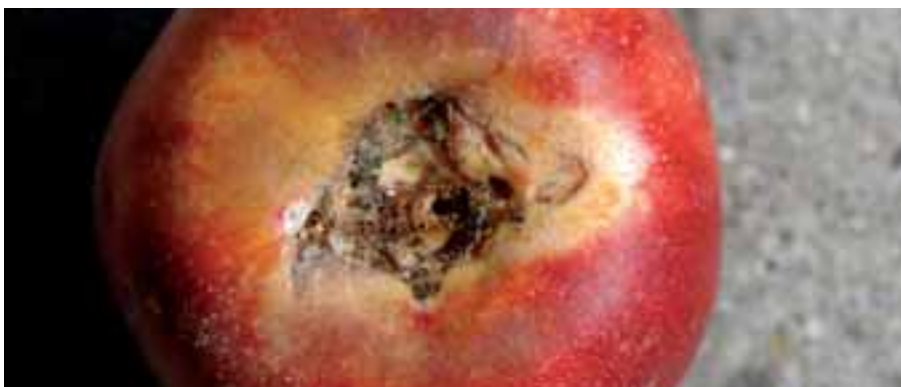


Foto 4. Daño de anarsia sobre nectarina. Foto: J. Avilla



Foto 5. Adulto de anarsia. Foto: R. Torà

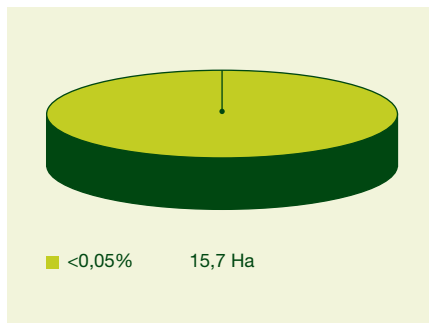


Figura 1. Porcentaje de daños del método de confusión sexual sobre grafolita. 2003

Seròs. En total estas fincas tenían una superficie conjunta de 15,7 hectáreas.

Tras la colocación de los difusores de feromona, el seguimiento consistió en siete recuentos efectuados a lo largo de toda la campaña aplicando la metodología que se ha indicado anteriormente.

Los recuentos resultaron óptimos, puesto que el nivel de daños fue nulo en todas las fincas excepto en una, de variedad Tardibelle, don-

de se obtuvo un 0,5% de daños en el tercer recuento y un 0,3% de daños en el cuarto, siempre localizados en el margen de la parcela. Como se puede desprender de estos datos el nivel de los daños en esta finca también fue mínimo.

El resultado global de la aplicación del método de confusión sexual en este conjunto de fincas de 15,7 hectáreas, fue que los daños finales resultaron inferiores al 0,05%, tal y como muestra la figura 1.

03 Conclusiones de la aplicación de la confusión sexual en anarsia y grafolita

La aplicación del método de confusión sexual sobre anarsia y grafolita resulta ser un método muy eficaz para mantener estas plagas totalmente controladas, sin que haga falta en la mayor parte de los casos el refuerzo de la estrategia con tratamientos químicos, a diferencia de lo que sucede con carpocapsa.

Resulta fundamental para poder efectuar un correcto seguimiento de la eficacia del método realizar tanto el recuento de brotes como de frutos.

Para seguir fácilmente las recomendaciones más importantes sobre la aplicación del método en estas plagas, se muestra la tabla 4.

04 Autores



Ramon Torà Marquilles
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
rtora@gencat.cat



Antonio Dolset Artacho
Servicio de Sanidad Vegetal
Rovira Roure, 191. 25198 – Lleida
adolset@gencat.cat



Fèlix Gonzalez Espinet
Cooperativa Agropecuaria de Soses
Camí de la Via, 1. 25181 – Soses
felix@soses.com



Inés Santoro Fort
Cooperativa Agropecuaria de Soses
Camí de la Via, 1. 25181 – Soses
ines@coopsoses.cat

Origen	Nombre comercial	Carga difusor (mg)	Duración teórica (días)	Duración efectiva (días)	Dosis aplicación (dif./ha)
Shin Etsu Chemical Co.Ltd	Isomate OFM	190	180	160 días	1000
Suterra	Checkmate OFM	270	90	90 días	270
Basf	Quant GM	250	180	160 días	
Isagro Biofarming SRL	Ecodiam Combi	-	60	50 días	2000

(*) La feromona de Isagro controla Grafolita y Anarsia.

Tabla 3. Características de los difusores de confusión sexual utilizados por grafolita.

Recomendaciones	Anarsia	Grafolita
Especies vegetales atacadas	Principalmente melocotonero y nectarina	
Difusores contrastados	Isonet A	Checkmate PTB Isomate OFM Checkmate
Dosis (Nº difusores/ha)	1000	300 1000 270
Altura de colocación	Tercio superior del árbol	
Refuerzo de márgenes	Conveniente doblar dosis en márgenes y zonas próximas a puntos críticos	
Momento de colocación de los difusores	Antes del comienzo del vuelo de la primera generación	
Duración óptima de los difusores	Desde el inicio del vuelo hasta la recolección (depende de la variedad)	
Seguimiento de la efectividad del método	Monitorización con trampa de feromona. Recuento de brotes y frutos atacados cada 15 días	

Tabla 4. Resumen de las características más destacables de la aplicación del método de confusión sexual sobre anarsia y grafolita.



Foto 6. Larva de grafolita en el interior de un melocotón, acompañada de larvas de ceratitís (más pequeñas). Foto: J. Avilla



Foto 7. Ataque de grafolita en fruto. Foto: R. Torà

MÉTODOS ALTERNATIVOS APLICADOS A BARRENADORES DE LA MADERA: SESIA Y ZEUZERA



Foto 1. Larva de sesia en el interior de la galería hecha en manzano. Foto: J. Avilla

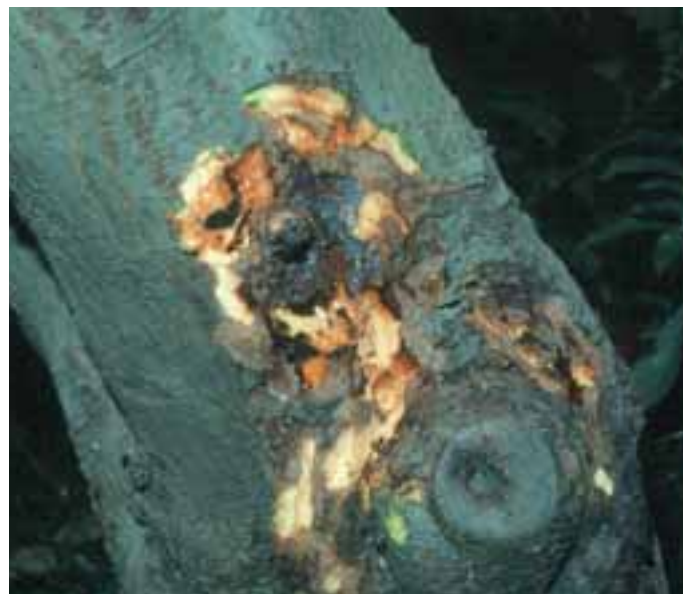


Foto 2. Daño de sesia. Foto: R. Torà



La sesia o barrenador de la madera es un lepidóptero que ataca formando galerías por debajo de la corteza de manzanos y perales, aprovechando para entrar las lesiones producidas por el hombre o por los ataques de otras plagas.

01 Sesia

Introducción

La sesia o barrenador de la corteza, de nombre científico *Synanthedon myopaeformis* (Borkhausen, 1789), es un lepidóptero (Foto 3) que se caracteriza por sus ataques en forma de galería por debajo de la corteza de manzanos y perales (Foto 1), que aprovecha para entrar las lesiones producidas por el hombre o por los ataques de otras plagas, como por ejemplo zeuzera o cossus (carcoma roja del tronco). Dada la problemática de esta plaga en determinadas zonas frutales, sobre todo en fincas de manzano, se han puesto en marcha durante los últimos años diferentes tipos de ensayos de confusión sexual. El control químico de sesia no está bien resuelto, por el corto periodo de tiempo que las orugas del insecto están expuestas a los tratamientos y el largo periodo de vuelo de los adultos. El objetivo consistió en el control de la plaga y la reducción del número de tratamientos provocando en

consecuencia, una reducción de la cantidad de residuos de productos fitosanitarios aplicados al medio.

Los materiales utilizados para confusión: difusores, cargas, duración y otros factores.

Los difusores (Foto 4) empleados en las pruebas de confusión sexual realizadas son los Isomate P de ShinEtsu Chemical Co. Ltd. y en menor medida, el Rak de Basf. Las principales propiedades de estos tipos de difusores son las siguientes (Tabla 1).

Resultados más relevantes de los métodos probados

Las primeras pruebas de difusores de confusión sexual por sesia realizadas en Cataluña se hicieron en el término municipal de Poal y se desarrollaron entre los años 1988 y 1991 en una finca de 4,5 hectáreas de manzano en variedades Golden y Granny Smith.

Para evaluar la eficacia del método se comparó una finca con confusión con una estándar y se procedió al recuento del número de mudas (exoesqueletos) por árbol durante el periodo invernal, puesto que es el momento en que más fácil resulta la observación, que indicaba el número de adultos emergentes procedentes de cada finca. El resumen de los resultados más destacables obtenidos durante los años que duró el ensayo está en la tabla 2.

Los resultados de estas pruebas fueron bastante positivos, puesto que se producía un descenso bastante significativo en el número de mudas encontradas en los árboles, que se iba acentuando con el paso de los años. Este hecho indicaba una reducción considerable en el número de adultos originarios de la finca, aunque no se podía evitar que una hembra fecundada viniera de fuera de la finca e hiciera la puesta dentro de estas parcelas.

Más recientemente se han realizado nuevos ensayos de estas técnicas. En los años 2002 y 2003 se llevaron a cabo experiencias en dos fincas de manzano de la variedad Golden, en el término municipal de Miralcamp (Lleida). La superficie total aproximada del ensayo fue de 3,5 ha.

Se controlaron dos fincas contiguas, en las que se marcaron 11 bloques de árboles que constaban de 60 árboles en total. En estas fincas se colocó confusión sexual en el mes de junio de 2002 aplicando el difusor de ShinEtsu, con una densidad de 285 dispensadores/ha, a una altura de unos 3 metros.

Para hacer el seguimiento de la eficacia del método se siguió la misma metodología que los ensayos anteriores.

Después de un año de la colocación de la confusión sexual se consiguió reducir tanto el número de árboles afectados como el número de galerías activas por árbol afectado (Foto 2).

Así pues, se ha llegado a la conclusión de que la utilización de confusión sexual para controlar las poblaciones de sesia es una buena alternativa, puesto que se consigue rebajar las poblaciones y los daños, aunque no se elimina totalmente la plaga de la finca.

Difusor	Composición	Carga (mg)	Duración teórica/ efectiva (días)	Número de difusores / ha
Shin Etsu Chemical Co.Ltd	Isomate P	125	180/160	250
Basf	Rak	200	90/90	250

Tabla 1. Características técnicas de los difusores probados en los últimos años.

Datos expresados en número mudas/árbol	1988	1989	1990	1991
Parcela estándar	10.0	11.1	10.9	7.7
Parcela de confusión	14.5	3.8	3.1	2.6

Tabla 2. Resultados de las pruebas de determinación de la media de mudas por árbol.



Foto 3. Adultos de sesia. Foto: R. Torà



Foto 4. Difusor de sesia (BASF). Foto: R. Torà



Foto 5. Larva de zeuzera en el interior de la galería que fabrica la larva en las ramas de los árboles atacados. Foto: J. Avilla



Foto 6. Serrín en tronco producido por zeuzera. Foto: R. Torà

Difusor	Origen	Carga (mg)	Duración teórica/ efectiva (días)	Número de difusores / ha
Isomate-Z	ShinEtsu Chemical Co. Ltd	190	160/150	300

Tabla 3. Características técnicas del difusor utilizado.

Especie	Manzano
Variedad	Top Red
Marco de plantación (m x m)	4 X 2
Año de plantación	1993
Término municipal	El Poal
Superficie (ha)	0,52
Número difusores/finca	166
Número difusores teórico/ha	300
Número difusores reales/ha	319,2

Tabla 4. Características de la finca.

02 Zeuzera

Introducción

La zeuzera o barrenador de la madera, de nombre científico *Zeuzera pyrina* L., es un lepidóptero (Foto 8) que puede afectar a muchas especies de leñosos, pero que en las zonas frutícolas de Cataluña causa los principales daños sobre plantaciones de peral y manzano.

La afección se produce cuando el insecto se encuentra en estadio de oruga (Foto 5), penetra en la madera y crea una galería siempre con trayectoria ascendente, produciendo un secamiento progresivo de la zona superior a su punto de ataque. Este comportamiento le permite huir de los tratamientos habituales con productos fitosanitarios, razón por la cual se ha tratado de combatir la plaga con métodos alternativos como la captura en masa y la confusión sexual.

Los materiales utilizados para la confusión: difusores, cargas, duración y otros factores.

Los difusores empleados en las pruebas de confusión sexual realizadas son en todos los casos Isomate Z de ShinEtsu Chemical Co. Ltd. Las principales propiedades de este tipo de difusores son las que aparecen en la tabla siguiente (Tabla 3).

Se recomienda que la aplicación del método de confusión sexual de zeuzera se lleve a cabo al menos durante dos años consecutivos porque esta plaga tiene una cierta proporción de individuos que completan su ciclo en dos años.

Resultados más relevantes de los métodos probados

Para evaluar la efectividad del método de confusión sexual sobre zeuzera, se han realizado durante los últimos años ensayos por parte del Servicio de Sanidad Vegetal de Lleida con la colaboración del ADV de Poal.

La primera prueba se inició en 2002 y se localizó en el término municipal de Poal, en una finca de manzano en la cual se colocó el sistema de confusión sexual con difusores del tipo Isonet Z (ShinEtsu Chemical Co. Ltd.), con una densidad de 300 difusores por hectárea.

Para realizar los recuentos de seguimiento de la efectividad del método se marcaron los primeros 50 árboles de las tres filas que presentaban una

población más alta de zeuzera. Por lo tanto, la muestra de la población observada era la que se encontraba en 150 árboles.

En el recuento efectuado en la campaña 2002 se determinó que 18 árboles presentaban galerías activas (Foto 6), es decir, el 12% de los árboles controlados; y 92 árboles presentaban galerías viejas (61,3% de los árboles). En el invierno del año 2003 se repitió el control sobre los mismos 150 árboles y se pudo observar que de los árboles controlados sólo 6 presentaban galerías activas (4% del total); Así pues, el número de árboles con galerías activas se redujo a la tercera parte una campaña tras la colocación de la confusión sexual por zeuzera.

La segunda de las pruebas se realizó en una finca de manzano de la variedad Top Red de 0,52 ha del término municipal de Poal. En esta finca se coloca el sistema de confusión sexual con difusores Isonet Z (ShinEtsu Chemical CoLtd.). Las características de la finca y de la colocación de los difusores son las que aparecen a la tabla 4.

El seguimiento de la finca tuvo una duración de 3 años, desde el año 2003 al 2005. Durante este periodo se hizo seguimiento de los daños de una porción de la finca formada por 10 hileras con 157 árboles en total. Los datos que se recogieron fueron el número de árboles que presentaban galerías de zeuzera activas, y se optó por hacer los recuentos de galerías en el invierno, momento en que no hay prácticamente ninguna hoja en los árboles, así resultaba más sencilla la localización de la galería y la determinación visual de la actividad.

Los resultados que se desprendieron de este ensayo ponían de manifiesto que el número de árboles que presentaban galerías activas se reducía con el paso del tiempo. Esta reducción fue más importante en el recuento hecho en 2004 en comparación con el de 2003, en que se pasó de 42 árboles con galerías activas a 17 árboles.

En el control que se efectuó en 2005 también se pudo constatar que la reducción del número de árboles con galerías activas continuaba, aunque esta vez la reducción fue mucho menor, puesto que se pasó de 17 a 13 árboles afectados.

Estos datos están representados en la Figura 1.

Otro dato que se pudo observar en las dos pruebas realizadas, aunque no se determinó numéricamente, fue la disminución del número



Foto 7. Pupa de zeuzera en el interior de la galería hecha por la larva en las ramas de los árboles atacados. Foto: J. Avilla



Foto 8. Adulto macho (más pequeño) y hembra de zeuzera. Foto: J. Avilla



Evolución de las galerías activas durante el periodo 2003-2005.

ro de galerías activas por cada árbol afectado. Entre los árboles afectados por galerías activas se podían encontrar en algunos casos, varias galerías activas por árbol. En los años 2004 y 2005 se observó que el número de galerías activas de los árboles afectados era inferior al número observado el 2003; es decir, que la reducción de la población era todavía más grande que la que se encontró mediante el recuento de los árboles afectados.

Los materiales utilizados para la captura en masa: trampas, atrayentes, cargas, duración y otros factores.

Recordamos que la captura en masa consiste en aprovechar la capacidad que tienen las trampas que contienen atrayentes (Foto 9) para capturar insectos, de forma que colocarlas en cantidad suficiente permita rebajar el nivel de población de la especie en concreto que se desea controlar. Cuando en zeuzera se utiliza el método de captura en masa, se intenta distribuir en la zona a controlar, trampas cargadas con feromona sexual con capacidad para atraer y capturar el mayor número de machos posible. Así, al disminuir el número de machos, también

hay menor probabilidad de que se produzcan acoplamientos y por lo tanto, se reduce la población de zeuzera de la generación siguiente.

Entre los aspectos clave para la aplicación de la captura en masa hay que destacar la eficacia de la feromona utilizada, el tipo de trampas, la posición de las trampas en la plantación y su densidad en la plantación. A lo largo del tiempo, varios estudios han tratado de optimizar estos parámetros mediante diferentes ensayos:

- Modelos de trampas comparados: Trampas del tipo cola (delta, Pherocon, Traptest...) con la base normal y con la base ampliada para incrementar la base engomada; trampas del tipo funnel (BCS, Biagro Cazapolillas...); trampas de tipos embudo con aletas o sin ellas (Supercare Z de Serbios, TreeSafe, Mastrap L, Siatrap...).
 - Posición de la trampa en la plantación: a la altura de la vista; a 2,5 metros de tierra; a 0,5-1 metros por encima de los árboles.
 - Densidad: Entre 5 y 10 trampas/ha.
- Resultados de la aplicación de la captura en masa

En pruebas realizadas en la zona frutícola de Lleida no se apreciaron diferencias significativas entre trampas Serbios y Delta; en cambio, se observó que el modelo de trampa de tipo embudo sin aletas era el más apropiado para la aplicación práctica de la captura en masa, puesto que en el ensayo se efectuaban recuentos dos veces por semana y por lo tanto, el cartón engomado de las trampas Delta se cambiaba a menudo, evitando así la pérdida de capacidad de enganchar adultos.

La posición de medio metro por encima de la copa de los árboles resulta ser la más eficaz. En esta posición más elevada, a los machos les resulta mucho más fácil encontrar las trampas que las propias hembras. Los resultados concretos fueron, que en posición alta (medio metro sobre los árboles) la media de capturas semanales resultó de 9,69; en cambio, en una posición baja (la altura de la vista) esta media semanal fue muy inferior, concretamente de 0,79.

Para valorar si el sistema de captura en masa funciona se debe tener en cuenta si se ha producido una reducción del número de capturas totales a lo largo de los años y sobre todo si se ha producido una disminución de los ataques en la finca. En el estudio realizado en tres fincas de dos localidades de Lleida Alcarràs y Rosselló, utilizando feromona de la casa Russell, se constató que las trampas obtenían todos los años del ensayo un número de capturas muy elevado, lo cual puso en evidencia que en fincas pequeñas un gran número de machos podían provenir del exterior de la plantación suponiendo un inconveniente importante. Aprovechando el hecho de que al emerger el adulto deja la muda ninfal vacía a la vista, a la entrada de la galería que ocupaba como oruga, en este ensayo se recogieron los despojos de cada parcela, separándolas por sexos. Como en las trampas de feromona sexual se capturan mayoritariamente machos, si se comparaba el total de capturas anuales y los despojos de macho recogidos en cada parcela se podía ver que la población emergente de machos era muy inferior a las capturas de la finca (tabla 5) y por lo tanto que una parte importante de los adultos atrapados provenía del exterior de las parcelas controladas.

En el segundo año de aplicación del método a la parcela de Rosselló las capturas totales anuales se redujeron a la mitad. El número de despojos encontrados en la finca en el mes

Fincas	Mudas			Total capturas anuales
	Totales	Machos	Hembras	
Alcarràs	34	20	14	873
Rosselló-1	169	76	93	613
Rosselló-2	611	293	318	325

Origen de las feromonas: Russell.

Tabla 5. Número de mudas ninfales recogidas por parcela y año, separadas por sexos, y capturas totales anuales en trampas de feromona en dos fincas de la provincia de Lleida los años donde se hizo un ensayo de captura en masa.

Fincas	Superficie (ha)	Árboles atacados (mayo) (%)	Número de galerías activas/ árbol (mayo)
Alcarràs	0,9	4,2	0,1
Rosselló-1	0,4	20,0	0,6
Rosselló-2	0,4	40,6	2,2

Tabla 6. Porcentaje de árboles atacados por zeuzera en el mes de mayo y número de galerías activas/ árbol atacado en dos fincas de manzano de la provincia de Lleida.

Fincas	Galerías activas (mayo)	Galerías en ramas o troncos (octubre)
Alcarràs	51	290
Rosselló-1	204	799
Rosselló-2	706	413

Tabla 7. Número de galerías activas de zeuzera en el mes de mayo y en el mes de octubre del mismo año.

RECOMENDACIONES - SESIA - ZEUZERA		
PLAGA	<i>Synanthedon miopaeformis</i>	<i>Zeuzera pyrina</i>
Especies vegetales atacadas	Manzano, peral, etc. (gran polifagia).	
Difusores contrastados	Isomate P	Isomate Z
Dosis (n. difusores / hectárea)	250	300
Altura de colocación	Tercio superior del árbol	
Reforzamiento de márgenes	Conveniente doblar dosis en márgenes y zonas próximas a puntos críticos.	
Momento de colocación de los difusores	Antes del inicio del vuelo (durante el mes de abril)	Antes del inicio del vuelo (durante el mes de mayo)
Duración óptima de los difusores	5-6 meses	
Seguimiento de la efectividad del método	Monitorización con trampa de feromona. Recuentos de galerías activas (2 recuentos/año aprox.)	

Tabla 8. Resumen de las características más destacables de la aplicación del método de confusión sexual sobre sesia y zeuzera.

de mayo aumentó de forma importante tras el primer año de aplicación del método, dato que concuerda con el incremento del porcentaje de árboles atacados contados, que pasó del 20 al 40%, así como un mayor número de galerías activas por árbol atacado. Sin embargo el segundo año de aplicación del método, comparando el total de galerías activas del mes de mayo con las que se encontraban en el mes de octubre, se produjo una reducción de casi la mitad de la población activa de zeuzera. En la finca de Alcarràs se pudo ver únicamente el incremento de ataque del primer año, pero no se hizo el seguimiento del segundo año para ver si también se producía una reducción.

Sin embargo es importante remarcar, la pequeña dimensión de las fincas en las cuales se van a efectuar los ensayos y a la vez indicar que están rodeadas de plantaciones de otras especies vegetales que pueden ser susceptibles de ser atacadas también por zeuzera, plaga polífaga y con una capacidad de vuelo bastante importante.

Al utilizar feromona sexual de hembra, las trampas solo capturan machos, lo cual hace que la disminución de la población del barrenador sea menor que si se pudiera usar alguna sustancia atrayente de los dos sexos por igual, tal como sucede en el caso de captura masiva de algunos coleópteros, donde se utiliza una feromona de agregación que atrae a los dos sexos y se produce una disminución más radical de la población.

Conclusiones generales

Como conclusiones se puede destacar que:

- Mediante el método de confusión sexual se consigue una reducción rápida del porcentaje de galerías activas en las fincas a partir del primer año.
- Mediante el método de captura masiva la reducción del ataque no se hace evidente el primero año. El proceso es mucho más lento y en fincas con muchos problemas, no es recomendable como método de control.
- Mediante captura masiva se consigue cap-



La confusión sexual en zeuzera reduce los daños, pero necesita mantener la técnica durante como mínimo dos años para detectar efectos y además, sería conveniente aplicarla en extensiones importantes para ser más efectiva.

turar gran cantidad de machos adultos, muchos de ellos provenientes del exterior de la parcela controlada. Para incrementar la eficacia del método se tendría que proteger una superficie amplia.

- En ambos métodos, es necesario mantener el método de control aplicado durante un período mínimo de dos años para obtener una buena reducción de la plaga.

03 Autores



Ramon Torà Marquilles
 Servicio de Sanidad Vegetal
 Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
 rtora@gencat.cat



Antonio Dolset Artacho
 Servicio de Sanidad Vegetal
 Rovira Roure, 191. 25198 - Lleida
 adolset@gencat.cat



Miquel Sans Llach
 ADV de Miralcamp
 Camí de Gollmés, s/n. 25242 - Miralcamp
 miquel_sans@hotmail.com

Antonia Botargues
 ADV de Actel
 abotargues@actel.es



M^a Rosa Llombart es ingeniera técnica agrícola y trabaja desde el año 1994 en la Agrupación de Defensa Vegetal del Poal (Pla d'Urgell). En esta ADV se han puesto en práctica diversas técnicas de protección integrada aplicadas a los cultivos de la manzana, el peral y los frutales de hueso. Llombart comparte con nosotros la experiencia acumulada por esta ADV del Poal en cuanto a técnicas de control de plagas.

¿Qué actuaciones se llevan a cabo en el ADV del Poal?

En primer lugar, damos asesoramiento técnico en el control de plagas y enfermedades en frutales de semilla. También comunicamos cualquier sospecha de la presencia de parásitos especialmente peligrosos y participamos en su seguimiento y control. Fomentamos la difusión y la aplicación de buenas prácticas agrarias, de condicionalidad y salud laboral y velamos por el correcto cumplimiento de la legislación fitosanitaria.

Por último, también colaboramos con el SSV y el centro UdL-IRTA en la realización de ensayos, aplicación de nuevos métodos de control de plagas y la transferencia tecnológica, puesto que somos un eslabón de enlace entre la administración y el empresario agrícola.

¿Cuáles son las plagas a que se enfrentan habitualmente los frutales de la Llanura?

Las plagas más importantes son la carpocapsa en peral y la mosca de la fruta en manzano, puesto que atacan directamente la fruta, y hacen disminuir la producción. En peral también afecta la psila, que provoca manchas en fruto producidas por la melaza, que excretan las ninfas, y la fumagina (hongo). Además se produce un debilitamiento vegetativo causado por las picaduras de los adultos y las ninfas.

¿Cuáles son los métodos alternativos de lucha contra plagas que habéis desarrollado desde ADV?

LA ENTREVISTA

Maria Rosa Llombart Raichs.
Ingeniera técnica agrícola de la Agrupación de Defensa Vegetal del Poal
El Poal (Pla d'Urgell)

“LOS MÉTODOS CULTURALES SON IMPORTANTES PARA LLEGAR A UN EQUILIBRIO CON EL ENTORNO Y A UN BUEN CONTROL DE PLAGAS”

Los dos métodos de control de plagas que representan una buena alternativa o complemento al control químico son la confusión sexual de carpocapsa y de barrenadores de madera, y la captura masiva de la mosca de la fruta.

“Los productos sintéticos que se utilizan en confusión sexual no resultan tóxicos para el trabajador ni para el consumidor. Tampoco son perjudiciales para el medio ambiente”.

En los últimos años, ¿cómo han evolucionado estas plagas?

En carpocapsa (*Cydia pomonella*), la presión de la plaga ha disminuido en nuestra zona con la utilización de la técnica de confusión sexual desde el año 1998, es decir la media de adultos capturados en trampas de monitorización actualmente está por debajo del umbral de tratamiento y el más importante es que se han reducido los daños sobre frutos.

En cambio, el nivel de capturas de mosca de la fruta se ha ido incrementando en las últimas tres campañas aunque los daños sobre frutos son mínimos. Hemos observado un adelantamiento en la fecha de la primera captura de adulto de mosca, por esto este año 2009 hemos colocado los botes de captura masiva en manzano Golden más bien, a mitad de junio. La utilización de este método de control nos ha permitido disminuir drásticamente los tratamientos químicos cerca de la cosecha.

La psila del peral es la plaga que más problemas nos provoca dado que no tenemos ningún método alternativo a los tratamientos químicos que aporte un resultado óptimo para el agricultor, puesto que con una pequeña mancha de melaza en el fruto ya es suficiente para que no sea comercial.

¿En qué consiste la técnica de confusión sexual?

La confusión sexual implica la utilización de feromonas, sustancias químicas que sirven para que se comuniquen individuos de la misma especie. La confusión sexual consiste en la liberación continuada de la feromona específica de la especie que se pretende controlar, en una cantidad suficientemente elevada que no permita a los machos orientarse y encontrar a las hembras. Así no pueden aparearse y producir la puesta de las larvas que producirían daños al fruto.

¿Qué ventajas tienen estas técnicas respecto de otras más tradicionales?

Con estos métodos el producto sintético que se utiliza es la feromona de cada una de las especies o bien de otros atrayentes que no resultan tóxicos ni para el trabajador, ni para el consumidor ni para el medio ambiente.

Como se aplica de forma localizada en puntos de la finca, no deja residuos sobre el fruto. También reduce el desarrollo de resistencias a los plaguicidas puesto que en la mayoría de los casos su aplicación conlleva una reducción del número de aplicaciones.

“Creo que en el futuro los métodos de control de plagas que ahora consideramos alternativos dejarán de estar en un segundo plano. Todos los métodos estarán en primera línea.”

¿Qué problemática os plantea el control de la mosca de fruta?

Es una plaga que ataca directamente el fruto; el umbral de tratamiento es su presencia, y la reducción de los productos químicos autorizados incrementa el riesgo de que se creen resistencias. Hay que destacar que con el incremento de las poblaciones de mosca de la fruta ha quedado enmascarada la reducción conseguida del número de tratamientos químicos necesarios para el control de carpocapsa, puesto que los productos aplicados para combatir las dos especies son los mismos.

¿Qué sistemas alternativos se han utilizado para el control de la mosca de la fruta?

En las campañas de 2007 a 2009 hemos usado la captura masiva, que consiste en capturar el máximo número de individuos con tal de reducir las poblaciones de las fincas mediante unas trampas funnel cebadas con atrayentes de machos y hembras.

¿Cómo ve el futuro de la lucha contra las plagas?

Creo que los métodos de control de plagas que ahora consideramos alternativos dejarán de estar en un segundo plano. Todos los métodos estarán en primera línea. Debemos ser conscientes de que los métodos culturales, como el manejo de la cobertura vegetal para favorecer depredadores y parásitos, son importantes para llegar a un equilibrio con el entorno y a un buen control de plagas en las fincas.