

## Control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) con granulovirus y confusión sexual en plantaciones de manzano de Asturias

M. MIÑARRO Y E. DAPENA

Se ha experimentado en plantaciones de manzano de sidra y mesa en Asturias el control de la carpocapsa *Cydia pomonella* (L.) mediante granulovirus y la utilización de difusores de la feromona sexual específica ((E,E)-8,10-dodecadien-1-ol).

El tratamiento con granulovirus permitió reducir los daños por carpocapsa desde más de un 23 % de los testigos a un 5 % y un 2 % de manzanas dañadas cuando se dieron 2 ó 6-8 aplicaciones, respectivamente. Los granulovirus empleados, pertenecientes a dos casas comerciales diferentes, presentaron una eficacia semejante salvo en una de las parcelas.

La técnica de confusión sexual fue satisfactoria (daños inferiores al 2,7 %) cuando se aplicaron inicialmente 3 tratamientos de granulovirus. Sin embargo, la confusión sexual por sí sola no fue suficiente para controlar este lepidóptero (18 % de daños). Una densidad de carpocapsa relativamente alta y la posible inmigración de hembras fecundadas de parcelas próximas podrían ser las principales causas.

En todos los casos, el porcentaje de frutos dañados en el suelo fue significativamente superior al registrado en el árbol, reflejando que las manzanas agusanadas caen antes. Por otro lado, la reducción de daños respecto al testigo se acompañó de una disminución en el número de larvas invernantes atrapadas en las bandas de cartón colocadas en el tronco de los árboles.

M. MIÑARRO Y E. DAPENA. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo.13. 33300. Villaviciosa (Asturias).

**Palabras clave:** *Malus domestica*, *Cydia pomonella*, Granulovirus, Confusión sexual

### INTRODUCCIÓN

La carpocapsa *Cydia pomonella*, que en estado larvario penetra en los frutos produciendo el característico agusanado de la manzana, es la principal plaga en las plantaciones adultas de manzano en Asturias.

En condiciones naturales, las poblaciones de carpocapsa disminuyen por la intervención de sus enemigos naturales: miridos y antocóridos (Heteroptera), *Forficula auricularia* (Dermaptera), carábidos (Coleoptera), *Parus* spp. (Passeriformes), que actúan en diferentes etapas de su ciclo vital (Glen, 1982). La realización de una serie de prácti-

cas culturales como la retirada periódica de manzanas visiblemente dañadas, de la corteza suelta para reducir el número de refugios de invernada, y de todas las manzanas del suelo tras la cosecha, así como la colocación de bandas de cartón para atrapar larvas diapausantes también puede contribuir a reducir sus poblaciones (Judd *et al.*, 1997). Sin embargo, para mantener el daño causado por la carpocapsa por debajo de unos umbrales económicos aceptables, no son suficientes, por sí solas, ni la acción de la fauna auxiliar (Solomon y Glen, 1979; Glen, 1982; Elmer *et al.*, 1988) ni la práctica de las labores citadas (Judd *et al.*, 1997).

Por ello, se han venido aplicando tratamientos contra esta plaga basados fundamentalmente en el empleo de insecticidas químicos: primero, de amplio espectro (arsenatos, clorados, piretroides, organofosforados) y, más recientemente, inhibidores y reguladores del crecimiento. Estos insecticidas de síntesis, en especial los primeros, resultan dañinos para la fauna auxiliar y pueden favorecer el desarrollo de otras plagas aún más difíciles de controlar (Whalon y Croft, 1984). Por otro lado, es conocido el elevado potencial de la carpocapsa para desarrollar resistencia a insecticidas (Hough (1928), citado en Sauphanor *et al.*, 1998). Actualmente en las poblaciones de carpocapsa del sudeste de Francia, se ha detectado resistencia a organofosforados (metil-azinfos, fosalone, dimetoato), piretroides (deltametrín, bifentrín), inhibidores del crecimiento (diflubenzurón, triflumurón, teflubenzurón), y reguladores del crecimiento (fenoxicarb, tebufenoides). Muchas de estas resistencias son simultáneas, por lo que se duda de la implantación de un programa de rotación de insecticidas como método para interrumpir la selección de genes de resistencia (Sauphanor *et al.*, 1998).

Por otra parte, es necesario considerar la toxicidad de estos insecticidas sintéticos tanto para el productor como para el consumidor, el efecto contaminante para el medio ambiente, y la demanda, cada vez mayor, de productos libres de residuos.

Todo ello ha conducido a la puesta a punto de otros métodos de control no perjudiciales, como son el virus de la granulosis de la carpocapsa y la técnica de confusión sexual.

El virus causante de la granulosis de la carpocapsa fue aislado por primera vez en poblaciones naturales de carpocapsa de México en 1963 (Tanada, 1964). Tras ser ingerido, destruye las células de la larva al producirse la replicación viral. Dado que actúa únicamente sobre los estadios larvarios y que el tiempo de exposición de éstos es limitado, es preciso el establecimiento de unos umbrales de captura, así como el segui-

miento del vuelo mediante trampas de feromonas para realizar una correcta aplicación del granulovirus.

Por otro lado, la técnica de confusión sexual se basa en la saturación del ambiente con la feromona sexual específica de la carpocapsa, dificultando el encuentro y acoplamiento entre machos y hembras, y la puesta de huevos fértiles. Entre los mecanismos por los que se interrumpe la orientación normal de los machos se citan la habituación o saturación de los receptores antenales, la competencia con los puntos de emisión de las hembras, y el camuflaje de éstos (Cardé y Minks, 1995; Gut y Brunner, 1996).

El objetivo principal de este trabajo ha sido comprobar si el granulovirus y la confusión sexual son dos métodos de control de carpocapsa aplicables a las plantaciones de manzano de Asturias. Para ello, se ha determinado su nivel de eficacia en el control del porcentaje de manzanas agusanadas y el efecto causado en las poblaciones de carpocapsa. En el caso del granulovirus se ha comparado la eficacia de los productos de las marcas comerciales Madex y Calliope.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Parcelas de ensayo.** Los diferentes ensayos se llevaron a cabo en el año 1998 en 5 parcelas del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario en Villaviciosa, y en 5 fincas colaboradoras, situadas en Miravalles (Villaviciosa), Pruvia y San Cucao (Llanera), y Villazón (Salas). En la Tabla 1 se recoge una breve descripción de todas ellas y el tipo de ensayo efectuado en cada una.

**Ensayos de granulovirus.** En las plantaciones experimentales de Villaviciosa se aplicó el granulovirus de Madex a PE1 (Parcela Experimental 1) y el de Calliope a PE2. La plantación PE3, donde no se realizó ningún control de carpocapsa, fue utilizada como testigo. En la pomarada de Villazón se

Tabla 1. Descripción de las parcelas y tipo de ensayo efectuado en cada una.

Parcela	Año plantación	Variedades	Superficie (m <sup>2</sup> )	Portainjertos	Marco plantación (m x m)	Tratamiento
PE1	1988	sidra y mesa	10000	MM 106	5,5 x 2,5	granulovirus (Madex)
PE2	1995	sidra y mesa	6000	Pajam 2	4,5 x 1,5	granulovirus (Calliope)
PE3	1995	sidra y mesa	3000	Pajam 2	4,5 x 1,5	testigo
PE4	1989	sidra	5000	MM 106	5,5 x 2,5	confusión sexual
PE5	1992	sidra y mesa	4000	MM 106 / M 9	5,5 x 2,4 / 4,5 x 1,75	granul. Madex + confusión sexual
MIRAVALLS	1995	sidra	8000	MM 106	6 x 3	granul. Madex + confusión sexual
SAN CUCAO	1990	sidra y mesa	10000	MM 106	5,5 x 2,5	granul. Madex + confusión sexual
VILLAZÓN	1993	mesa	8000	M 9	4,5 x 1,75	granulovirus (Madex / Calliope)
PRUVIA	1992	mesa	4000	M 9	4,5 x 2	granulovirus (Madex / Calliope)

realizó un diseño en bloques al azar con 3 niveles (Madex, Calliope y testigo) y 2 repeticiones. En la finca de Pruvia se utilizó el mismo diseño pero con 3 repeticiones y sin testigo. Los diseños en bloques se efectuaron para evitar el efecto varietal.

**Ensayos de confusión sexual.** En los ensayos de confusión sexual, la introducción de un testigo en la parcela subestimaría la eficacia de la confusión sexual, de modo que el error estadístico de tipo II podría ser mayor que el error de tipo I cometido en una plantación sin testigo (Judd *et al.*, 1997). Así pues, siempre que se pudo, se utilizó como testigo una parcela cercana a la plantación de ensayo. En Villaviciosa, la plantación PE3 sirvió de testigo para comprobar la eficacia del ensayo de confusión sexual llevado a cabo en PE4 y del ensayo de combinación de granulovirus y confusión sexual realizado en PE5. En Miravalles se escogió como testigo una parcela cercana. En San Cucao no fue posible encontrar una parcela testigo.

**Difusores de confusión sexual.** La feromona fue distribuida mediante los difusores Nomate-Ecogen, que contienen 120 mg de (E,E)-8,10-dodecadien-1-ol por difusor, constituyente principal de la feromona sexual de la carpocapsa (Roelofs *et al.*, 1971). Los difusores fueron colocados a



Foto 1. Difusor de la feromona sexual de la carpocapsa de Nomate-Ecogen

razón de 1000 / ha, 1 ó 2 en cada árbol, dependiendo del marco de plantación. Se pusieron siempre en el eje principal del árbol a 1 m del extremo apical, situándose el segundo difusor en un rama lateral, aproximadamente 1 m por debajo del primero. Los bordes de la parcela fueron reforzados, llevando siempre 2 difusores cada árbol.

En la parcela PE4 los difusores fueron colocados el 8 de mayo, pocos días antes de que se previera la emergencia del primer adulto de carpocapsa, basándose en el registro de capturas de años anteriores en el SERIDA. En los ensayos de utilización conjunta de confusión sexual y granulovirus, los

difusores se instalaron después de aplicar el tercer y último tratamiento de granulovirus: el 20 de junio en las parcelas de San Cucao y Miravalles y el 23 de junio en PE5.

**Trampas de feromona.** Una trampa de feromona de tipo delta fue colocada en cada una de las parcelas a fin de estimar la duración del vuelo, el momento aproximado de mayor actividad ovipositora y la densidad de la población. En las parcelas donde se ensayó la confusión sexual se colocaron 5 trampas para constatar la dificultad de los machos para encontrar un punto de emisión de feromona.

Las trampas delta utilizadas consistieron en prismas de plástico de sección triangular, de 12 cm de altura, con una lámina de plástico de 19 x 19,5 cm en su interior sobre la que se puso un difusor de feromona de 1 mg de Bioprox; estos difusores fueron reemplazados cada 4-5 semanas. Las trampas se situaron a 1,5 m del suelo, cerca del centro de la plantación, a principios de mayo. Los recuentos y retirada de capturas se efectua-

ron 3 veces a la semana en las parcelas experimentales de Villaviciosa, y al menos una vez a la semana en las fincas colaboradoras, desde el momento de su colocación hasta últimos de septiembre.

**Aplicación del granulovirus.** Para la realización de estos ensayos se han tomado como referencia las experiencias del INRA (Institute National de Recherches Agronomiques) de Montfavet (Francia) en cuanto a umbrales de tratamientos y cadencia de los mismos (Audemard, 1979; Audemard *et al.*, 1989), así como las dosis recomendadas por el fabricante.

Se diluyeron 150 ml del granulovirus de Calliope, con una concentración de  $6,7 \times 10^{12}$  gránulos/litro, en 100 l de agua. El granulovirus de Madex ( $3 \times 10^{13}$  gránulos/litro) fue pulverizado a una dosis de 10 ml en 100 l de agua. Siguiendo las instrucciones del fabricante, al preparado de Madex se añadieron 50 cc de Nu-film-17 y 500 g de azúcar, para protegerlo de los rayos UV y mejorar la apariencia por el producto.



Foto 2. Trampa de feromona de tipo delta

El primer tratamiento fue aplicado cuando se acumularon 90 grados-día, que es el tiempo estimado para la eclosión de los huevos, desde el momento en que se superó el umbral de 2 capturas/trampa/semana y cuando la temperatura máxima durante dos días consecutivos fue igual o superior a 18 °C. Para calcular los grados-día se restaron 10 °C a la temperatura media diaria, por ser esta temperatura el umbral de desarrollo de esta especie. Los datos de temperatura procedieron de la Estación Meteorológica automatizada del SERIDA.

Posteriores pulverizaciones fueron dadas cada 12-15 días mientras se mantuvo el riesgo de daño: más de 2 capturas/trampa/semana. Si el riesgo cesaba y más tarde volvía a superarse ese umbral de 2 capturas, se calculaban de nuevo esos 90 grados-día para reanudar el tratamiento.



Foto 3. Manzana agusanada por larva de carpocapsa

**Medida de la eficacia de los tratamientos.** Para estimar la eficacia de los tratamientos se registró el porcentaje de manzanas dañadas en el momento de la cosecha y el número de larvas invernantes atrapadas en bandas de cartón.

El método de muestreo de daños se diseñó asumiendo que normalmente las manzanas

atacadas por carpocapsa caen prematuramente al suelo (Jaques *et al.*, 1994), si bien se produce también una caída natural de manzana. Así pues, en base a trabajos previos realizados por nuestro grupo de investigación, se estableció que el 25 % de la muestra lo constituirían manzanas del suelo y el 75 % restante manzanas cogidas directamente del árbol. Las manzanas fueron examinadas *in situ* en la época de recolección, considerando frutos dañados aquellos en los que la carpocapsa había llegado a penetrar.

Las bandas de cartón, de 10 cm de ancho, fueron enrolladas alrededor del tronco, siendo protegidas del ataque de pájaros o caracoles por redcillas de plástico. Se pusieron a primeros de julio y se retiraron a finales del otoño, anotando en ese momento el número de larvas diapausantes.

**Análisis de datos.** Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico SPSS 5.0 para Windows. Las diferencias en el porcentaje de frutos dañados fueron comprobadas mediante los tests no paramétricos de Kruskal-Wallis o de Mann-Whitney, dependiendo del número de clases. Para contrastar el porcentaje de manzanas dañadas en el suelo y en el árbol se realizaron tests no paramétricos de Wilcoxon para muestras pareadas.



Foto 4. Banda de cartón para la recogida de larvas invernantes

El número de larvas invernantes en cada banda de cartón ( $x$ ) fue transformado para el análisis como  $\log(x+1)$ . Cuando se cumplieron los requisitos de normalidad y homocedasticidad, las diferencias en el número de larvas entre tratamientos se reflejaron mediante un ANOVA de un factor. En caso contrario se empleó un test no paramétrico de Mann-Whitney o de Kruskal-Wallis.

Para las comparaciones múltiples se utilizó el test a posteriori de Duncan. El nivel de significación empleado para todas las pruebas fue  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS

**Capturas de machos en trampas de feromonas.** En la Tabla 2 se muestra el número de capturas acumuladas durante toda la temporada y el período de vuelo de la carpocapsa (calculado como la diferencia de días entre la primera y la última captura) para cada parcela. La primera captura global se registró el 13 de mayo y la última el 1 de septiembre.

En las plantaciones donde se ensayó la confusión sexual se produjo una inhibición importante de capturas durante todo el período de vuelo de la carpocapsa. Por ejemplo en PE4 se atrapó un 97 % menos de machos que en PE1, parcela cercana de características similares. Del mismo modo, en las parcelas donde el tratamiento fue granulovirus más confusión sexual, la mayoría de las capturas se registraron antes de que los difusores de confusión sexual fuesen colocados (Tabla 2). El efecto inhibitorio se prolongó hasta el final del período de vuelo, de lo que se deduce que, en nuestras condiciones, la actividad de los difusores Nomate-Ecogen puede alargarse toda la temporada, no requiriendo ser recambiados. Este efecto podría prolongarse incluso hasta el año siguiente, pues en parcelas como la de Pruvia o PE5, donde permanecían difusores de confusión sexual de la temporada anterior, el número de capturas fue muy reducido: 5 en PE5 y 1 en Pruvia. Para facilitar el seguimiento del vuelo de la carpocapsa en plantaciones donde se emplea la técnica de confusión sexual puede ser interesante la utilización de trampas cebadas con difusores de feromona de 10 mg (Charmillot, 1990).

Tabla 2. Número de trampas de feromona, capturas a lo largo de toda la temporada y período de vuelo.

Parcela	Tratamiento	Trampas	Capturas*	Período**
PE1	granulovirus (Madex)	1	114	111
PE2 y PE3	granulovirus (Calliope)	1	37	90
PE4	confusión sexual	5	3	-
PE5	granulovirus + confusión sexual	5***	5(3/2)	-
MIRAVALLS	granulovirus + confusión sexual	5***	75(73/2)	-
SAN CUCAO	granulovirus + confusión sexual	5***	65(65/0)	-
VILLAZÓN	granulovirus (Madex / Calliope)	1	112	92
PRUVIA	granulovirus (Madex / Calliope)	1	1	-

\* Entre paréntesis capturas antes y después de colocar los difusores de confusión sexual.

\*\* Días transcurridos entre la primera y la última captura.

\*\*\* Una trampa delta se colocó al comienzo de la temporada; las otras 4 cuando lo difusores de confusión sexual.



Foto 5. Macho adulto de carpocapsa atrapado en una trampa tipo delta

**Porcentaje de daños.** En la Tabla 3 se recoge la fecha del primer tratamiento con granulovirus, el número de aplicaciones, el número de árboles y manzanas muestreados y el daño registrado en cosecha en los ensayos de granulovirus. Su utilización redujo satisfactoriamente los daños por debajo del 2 % cuando se realizaron de 6 a 8 aplicaciones, siendo en todos los casos el porcentaje de daños significativamente menor que en los testigos (tests de Kruskal-Wallis,  $P < 0,001$  para todos los casos). En la plantación de Pruvia el porcentaje de daños fue del 5 %. En esta parcela sólo se realizaron dos intervenciones de granulovirus al no haberse registrado nada más que una captura en la trampa de feromona, probablemente debido a una inhibición parcial de los difusores del año precedente.

Entre los bioinsecticidas de Madex y de Calliope no hubo diferencias significativas salvo en el ensayo realizado en Villazón, donde el granulovirus de Madex se mostró significativamente más efectivo en la reducción de daños (test de Mann-Whitney,  $P < 0,01$ ).

En la Tabla 4 se muestran los resultados del ensayo de confusión sexual y de su combinación con granulovirus. El empleo de la confusión sexual precedida de tres tratamientos del granulovirus de Madex redujo significativamente los daños respecto a los

testigos (test de Mann-Whitney,  $P < 0,001$  en Miravalles y en Villaviciosa), siendo el porcentaje de daños inferior en todos los casos al 3 %, y en dos de las parcelas (Miravalles y San Cucao) inferior al 2 %.

La técnica de confusión sexual por sí sola (parcela PE4) no fue suficiente para controlar los daños producidos por la carpocapsa, que agusanó más del 18 % de la cosecha, aunque los daños fueron significativamente menores que en la parcela testigo (test de Mann-Whitney,  $P < 0,01$ ). En esta parcela los daños fueron significativamente superiores en los árboles del borde de la plantación (considerando como tal la línea más externa) que en el centro de la misma (test de Mann-Whitney,  $P < 0,001$ ).

El nivel de daños en las plantaciones utilizadas como testigo se situó entre el 24 % y el 34 %.

En la Figura 1 se representa el porcentaje de daños en manzanas recogidas en el suelo y en el árbol en las parcelas experimentales del SERIDA, siendo en todos los casos los daños en las manzanas del suelo superiores a los muestreados en el árbol (tests de Wilcoxon,  $P < 0,001$ ). Así pues, al daño directo producido por la carpocapsa habría que añadir los de podredumbre que sufren parte de las manzanas agusanadas al caer prematuramente al suelo.

#### ***Población de larvas invernantes.***

El empleo de granulovirus tuvo como consecuencia una disminución significativa en el número de larvas invernantes atrapadas en las bandas de cartón (Tabla 3) en las parcelas de Villaviciosa (ANOVA,  $P < 0,001$ ) y Villazón (test de Kruskal-Wallis,  $P < 0,05$ ). Entre los granulovirus de Madex y Calliope no hubo diferencias significativas en ninguno de los ensayos.

En algunas plantaciones, la disminución del porcentaje de daños no se correspondió con una reducción en el número de larvas invernantes en comparación con el testigo.

Éste fue el caso de la parcela PE4, donde se utilizó confusión sexual, que con un por-

Tabla 3. Resultados de los ensayos de granulovirus. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente para  $\alpha = 0,05$ .

Parcela	Tratamiento	Aplicación granulovirus		Daño en cosecha			Larvas invernantes			
				Muestreo		% Daño (x ± d.t.)	Bandas cartón	Larvas/banda (x ± d.t.)		
				Número	1ª aplic.				Árboles	Manzanas
PE3	testigo	-	-	50	1600	23,75±10,02	a	50	4,30±3,60	a
PE2	granulovirus (Calliope)	6	22-may	50	1600	1,69±2,29	b	50	1,40±1,52	b
PE1	granulovirus (Madex)	8	22-may	50	3000	1,43±2,10	b	48	2,42±3,13	b
VILLAZÓN	testigo	-	-	21	224	25,45±13,47	a	13	2,38±3,38	a
	granulovirus (Calliope)	7	26-may	42	846	1,89±3,43	b	16	0,37±0,62	b
	granulovirus (Madex)	7	26-may	35	530	0,19±0,60	c	29	0,59±0,68	b
PRUVIA	granulovirus (Calliope)	2	22-may	32	512	5,08±5,89	a	18	0,89±1,57	a
	granulovirus (Madex)	2	22-may	39	496	5,04±10,65	a	15	0,67±0,98	a

(x= promedio; d.t.= desviación típica)

Tabla 4. Resultados de los ensayos de confusión sexual y de su combinación con granulovirus. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente para  $\alpha = 0,05$ .

Parcela	Tratamiento	Aplicación granulovirus		Daño en cosecha			Larvas invernantes			
				Muestreo		% Daño (x ± d.t.)	Bandas cartón	Larvas/banda (x ± d.t.)		
				Número	1ª aplic.				Árboles	Manzanas
PE3	testigo	-	-	50	1600	23,75±10,02	a	50	4,30±3,60	b
PE4	confusión sexual	-	-	50	1600	18,25±10,15	b	33	12,18±11,82	a
PE5	granul. + conf. sex.	3	22-may	50	1600	2,69±3,29	c	29	3,50±4,66	b
MIRAVALLÉS	testigo	-	-	15	462	33,98±16,48	a	-	-	-
	granul. + conf. sex.	3	22-may	50	1520	1,98±3,09	b	46	0,74±1,02	-
SAN CUCAO	granul. + conf. sex.	3	24-may	50	2372	1,73±2,16	-	36	2,36±3,97	-

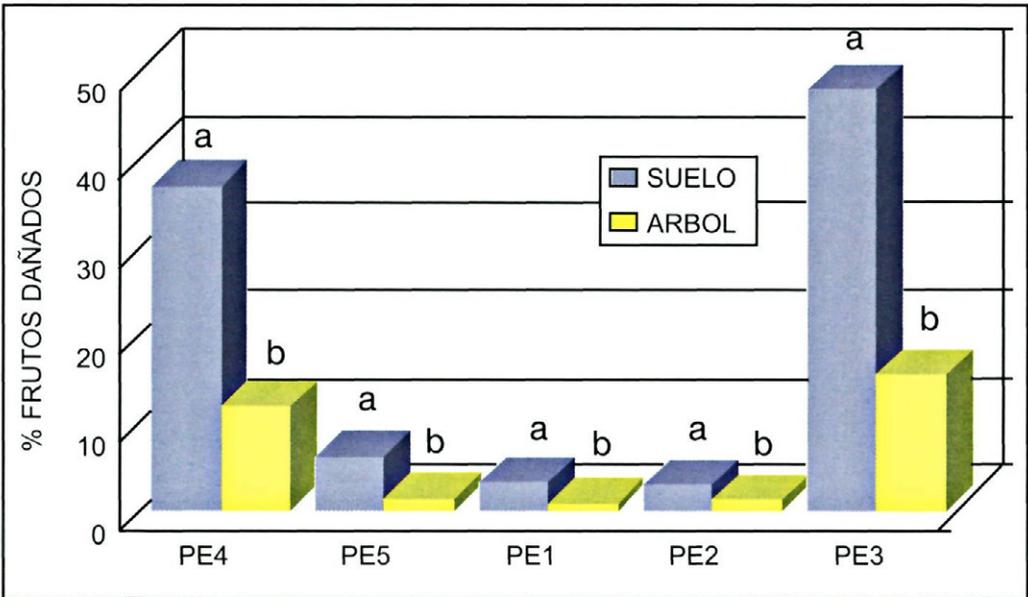
(x= promedio; d.t.= desviación típica)

centaje de daños menor que el testigo PE3, presentó una población de larvas en diapausa casi tres veces mayor (Tabla 4). Esto podría deberse a que el porcentaje de daños es una medida relativa, que además está relacionada inversamente con la carga de fruta (Audemard *et al.*, 1989; Clark y Gage, 1997) mientras que la población invernante, que es una medida absoluta, está limitada, por la disponibilidad de manzanas en el árbol (Wearing y Skilling, 1975; Clark y Gage,

1997), lo que explicaría que en la parcela PE4, más vieja (Tabla 1) y con una carga de fruta varias veces superior que PE3, fuese también superior el promedio de larvas invernantes.

Por otra parte, la eficacia de las bandas de cartón es elevada (en alguna banda se atraparón 50 larvas), y no debe menospreciarse su importancia en la disminución de las poblaciones de carpocapsa (Judd *et al.*, 1997).

Fig. 1. Porcentaje de manzanas dañadas en el muestreo en el árbol y en el suelo. Columnas seguidas de la misma letra no difieren significativamente para  $\alpha = 0,05$



## DISCUSIÓN

El elevado porcentaje de manzanas agusanadas en la pomarada testigo de Miravalles (34 %) evidencia el efecto dañino de esta plaga y la necesidad de su control. El empleo del granulovirus de la carpocapsa, tanto el de Madex como el de Calliope, ha resultado ser un método efectivo en nuestras condiciones para mantener los daños causa-

dos en las manzanas por este lepidóptero por debajo de un umbral de daño del 2 %, pudiendo resultar algo más eficaz en algún caso el de Madex. Su elevada especificidad, su inocuidad y su eficacia en el control de carpocapsa, contribuyen a aumentar y mejorar la calidad de la cosecha (Audemard *et al.*, 1989).

La carpocapsa es una plaga particularmente difícil de controlar debido al breve

período de exposición y a la limitada alimentación de la larva neonata entre la eclosión de los huevos y la penetración en la manzana (Jaques *et al.* 1994). Como, además, la acción y la persistencia de los productos fitosanitarios es reducida, es fundamental el establecimiento de la curva de vuelo a partir del registro de capturas para estimar los períodos de mayor riesgo de daño y determinar el momento de aplicación del granulovirus. El número de tratamientos realizados para controlar satisfactoriamente el daño causado por la carpocapsa, basándose en este registro y en el umbral de captura, fue de 6 a 8. Jaques *et al.* (1994) en Ontario (Canadá), donde la carpocapsa presenta, como en Asturias, dos generaciones, necesitaron 7 aplicaciones para mantener el agusanado por debajo del 4 %. La importancia de hacer un seguimiento del vuelo para realizar las aplicaciones de granulovirus se puso de manifiesto en la plantación de Pruvia, donde al no reflejar el registro de capturas la población existente, se produjeron daños del 5 %.

Un segundo efecto observado en las parcelas en las que se empleó el granulovirus fue la disminución de las poblaciones de carpocapsa, según se constata en la reducción del número de larvas invernantes recogidas en bandas de cartón. Además, parte de las larvas que sobreviven pueden llevar el virus latente, manteniéndolo en sus poblaciones y reduciendo así el potencial biótico de las mismas (Biache *et al.*, 1999). Por tanto, es de esperar que esta disminución progresiva de las poblaciones de carpocapsa lleve asociada una reducción en el número de aplicaciones de granulovirus, resultando por ello un método de control más interesante para el productor de manzana. Huber y Dickler (1977) observaron que la diferencia en la efectividad de 4 y 8 aplicaciones era inesperadamente baja. Por consiguiente, sería conveniente estudiar si, elevando el umbral de capturas necesario para realizar una intervención de granulovirus, se podría reducir también el número de tratamientos manteniendo la eficacia de éstos.

A falta de una mayor profundización en el

tema, el ensayo realizado para controlar los daños y las poblaciones de carpocapsa mediante el uso exclusivo de la técnica de confusión sexual ha arrojado resultados negativos; así, el porcentaje de daños del 18 % y el número de larvas invernantes, superior al de cualquier parcela, incluidas aquellas con una carga de fruta igual o superior, suponen un control insuficiente de las poblaciones de carpocapsa.

Dicho resultado podría haber sido causado por la inmigración de hembras fecundadas. El reducido tamaño de la parcela, la presencia de plantaciones próximas y el hecho de que se haya registrado un mayor porcentaje de daño en los bordes de la parcela refrendan esta hipótesis. Charmillot (1990) considera 3 ha el tamaño mínimo necesario para que la confusión sea efectiva y Calkins (1998) plantea que lo ideal sería la implicación de todos los productores de la zona para aplicar la confusión sexual a grandes extensiones de cultivo de manzano. Sin embargo se han obtenido resultados satisfactorios en parcelas de 1 ha (Bosch *et al.*, 1998) e incluso menores (Judd *et al.*, 1997; Vickers *et al.*, 1998).

También pudo suceder que la confusión sexual fuese incompleta. Esto podría parecer, en principio, poco probable si tenemos en cuenta la inhibición de capturas en la parcela PE4 (Tabla 2). No obstante, Charmillot (1990) comenta que la inhibición de capturas en parcelas con confusión sexual no supone suficiente garantía de que el método funcione cuando la población inicial es elevada, considerando que el límite para obtener buenos resultados con esta técnica está en 2 ó 3 larvas invernantes por árbol la temporada anterior. Vickers *et al.* (1998) estiman que el método puede ser viable si los daños el año anterior no superan el 0,2 %, y el número de larvas invernantes por metro de banda de cartón es menor de 1,3. En nuestro caso los daños en PE4 en el año 1997 llegaron al 1,9 %, por lo que según las conclusiones de Vickers *et al.* (1998), la densidad inicial de carpocapsa sería excesiva para controlar este lepidóptero mediante

el uso exclusivo de esta técnica.

Hemos visto que existen diversas restricciones al empleo de esta técnica y que, en principio, no puede ser recomendado su uso exclusivo en las plantaciones asturianas. Sin embargo, no debe descartarse su utilización, siendo necesario estudiar su empleo en plantaciones aisladas, de buen tamaño, así como con densidades iniciales de carpocapsa más bajas.

Cuando las poblaciones de carpocapsa son superiores a las recomendadas para emplear esta técnica, pueden obtenerse buenos resultados combinando la confusión sexual con otro método de control: Judd *et al.* (1997) consiguieron controlar los daños y reducir las poblaciones de este lepidóptero al complementar esta técnica con la ejecución de una serie de prácticas culturales; Bosch *et al.* (1998) y Vickers *et al.* (1998) han llegado a controlar los daños de carpocapsa mediante tratamientos químicos adicionales cuando las densidades iniciales eran consideradas como excesivas.

En nuestro caso, hemos visto que mediante su combinación con el granulovirus también se pueden obtener resultados satisfactorios, a la vez que se evitan los efectos secundarios de los insecticidas químicos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología (FICYT) (Proyecto FICYT PA-AGR-01) y al Principado de Asturias la financiación económica, y a las casas comerciales Agrichem y Calliope la cesión de los productos empleados en los ensayos. También quieren agradecer su contribución a los Drs. Jesús Avilla, Francisco Ocharan, Juan José Mangas y Pedro Castro, a los propietarios de las fincas colaboradoras, a Marta Pascual y al personal del Programa de Manzano del SERIDA.

MIÑARRO, M. y DAPENA, E. Control of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) by granulosis virus and mating disruption in Asturian apple orchards. *Bol. San. Veg. Plagas*.

## ABSTRACT

The results of the control study of codling moth with CpGV (*Cydia pomonella* granulosis virus) and pheromone-mediated mating disruption in Asturian cider and dessert apple orchards are reported.

In CpGV-treated orchards the damage level was below 2 % after 7-8 applications. With 2 sprays, damaged apples rose 5 %. In untreated plots, the damage level was always more than 23 %. In all but one, both tested commercial CpGv proved to be similarly effective. Combining pheromone dispensers with 3 CpGv sprays, the control of codling moth damage was less than 2.7 %. However, the percentage of fruit damage with mating disruption alone was 18 %. The influence of mated female immigration, orchard size and high initial populations in the failure of the pheromone test are discussed.

In all orchards the damage level was higher on the ground than on the tree, showing that damaged apples dropped prematurely. When codling moth damage level was diminished, the number of diapausing larvae trapped in cardboard bands was also reduced.

**Key words:** *Malus domestica*, *Cydia pomonella*, Granulosis virus, mating disruption.

## REFERENCIAS

- AUDEMARD, H., 1979: Lutte dirigée en verger de pommiers et prévision du risque. Le piégeage du carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) avec la phéromone sexuelle de synthèse Dodecadiène 8 E, 10 E OI-1. *La Défense des Végétaux*, **195**: 29-43.
- AUDEMARD, H., BLANC, M. y MONNET, Y., 1989: Lutte contre le carpocapse avec une préparation de virus de la granulose. *L'Arboriculture Fruitière*, **420**: 25-30.
- BIACHE, G., PERCHAT, S., QUENIN, H. y AUPINEL, P., 1999: La granulose du Carpocapse. *Phytoma*, **514**: 27-33.
- BOSCH, D., BURBALLA, A., SARASÚA, M. J. y AVILLA, J., 1998: Control de carpocapsa (*Cydia pomonella*) mediante confusión sexual y fenoxycarb. *Fruticultura Profesional*, **99**: 52-62.
- CALKINS, C. O., 1998: Review of the codling moth areawide suppression program in the Western United States. *Journal of Agricultural Entomology*, **15** (4): 327-333.
- CARDÉ, R. T. y MINKS, A. K., 1995: Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. *Annual Review of Entomology*, **40**: 559-585.
- CLARK, M. S. y GAGE, S. H., 1997: Relationship between fruit yield and damage by codling moth and plum curculio in a biologically-managed apple orchard. *The Great Lakes Entomologist*, **30** (4): 161-168.
- CHARMILLOT, P. J., 1990: Mating disruption technique to control codling moth in Western Switzerland. En: *Behaviour-modifying chemicals for insects: applications of pheromones and other attractants*. RIDGWAY, R. L., SILVERSTEIN, R. M. y INSCOE, M. N. (eds.) Marcel Dekker Inc., New York. pp. 165-182.
- ELMER, A. C., HAGLEY, E. A. C. y ALLEN, W. R., 1988: Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as predators of the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). *Canadian Entomologist*, **120**: 917-925.
- GLEN, D. M., 1982: Effects of natural enemies on a population of codling moth *Cydia pomonella*. *Annual of Applied Biology*, **101**: 199-201.
- GUT, L. J. y BRUNNER, J. F., 1996: Implementing codling moth mating disruption in Washington pome fruit orchard. *Tree Fruit Research and Extension Center. Information Series*. N° 1: 1-8. Washington State University.
- HUBER, J. y DICKLER, E., 1977: Codling moth granulosis virus: its efficiency in the field in comparison with organophosphorus insecticides. *Journal of Economic Entomology*, **70** (5): 557-561.
- JAQUES, R. P., HARDMAN, J. M., LAING, J. E., SMITH, R. F. y BENT, E., 1994: Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella* (Lep: Tortricidae) by granulosis virus. *Entomophaga*, **39** (3/4): 281-292.
- JUDD, G. J. R., GARDINER, M. G. T. y THOMSON, D. R., 1997: Control of codling moth in organically-managed apple orchards by combining pheromone-mediated mating disruption, post harvest fruit removal and tree banding. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **83**: 137-146.
- ROELOFS, W. L., COMEAU, A., HILL, A. y MILICEVIC, G., 1971: Sex attractant of the codling moth: characterization with electroantennogram technique. *Science*, **174**: 297-299.
- SAUPHANOR, B., BOUVIER, J-C. y BROSSE, V., 1998: Spectrum of insecticide resistance in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Southeastern France. *Journal of Economic Entomology*, **91** (6): 1225-1231.
- SOLOMON, M. E. y GLEN, D. M., 1979: Prey density and rates of predation by tits (*Parus* spp.) on larvae of codling moth (*Cydia pomonella*) under bark. *Journal of Applied Ecology*, **16**: 49-59.
- TANADA, Y., 1964: A granulosis virus of the codling moth, *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) (Olethreutidae, Lepidoptera). *Journal of Insect Pathology*, **6**: 378-380.
- VICKERS, R. A., THWAITE, W. G., WILLIAMS, D. G. y NICHOLAS, A.H., 1998: Control of codling moth in small plots by mating disruption: alone and with limited insecticide. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **86**: 229-239.
- WEARING, C. H. y SKILLING, L., 1975: Integrated control of apple pests in New Zealand. 5. Effect of larval density on the cocooning behaviour of fifth-instar codling moth larvae on young trees. *New Zealand Journal of Zoology*, **2** (2): 257-263.
- WHALON, M. E. y CROFT, B. A., 1984: Apple IPM implementation in North America. *Annual Review of Entomology*, **29**: 435-470.

(Recepción: 10 febrero 2000)

(Aceptación: 07 noviembre 2000)