

# Resistencia a insecticidas en poblaciones de *Grapholita molesta*

Se han ensayado distintos productos en las zonas frutícolas de Lleida y Girona

Dolors Bosch-Serra<sup>1</sup>, Lucía-Adriana Escudero-Colomar<sup>2</sup>, Mònica Pérez<sup>1</sup>, Jesús Avilla<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> IRTA-Centre Agrònoms, Lleida

<sup>2</sup> IRTA-Mas Badia, Girona

<sup>3</sup> Universitat de Lleida

**G***rapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) es una plaga polífaga cuyos huéspedes principales son los frutales de hueso, principalmente melocotoneros y nectarinos (Rothschild y Vickers, 1991). Los perales y los manzanos se consideran huéspedes secundarios. Sin embargo, a partir de los años 90, en distintas zonas productoras se produjo un incremento continuado de ataques pasando a ser una plaga importante en estos cultivos (Pollini y Bariselli, 1993; Kovanci *et al.* 2004). Lo mismo ocurrió en la zona productora de Girona hacia el año 2011, cuando los problemas con grafolita en manzano pasaron a ser cada vez más importantes, teniendo mayor incidencia de grafolita que de carpocapsa, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), que estaba controlada mediante confusión sexual. Actualmente, el uso de confusión sexual para ambas especies está muy extendido en Girona y el nivel de poblaciones de la zona ha disminuido de forma notable, presentando problemas de control de forma puntual. En la zona frutícola de Lleida, en el mismo momento, también se detectó un incremento de las poblaciones de grafolita de forma generalizada,

El objetivo de este trabajo ha sido determinar si existen poblaciones de campo de grafolita resistentes a los insecticidas más ampliamente utilizados en los últimos años en las distintas zonas de producción de frutales de hueso y de pepita de Cataluña. Para ello se realizaron bioensayos de toxicidad con ocho productos insecticidas pertenecientes a siete familias químicas distintas.



Ataque de grafolita en brote. Foto: Dolors Bosch-Serra.

incremento que fue más pronunciado en la zona situada al este de Lleida, en la zona de cultivo mixto con frutales de hueso y de pepita, que en la zona oeste, donde los frutales de hueso son muy predominantes y el uso de confusión sexual está bastante extendido. Los daños en las fincas de manzanos y perales no están generalizados aunque se producen ataques en variedades de manzanas tardías y en algunas plantaciones de perales. En esta zona el uso de confusión sexual de grafolita no es tan habitual como en la zona de hueso.

A pesar del uso de confusión sexual, con altos niveles de población, es necesario el uso de tratamientos fitosanitarios para controlar esta plaga. Con las aplicaciones insecticidas, además de controlar grafolita, se pretende en muchas ocasiones controlar otras plagas como *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) o *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae), en los frutales de hueso, y carpocapsa o *Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae) en los frutales de pepita. Las materias activas insecticidas actualmente registradas en España para el control de grafolita son: deltametrín, lambda-cyhalotrín, beta-ciflutrín, y esfenvalerato (piretroides); spinetoram (spinosín); fosmet (organofosforado), fenoxycarb, indoxacarb (oxadiazina) y clorantroprole (diamina antranílica), además del virus de la granulosis, *Bacillus thuringiensis* y azadiractina. Las múltiples apli-

**CUADRO I.** POBLACIONES DE CAMPO DE GRAFOLITA RECOGIDAS DURANTE LOS AÑOS 2018 Y 2020 EN LAS DISTINTAS ZONAS DE RECOLECCIÓN.

Área de recolección	Población	Localidad	Año de recolección
Zona de hueso	Pubilla	Alcarràs, Lleida	2018
Zona de hueso	Zaidín	Zaidín, Huesca	2018
Zona de hueso	Graninella	Alcarràs, Lleida	2018
Zona de hueso	President	Alcarràs, Lleida	2018
Zona mixta	Cal.	Menàrguens, Lleida	2020
Zona mixta	Torrelameu	Torrelameu, Lleida	2020
Zona mixta	Corbins	Corbins, Lleida	2020
Zona mixta	Miralcamp	Miralcamp, Lleida	2020
Zona mixta	Menàrguens	Menàrguens, Lleida	2018
Zona de manzano	Girona		2018
Zona de manzano	Ullà	Ullà, Girona	2020
Zona de manzano	Torroella	Torroella de Montgrí, Girona	2020

Zona de hueso = zona donde el cultivo predominante son los frutales de hueso.

Zona mixta = zona donde hay una mezcla de las distintas especies frutales de hueso y de pepita.

Zona de manzano = zona donde el manzano es el cultivo predominante.

caciones que se realizan en ocasiones para llegar al control de grafolita o para el control de las plagas anteriormente mencionadas que también inciden en grafolita pueden conllevar la selección en campo de los individuos más resistentes a dichos insecticidas.

## Materiales y métodos

### Insectos

Las poblaciones de campo recolectadas durante los años 2018 y 2020 aparecen en el **cuadro I**. La población susceptible que actuaba como referencia en el ensayo se llamaba IEPVFA-Piacenza, estaba en cría en el laboratorio UdL-IRTA en Lleida desde el año 2007 y procedía de una cría de laboratorio con más de diez

años de edad del Istituto di Entomologia e Patologia vegetale Facoltà di Agraria - Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza, Italy).

Las poblaciones de campo se recogieron en zonas productivas con distintas características que pueden tener repercusión en la incidencia de la plaga. Por ello se diferenciaron tres zonas: a) la zona de hueso, donde el cultivo predominante eran los frutales de hueso; b) la zona mixta, donde no había un cultivo predominante y se podían encontrar tanto frutales de hueso como de pepita en fincas adyacentes; y c) la zona de manzanos, donde el cultivo predominante era el manzano. Esta última zona era la zona productora de Girona. La poblaciones recolectadas en la zona de Lleida proce-

  
**Hernandorena**

Producimos tu plantón  
Elige tu formato

I+D en sistemas  
de producción



www.hernandorena.com



C14: 1,5 L

C11: 1 L **NOVEDAD HD**

Estriada Sansan



RAÍZ DESNUDA

dían de fincas con frutales de hueso, mientras que las de Girona procedían de fincas de manzanos. Una de las poblaciones de la zona de hueso se recogió en la provincia de Huesca, municipio de Zaidín. Esta zona forma parte, junto con la zona de hueso de la provincia de Lleida, de la zona frutícola del valle del Ebro. Las poblaciones se recolectaban en campo como adultos mediante trampas alimenticias y se estable-



Larva de grafolita.  
Foto: Dolors Bosch-Serra.

cía una cría en laboratorio donde se obtenía puesta y, posteriormente, larvas neonatas, que eran el estado diana con el que se realizaban los bioensayos insecticidas.

### Insecticidas

Los ingredientes activos, los productos insecticidas comerciales que se probaron –actualmente autorizados para su uso

contra grafolita– y las concentraciones discriminantes ensayadas fueron: deltametrina (Decis Protech) – 0,7 mg a.i./l; clorantropilprole (Coragen 20 SC) – 6 mg a.i./l; fosmet (Imidan 50 WP) – 43 mg a.i./l; indoxacarb (Steward) – 9 mg a.i./l; y spinetoram (Delegate) – 3,5 mg a.i./l. Otras materias activas y productos ensayados que actualmente no están autorizados fueron metil-clorpirifos (Reldan E,

organofosforado) – 6 mg a.i./l; tiacloprid (Calypso SC, neonicotinoide) – 12,5 mg a.i./l; y metoxifenocida (Runner CS, diacilhidracina) – 5 mg a.i./l. Las concentraciones aplicadas correspondían, aproximadamente, a la concentración que resultaba letal para el 90% de la población susceptible de laboratorio (CL<sub>90</sub>).

### Bioensayos

Los bioensayos se realizaban siguiendo la misma

metodología que se siguió para los ensayos de carpocapsa en Bosch (2017). Las distintas concentraciones insecticidas se aplicaban sobre dieta colocada en los pocillos de microplacas. En cada pocillo se colocaban aproximadamente 150 µl de dieta artificial (Stonefly Industries Ltd) y sobre la superficie de la dieta se aplicaba 6 µl de cada solución insecticida. En los tratamientos control se trataba con

**CUADRO II.** MORTALIDAD CORREGIDA MEDIANTE LA FÓRMULA DE ABBOT (%) DE LOS INSECTICIDAS A LAS CONCENTRACIONES DIAGNÓSTICO, CL<sub>90</sub> (MG A.I./L), EN LARVAS NEONATAS DE GRAPHOLITA MOLESTA DE LA POBLACIÓN SUSCEPTIBLE, IEPVFA-P, Y LAS POBLACIONES DE CAMPO RECOGIDAS EN DISTINTAS ZONAS PRODUCTIVAS.

Poblaciones	Ingrediente activo							
	Deltametrina	Clorantropilprole	Fosmet	Metoxifenocida	Indoxacarb	Tiacloprid	Metil-clorp	Spinetoram
IEPVFA-P (2018)	96,9 (96)	95,8 (97)	91,6 (97)	93,4 (95)	94,6 (95)	93,8 (97)	92,6 (96)	97,0 (95)
IEPVFA-P (2020)	96,5 (94)	91,9 (97)	86,3 (47)	86,5 (48)	85,7 (69)	86,7 (49)	97,6 (46)	88,8 (48)
<b>Zona de hueso</b>								
Pubilla (2018)	28,3 (47)	98,5 (59)	73,8 (51)	42,0 (62)	87,7 (52)	92,7 (59)	97,1 (73)	83,9 (54)
Saidí (2018)	13,4 (44)	65,9 (46)	80,1 (79)	28,6 (87)	81,4 (50)	82,2 (59)	100,0 (94)	90,1 (93)
Grainella (2018)	14,2 (52)	68,1 (30)	42,3 (22)	27,2 (49)				
President (2018)	33,6 (41)	70,8 (48)	32,8 (67)	6,3 (79)	97,6 (45)	78,2 (55)	100,0 (95)	94,2 (94)
<b>Zona mixta</b>								
Menàrguens* (2018)	34,6 (52)	73,5 (46)	71,2 (46)	63,8 (42)	78,4 (50)	91,8 (49)	95,6 (48)	95,3 (46)
Cal. (2020)	7,7 (42)	97,6 (44)	70,7 (47)	8,6 (61)	87,1 (56)	93,6 (49)	100,0 (48)	78,0 (43)
Torrelameu (2020)	3,7 (49)	35,3 (46)	33,2 (45)	8,5 (48)	91,1 (48)	100,0 (46)	100,0 (47)	94,3 (57)
Corbins (2020)	6,4 (49)	53,2 (48)	77,1 (55)	15,1 (47)	83,1 (48)	93,9 (46)	100,0 (48)	72,5 (43)
Miralcamp (2020)	12,7 (34)				81,8 (11)	92,5 (31)	100,0 (48)	100,0 (54)
<b>Zona de manzano</b>								
Girona* (2018)	83,7 (53)	100,0 (51)	100,0 (53)	75,1 (47)	80,2 (47)	93,5 (49)	91,2 (49)	90,6 (46)
Torroella (2020)	81,2 (56)	95,7 (47)	69,4 (47)	40,1 (48)	93,6 (56)	82,6 (47)	97,9 (47)	85,1 (48)
Ullà (2020)	100,0 (49)	69,1 (46)	71,1 (54)	41,4 (47)	91,6 (49)	91,8 (49)	100,0 (51)	76,3 (61)

\* Poblaciones criadas en laboratorio desde el año 2017 con reintroducciones de individuos de campo. Los números entre paréntesis son el número de insectos tratados.

agua destilada, que era con lo que se diluían los productos insecticidas. A los 30 minutos del tratamiento insecticida se colocaba una larva neonata en cada pocillo y se aislaba. Las placas con los tratamientos se colocaban a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  y 16:8 [Luz: Oscuridad] h de fotoperiodo. La mortalidad se revisaba a los cuatro días. La población de laboratorio, IEPVFA-Piasenza, se trató cada año para corroborar que las concentraciones discriminantes eran las correctas.

#### Análisis de datos

La eficacia insecticida en cada población de campo se expresó mediante la mortalidad corregida (Abbot, 1925). Se calcularon los ratios de resistencia (RR) dividiendo la mortalidad de la población susceptible con la obtenida en la población de

campo. Las poblaciones se clasificaron como resistentes cuando el  $RR \geq 10$ .

### Resultados y discusión

Se obtuvo un número suficiente de larvas neonatas para evaluar la toxicidad insecticida en cuatro poblaciones de la zona de hueso, cinco de la zona mixta y tres de la zona de manzanos, en Girona. Se pudieron probar todos los insecticidas en todas las poblaciones excepto en dos, Graninella, recogida en 2018, donde se probaron cuatro insecticidas, y Miralcamp, recogida en 2020, donde se probaron cinco. En todas las poblaciones, excepto en Menàrguens y Girona, se trataron las larvas neonatas F1, procedentes de la primera descendencia obtenida en laboratorio. En los ensayos de resis-

tencia es importante tratar las dos primeras generaciones obtenidas en laboratorio. En caso de reproducir la población más de dos generaciones pueden perderse algunas características que confieren resistencia. Las poblaciones de Menàrguens y Girona se recogieron durante el año 2017 y 2018 realizando varias introducciones de individuos de campo a lo largo del tiempo, para poder realizar distintos ensayos de la biología de la plaga, por lo que no cumplen con los requisitos necesarios. A pesar de ello, al realizar frecuentes reintroducciones, se decidió realizar los bioensayos para ver si presentaban diferencias con el resto de poblaciones de campo. Según los resultados de eficacia insecticida (**cuadro II**) los productos que obtuvieron una mayor toxicidad en todas las

# MADEX® TWIN

## Eficacia natural y fiable

INSCRITO EN EL R.O.P.F.: ES-00182



**Insecticida biológico**, formulado de granulovirus para el control combinado de *Carpocapsa* y *Grafolita*

- Alta compatibilidad con otros productos.
- Ideal para la gestión de las resistencias.
- Sin LMR ni plazo de reentrada
- Buena resistencia a la lluvia
- Apto para agricultura ecológica y producción integrada.



# Andermatt

• • • • • Iberia



**Alimentación y medio ambiente saludables para todos**

poblaciones fueron los que contenían los ingredientes activos indoxacarb, tiacloprid, metil-clorpirifos y spinetoram, con unos rangos de mortalidad entre 80,2-97,6%; 82,2-100%; 91,2-100%; y 72,5-100%, respectivamente. Los productos con deltametrina y metoxifenocida fueron los que produjeron, en general, una menor mortalidad en las poblaciones de campo con mortalidades entre 3,7-100% y 6,3-75,1%, respectivamente. Clorantraniliprole tuvo una eficacia entre 35,3-100%, con eficacias iguales o inferiores al 73,5% en siete de las doce poblaciones evaluadas. Fosmet tuvo una eficacia entre 32,8-100%, con eficacias iguales o inferiores a 73,8% en ocho de las doce poblaciones evaluadas. Cabe destacar que las poblaciones de la zona de manzano de Girona resultaron mucho más susceptibles a la deltametrina que las poblaciones procedentes de las dos zonas productivas de Lleida. En el **cuadro III** aparecen los ratios de



resistencia de las poblaciones de los distintos ingredientes activos estudiados. El producto con deltametrina fue el que obtuvo un mayor número de poblaciones resistentes, Torrelameu, Corbins y Cal. obtuvieron RR de 26,0, 15,5 y 12,5, respectivamente; además de presentar otras poblaciones como Zaidín, Graninella y Miralcamp una baja susceptibilidad, con

RR que oscilaban entre 6,8 y 7,6. Metoxifenocida también obtuvo un RR superior a 10 en tres poblaciones: President, Cal y Torrelameu con valores de 14,9, 10 y 10,2, respectivamente. El resto de las poblaciones resultaron susceptibles al producto, obteniendo baja susceptibilidad únicamente la población Miralcamp con un RR de 5,7. Tiacloprid y metil-clorpirifos, productos no registrados en la actualidad, eran productos muy efectivos contra grafolita a pesar de llevar muchos años en el mercado, y al igual que spinetoram e indoxacarb presentaban unos RR muy próximos a 1. Clorantraniliprole ha sido un ingrediente activo muy utilizado desde su registro, en 2011, tanto para el control de carpocapsa como de grafolita. A pesar de ello, su eficacia en laboratorio es alta y únicamente un población presenta un RR superior a 2. Las fincas con una menor susceptibilidad a fosmet que la población de laboratorio son tres.

**CUADRO III.** RATIO DE RESISTENCIA (RR) DE LOS INSECTICIDAS A LA CONCENTRACIÓN DIAGNÓSTICO CL<sub>90</sub> (MG A.I./L) OBTENIDO A PARTIR DE LA MORTALIDAD CORREGIDA (%) EN LARVAS NEONATAS DE POBLACIONES DE CAMPO DE GRAPHOLITA MOLESTA.

Poblaciones	Ingrediente activo							
	Deltametrina	Clorantraniliprole	Fosmet	Metoxifenocida	Indoxacarb	Tiacloprid	Metil-clorpirifos	Spinetoram
Lab (2018)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Lab (2020)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Zona de hueso</b>								
Pubilla (2018)	3,4	1,0	1,2	2,2	1,1	1,0	1,0	1,2
Saidí (2018)	7,3	1,5	1,1	3,3	1,2	1,1	0,9	1,1
Graninella (2018)	6,8	1,4	2,2	3,4				
President (2018)	2,9	1,4	2,8	14,9	1,0	1,2	0,9	1,0
<b>Zona mixta</b>								
Menàrguens* (2018)	2,8	1,3	1,3	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0
Cal. (2020)	12,5	0,9	1,2	10,0	1,0	0,9	1,0	1,1
Torrelameu (2020)	26,0	2,6	2,6	10,2	0,9	0,9	1,0	0,9
Corbins (2020)	15,1	1,7	1,1	5,7	1,0	0,9	1,0	1,2
Miralcamp (2020)	7,6				1,0	0,9	1,0	0,9
<b>Zona de manzano</b>								
Girona* (2018)	1,2	1,0	0,9	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1
Torroella (2020)	1,2	1,0	1,2	2,2	0,9	1,0	1,0	1,0
Ullà (2020)	1,0	1,3	1,2	2,1	0,9	0,9	1,0	1,2

RR = Mortalidad corregida de IEPVFA-P / mortalidad corregida de la población de campo. \* Poblaciones criadas en laboratorio desde el año 2017 con reintroducciones de individuos de campo. La población susceptible de laboratorio, IEPVFA-P, fue utilizada como población de referencia

Las poblaciones recogidas en Girona fueron, en todos los casos, susceptibles a todos los productos probados, ya que los RR obtenidos eran muy próximos a 1. La población de Huesca testada, Zaidín, presentó resultados similares a las poblaciones pertenecientes a la zona de frutales de hueso de Lleida.

Estos resultados nos indican que, en la zona de Lleida, el uso de deltametrina está

muy extendido. La aplicación de piretroides para el control de mosca es habitual, tanto en los frutales de hueso como en los de pepita, y también es común su uso en el control de lepidópteros en momentos próximos a cosecha. Sin embargo, vemos que su eficacia en laboratorio, donde las condiciones de uso son óptimas, es extremadamente baja en algunas poblaciones por lo que su efecto en campo debe ser inapreciable. En la zona de Girona, el control de la mosca de la fruta en manzanos se realiza de forma generalizada mediante captura masiva o atracción y muerte, siguiendo los criterios de tratamiento de la norma técnica de Producción Integrada

([http://agricultura.gencat.cat/web/content/ag\\_agricultura/ag03\\_produccio\\_integrada/documents/normes\\_tecnicas\\_produccio/fitxers-estatics/Annex-V\\_Fruita-Llavor.pdf](http://agricultura.gencat.cat/web/content/ag_agricultura/ag03_produccio_integrada/documents/normes_tecnicas_produccio/fitxers-estatics/Annex-V_Fruita-Llavor.pdf)) basados en las capturas obtenidas en las trampas, lo que reduce de forma significativa las aplicaciones necesarias. En Lleida, los frutales de hueso son más susceptibles al ataque de la mosca de la fruta por lo que, a pesar de realizar captura masiva o atracción y muerte, los tratamientos se realizan con unos umbrales más bajos o por precaución una vez detectadas capturas. No obstante, el uso de captura masiva o atracción y muerte no es habitual en los



Peine anal.  
Foto: Adriana Escudero.

manzanos de la zona mixta, y su uso ayudaría a reducir los niveles poblacionales de la mosca una vez los frutos de hueso estuvieran recogidos y evitaría tratamientos en dichos frutales.

En cuanto a los tratamientos destinados al control de lepidópteros sería necesario generalizar el uso de confusión sexual en las zonas con un vuelo elevado de grafolita para evitar que el crecimiento progresivo y descontrolado de la plaga acabe afectando a los frutales de pepita de forma general. El huésped principal de grafolita son los frutales de hueso, sin embargo, una vez recogida la cosecha dejan de realizarse tratamientos insecticidas y la plaga puede aumentar su población desarrollándose en los brotes, y además, se produce una dispersión de la plaga hacia los frutales de pepita colindantes (Sciarretta y Trematerra, 2006). Estos frutales, si son de recolección tardía proveen de fruta a las larvas antes de llegar al periodo de diapausa y permiten el crecimiento de las poblaciones. Así pues, el riesgo de incremento poblacional es más importante en la zona mixta de cultivos que en la zona de frutales de hueso, donde las poblaciones están sujetas al uso de confusión sexual, que permanece en campo durante todo el periodo vegetativo del árbol. Otro cambio importante para controlar estas pla-

gas y reducir los niveles de resistencia sería el uso de otros principios activos como el virus de la granulosis, *Bacillus thuringiensis* y la azadiractina, o bien la combinación de productos poco residuales para controlar las generaciones próximas a la cosecha como pueden ser las espinosinas o emamectina, respetando las normas del manejo de resistencias, no aplicando insecticidas de la misma familia química en

generaciones sucesivas.

Para poder equiparar estos resultados de laboratorio a la eficacia de los productos en campo se deberían tener en cuenta muchos otros factores que van ligados a las características del producto y del campo donde se realiza la aplicación, como son la persistencia y el efecto de las distintas condiciones agronómicas sobre el mismo. Sin embargo, estos estudios son de gran utilidad para poder planificar los posibles tratamientos insecticidas y establecer una estrategia anti resistencia específica para cada zona. ■

## BIBLIOGRAFÍA

Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267.

Bosch, D. Eficacia de nuevos insecticidas químicos en poblaciones españolas de campo de carpocapsa. *Vida Rural* 435, Septiembre 2017.

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Annex V. Norma tècnica de producció integrada de fruita de llavor. [http://agricultura.gencat.cat/web/content/ag\\_agricultura/ag03\\_produccio\\_integrada/documents/normes\\_tecnicas\\_produccio/fitxers-estatics/Annex-V\\_Fruita-Llavor.pdf](http://agricultura.gencat.cat/web/content/ag_agricultura/ag03_produccio_integrada/documents/normes_tecnicas_produccio/fitxers-estatics/Annex-V_Fruita-Llavor.pdf)

Kovanci OB, Walgenbach JF, Kennedy GG, 2004. Evaluation of extended-season mating disruption of the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lep., Tortricidae) in apples. *J. Appl. Entomol.* 128: 664-669.

Pollini, A.; Bariselli, M. 1993. *Cydia molesta*: pest on the increase and defence of pome fruits. *Informatore Agrario* 49: 19-21.

Rothschild, G.H.L.; Vickers, R.A. 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth. In: *World Crop Pests*, Vol. 5. Tortricid Pests their Biology, Natural Enemies and Control. Ed. by van der Geest LPS, Evenhuis HH, Elsevier, Amsterdam, 389-412.

Sciarretta, A.; Trematerra, P. 2006. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia lineatella* males in an agricultural landscape. *J. Appl. Entomol.* 130(2): 73-83.