

Parasitoides de carpocapsa *Cydia pomonella* en plantaciones de manzano de Asturias

M. MIÑARRO, E. DAPENA

Se ha realizado un estudio de los parasitoides que emergen de larvas de carpocapsa recolectadas mediante bandas de cartón en plantaciones de manzano de Asturias. Emergieron 257 parasitoides pertenecientes a 4 especies: *Ascogaster quadridentata* Wesmael (51,4 % del total de parasitoides), *Pristomerus vulnerator* Panzer (35,0 %), *Liotryphon caudatus* Ratzeburg (9,7 %) y *Trichomma enecator* Rossius (3,9 %). La tasa media de parasitismo fue del 15,1 %, aunque se registraron diferencias entre años (28,7 y 9,0 %) y entre plantaciones (3,2 - 38,5 %). También hubo variaciones en la tasa de parasitismo específica tanto entre años como entre plantaciones. *Liotryphon caudatus*, *T. enecator* y *P. vulnerator* emergieron antes que los adultos de carpocapsa y *A. quadridentata* ligeramente después. Además, los machos de *L. caudatus* emergieron antes que las hembras. La sex-ratio de *P. vulnerator* y *T. enecator* no difirió de 1:1, mientras que para *L. caudatus* fue significativamente mayor el número de hembras. *Ascogaster quadridentata* y *P. vulnerator* provocaron la castración de las larvas parasitadas así como una reducción en el tamaño de las mismas. *Ascogaster quadridentata*, *P. vulnerator* y *T. enecator* presentaron dos generaciones anuales, mientras que los datos sugieren que *L. caudatus* podría desarrollar al menos tres. La estrecha sincronización con la fenología de la carpocapsa sugiere que este lepidóptero podría ser el principal hospedador de estos cuatro parasitoides.

M. MIÑARRO, E. DAPENA. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) Apdo. 13. 33300. Villaviciosa. Asturias. Tel. 985 89 00 66; Fax. 985 89 18 54. mminarro@serida.org

Palabras clave: *Ascogaster quadridentata*, Carpocapsa, *Cydia pomonella*, *Liotryphon caudatus*, Manzano, Parasitoides, *Pristomerus vulnerator*, *Trichomma enecator*.

INTRODUCCIÓN

La carpocapsa, *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae), es atacada en todas las etapas de su ciclo de desarrollo por numerosos organismos, entre ellos otros artrópodos (GLEN, 1982; CROSS *et al.*, 1999; SOLOMON *et al.*, 2000). La mayoría de estos enemigos naturales son generalistas y su efecto en las poblaciones de esta plaga depende en gran medida de la densidad de presas alternativas, por lo que el efecto sobre las poblaciones de carpocapsa sólo sería sig-

nificativo con bajas densidades del lepidóptero y en estadios de larga duración como el invernante (MILLS y CARL, 1991). Entre los artrópodos, los parasitoides constituyen probablemente el grupo más específico y que mayor mortalidad causa en las poblaciones de carpocapsa (MILLS y CARL, 1991).

En muestreos recientes en Asia Central, de donde la carpocapsa es originaria, se han encontrado poblaciones escasas de este lepidóptero y tasas de parasitismo de hasta el 60 % (UNRUH, 1998; KUHLMANN y MILLS, 1999). Las primeras experiencias de control

Foto 1. Adulto de *Ascogaster quadridentata*.Foto 2. Adulto de *Pristomerus vulnerator*.

biológico de carpocapsa en EEUU tras la importación desde Asia Central de estos parasitoides han resultado prometedoras como una alternativa al control químico (UNRUH, 1998; KUHLMANN y MILLS, 1999). El complejo parasitoide de carpocapsa también ha sido estudiado en varias regiones de Europa, aunque las tasas de parasitismo son inferiores a las observadas en Asia Central (GEIER, 1957; COUTIN y COLOMBIN, 1960; COUTIN, 1974; RUSS y RUPF, 1975; SUBINPRASERT, 1987; ATHANASSOV *et al.*, 1997; ATHANASSOV *et al.*, 1998; RE *et al.*, 1998; RE *et al.*, 1999). En Asturias aún no se había muestreado el complejo parasitoide de car-

pocapsa a pesar de que este conocimiento resulta básico para desarrollar estrategias de manejo de las poblaciones de este lepidóptero que favorezcan el control biológico mediante parasitoides.

Los parasitoides de carpocapsa atacan sus huevos, larvas y pupas, aunque no necesariamente causan la muerte del hospedador en el estadio que parasitan. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio sobre los parasitoides que emergieron de poblaciones de carpocapsa recogidas en sus refugios de pupación en plantaciones de manzano asturianas, y que por tanto podrían haber sido parasitadas en estado de huevo, de larva

Foto 3. Adulto de *Liotryphon caudatus* con larva de carpocapsa.Foto 4. Adulto de *Trichomma enecator*.

o de prepupa (i.e. larvas de quinto estadio en su refugio). Los objetivos de este trabajo fueron la identificación de las especies de parasitoides, el conocimiento de su biología en relación a la carpocapsa y la determinación de la variabilidad de las tasas de parasitismo que sufre este insecto en Asturias.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología consistió básicamente en la recolección de larvas de carpocapsa con bandas de cartón, su mantenimiento y el seguimiento de la emergencia de parasitoides al año siguiente. Los muestreos se llevaron a cabo en los años 2000 y 2001 en tres plantaciones semiintensivas experimentales del SERIDA (plantaciones A, B y C) y en una plantación extensiva tradicional (D), todas ellas en el concejo de Villaviciosa.

La captura de larvas de carpocapsa se realizó mediante bandas de cartón ondulado de 10 cm de ancho enrolladas alrededor de los troncos de los manzanos. Los cartones fueron colocados en julio y retirados en otoño-invierno. De las bandas de cartón se extrajeron todas las larvas de carpocapsa, que fueron sexadas con el criterio de la presencia de esbozos gonadales en el sexto segmento abdominal de los machos. Machos,

hembras y otras larvas de tamaño inferior al habitual en larvas de quinto estadio y que nunca presentaron esbozos gonadales, fueron separados y metidos en botes cilíndricos de cristal de 15 cm de alto y 6 cm de diámetro de tapa agujereada. Las paredes interiores de los botes se forraron con cartón ondulado en el que las larvas tejieron un nuevo capullo. En 2000 los botes de cristal fueron conservados en el exterior, al abrigo de la lluvia y de la luz directa del sol. Lo mismo se hizo en 2001 hasta que con el comienzo de la emergencia los botes fueron trasladados al laboratorio para facilitar el seguimiento de la misma.

Por otro lado, con el propósito de comparar la parasitación en diferentes periodos, la mitad de las bandas colocadas en 2001 fueron retiradas y sustituidas por otras cada dos semanas. Las larvas se guardaron en placas Petri de 9 cm de diámetro con papel de filtro en la base con el que las larvas hicieron un nuevo capullo. Las placas se mantuvieron en el laboratorio desde el primer momento, excepto por un periodo de mes y medio durante el que se mantuvieron a 4 °C para que las larvas acumulasen horas de frío para salir de diapausa. La mortalidad de las larvas durante el invierno resultó muy grande en las placas Petri mientras que fue mínima en los



Foto 5. Larva de *Liotryphon caudatus* sobre larva de carpocapsa.



Foto 6. Comparación del exuvio de carpocapsa tras la emergencia del adulto (derecha) o del parasitoides *Trichomma enecator* (izquierda).

botes de cristal, por lo que se recomienda este segundo método para trabajos similares. En todos los casos, la emergencia de carpocapsa y de parasitoides fue controlada semanalmente.

La tasa de parasitismo se calculó de acuerdo con la emergencia de parasitoides y de adultos de carpocapsa:

$$\text{Tasa de parasitismo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ parasitoides}}{\text{N}^\circ \text{ parasitoides} + \text{N}^\circ \text{ adultos de carpocapsa}} * 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emergieron 257 parasitoides pertenecientes a 4 especies: *Ascogaster quadridentata* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) (51,4 %), *Pristomerus vulnerator* Panzer (Hymenoptera: Ichneumonidae) (35,0 %), *Liotryphon caudatus* Ratzeburg (Hymenoptera: Ichneumonidae) (9,7 %) y *Trichomma enecator* Rossius (Hymenoptera: Ichneumonidae) (3,9 %) (Cuadro 1). La tasa media de parasitismo fue del 15,1 %, si bien se registraron diferencias entre años y entre parcelas. También hubo diferencias en la tasa de parasitismo específica tanto entre años como entre plantaciones (Cuadro 1). Esta notable variabilidad en las tasas de parasitismo, que también se observa en estudios semejantes, puede depender entre otros factores de la toxicidad de los plaguicidas, cuyo empleo puede resultar en tasas de parasitismo menores (VOGT, 1997; ATHANASSOV *et al.*, 1997), el tamaño de la plantación, pues los requerimientos de superficie varían con las especies (KRUESS y TSCHARNTKE, 2000) o la presencia de fuentes de alimento en el cultivo, cuya ausencia puede resultar en una menor eficiencia de la parasitación al exigir al parasitoide adulto el desplazamiento a otras zonas de alimentación (LEWIS *et al.*, 1998).

En cuanto a la biología reproductiva de los cuatro parasitoides, todos ellos son solitarios (producen un solo individuo por hospedador) y koinobiontes (tras la parasitación

permiten el desarrollo del hospedador). MILLS (1994) agrupa los parasitoides en gremios según se desarrollen dentro o fuera del hospedador, según el estadio en que lo parasiten y según el estadio en que le provoquen la muerte. Según esta clasificación, *A. quadridentata* pertenece al gremio endoparasitoide huevo-prepupa, *P. vulnerator* al gremio endoparasitoide larva-prepupa, *L. caudatus* al ectoparasitoide prepupa y *T. enecator* al de los endoparasitoides larva-pupa (MILLS, 1994).

Respecto a la especificidad de la relación parasitoide-hospedador, para *A. quadridentata* y *T. enecator* se han señalado más de 20 y 15 hospedadores respectivamente (COUTIN, 1974). *Pristomerus vulnerator* parasita otros lepidópteros que se alimentan del manzano como *Hedya nubiferana* (Haworth), *Rhopobota naevana* (Hübner) (KIENZLE *et al.*, 1997) o *Spilonota ocellana* (Denis y Schiffermüller) (ATHANASSOV *et al.*, 1998). La gran incidencia de *L. caudatus* sobre las poblaciones de carpocapsa en Asia Central (UNRUH, 1998) sugiere una relación muy estrecha con la carpocapsa. No obstante, GEIER (1957) y KUHLMANN y MILLS (1999) apuntan que este parasitoide podría desarrollarse también sobre otros microlepidópteros. La presencia de estas cuatro especies de parasitoides en prácticamente todos los estudios euroasiáticos sobre el parasitismo de carpocapsa indica que este lepidóptero es un hospedador importante para todos ellos. De hecho, estas cuatro especies son, junto con *Microdus rufipes* Nees, *Pimpla turionellae* Linnaeus y *Elodia tragica* Meigen, los parasitoides de carpocapsa más comunes en Europa (GEIER, 1957; COUTIN y COLOMBIN, 1960; COUTIN, 1974; RUSS y RUPF, 1975; SUBINPRASERT, 1987; ATHANASSOV *et al.*, 1997; RE *et al.*, 1999).

La sincronización con el recurso a explotar permite optimizar el aprovechamiento del mismo, tanto en el caso del herbívoro que se alimenta de una especie vegetal como en el del parasitoide que explota dicho herbívoro. Así pues, un parasitoide para el que la carpocapsa sea su principal recurso debería

Cuadro 1. Parasitoides de carpocapsa por plantación (A, B, C y D) y año de emergencia.

	2001				2002				TOTAL		
	A	B	C	TOTAL	A	D	TOTAL	n	% relativo		
	n	n	n	n % relativo	n	n	n % relativo				
<i>Ascogaster quadridentata</i>	62	1	2	65	43,0	56	11	67	63,2	132	51,4
<i>Pristomerus vulnerator</i>	57	1	3	61	40,4	10	19	29	27,4	90	35,0
<i>Liotryphon caudatus</i>	24	-	-	24	15,9	-	1	1	0,9	25	9,7
<i>Trichomma enecator</i>	-	-	1	1	0,7	2	7	9	8,5	10	3,9
Adultos de carpocapsa	228	61	86	375	843	232	1075	1450			
Tasa de parasitismo total (%)	38,5	3,2	6,5	28,7	7,5	14,1	9,0	15,1			

adaptar su emergencia y el número de generaciones al de este hospedador. Respecto a la fenología de emergencia de los parasitoides se notó un mismo patrón en ambos años, saliendo *L. caudatus*, *T. enecator* y *P. vulnerator* antes que la carpocapsa y *A. quadridentata* ligeramente después (Fig. 1). Las fechas de emergencia de la Figura 1 difieren considerablemente entre años debido a las diferentes condiciones de almacenamiento de las muestras.

La emergencia de *A. quadridentata*, *P. vulnerator* y *T. enecator* parece seguir estrechamente la dinámica de su hospedador (Fig. 1; GEIER, 1957; COUTIN y COLOMBIN, 1960; COUTIN, 1974; ATHANASSOV *et al.*, 1997; SUCKLING *et al.*, 2002). Como estas especies

parasitan huevos (*A. quadridentata*) o larvas jóvenes (*P. vulnerator* y *T. enecator*), sincronizar la emergencia con la de su hospedador les permite utilizarlo como recurso desde el primer momento sin necesidad de hospedadores alternativos. Por otro lado, como estos tres endoparasitoides detienen su desarrollo hasta que la larva de carpocapsa de quinto estadio entra en su refugio (*A. quadridentata* y *P. vulnerator*) o pupa (*T. enecator*) y como pasan el reposo invernal en diapausa dentro de la larva hospedadora, potencialmente no pueden desarrollar más generaciones que las de su hospedador. Así pues, para optimizar este hospedador como recurso estos parasitoides deberían presentar dos generaciones (las que desarrolla la carpocapsa en Asturias).

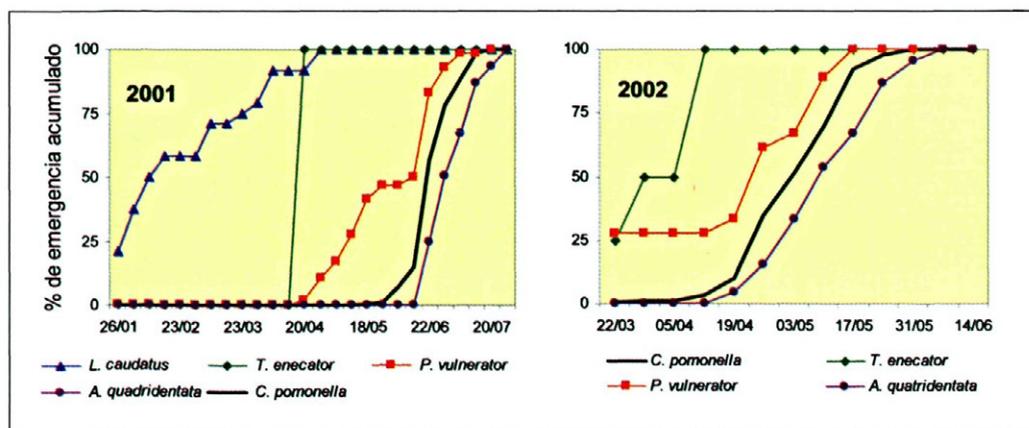


Figura 1. Emergencia de parasitoides y adultos de carpocapsa en 2001 y 2002.

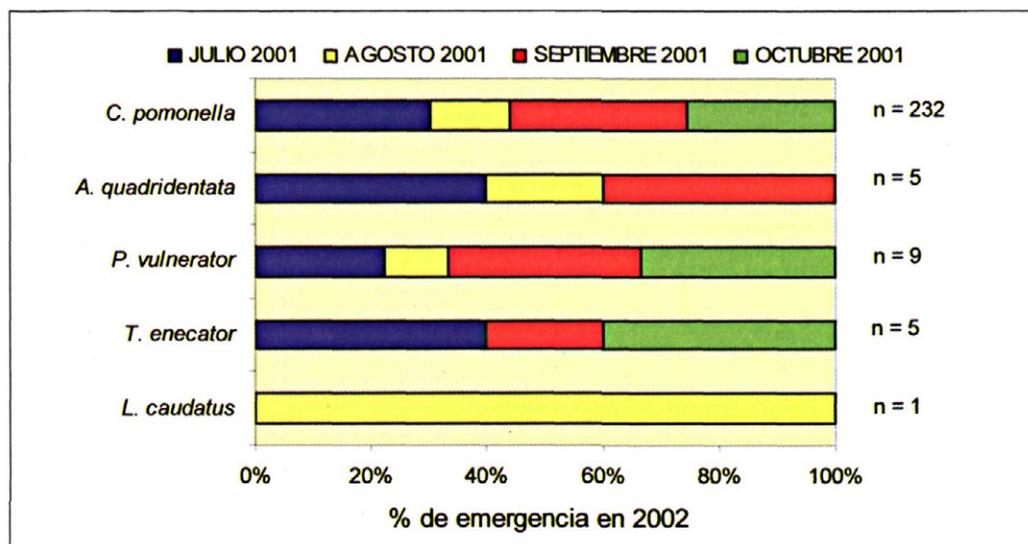


Figura 2. Emergencia de parasitoides y carpocapsa en 2002 según el mes en que fueron atrapadas las larvas de carpocapsa en 2001.

El recambio de las bandas de cartón cada quince días en 2001 permitió comprobar que una parte de la población de las cuatro especies de parasitoides emerge el mismo año en

que parasitan las larvas mientras que otra parte inverna dentro del hospedador y emerge el año siguiente. En la Figura 2 se representa la emergencia de los adultos de carpocapsa

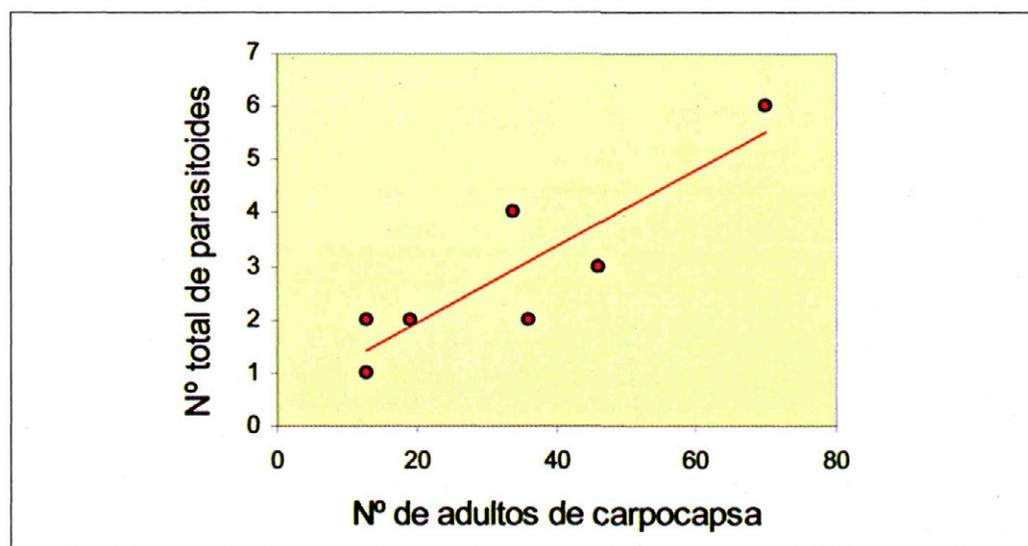


Figura 3. Relación entre el número de parasitoides (suma de todas las especies) y de adultos de carpocapsa emergidos en 2002 para cada fecha de recogida de muestras en 2001.

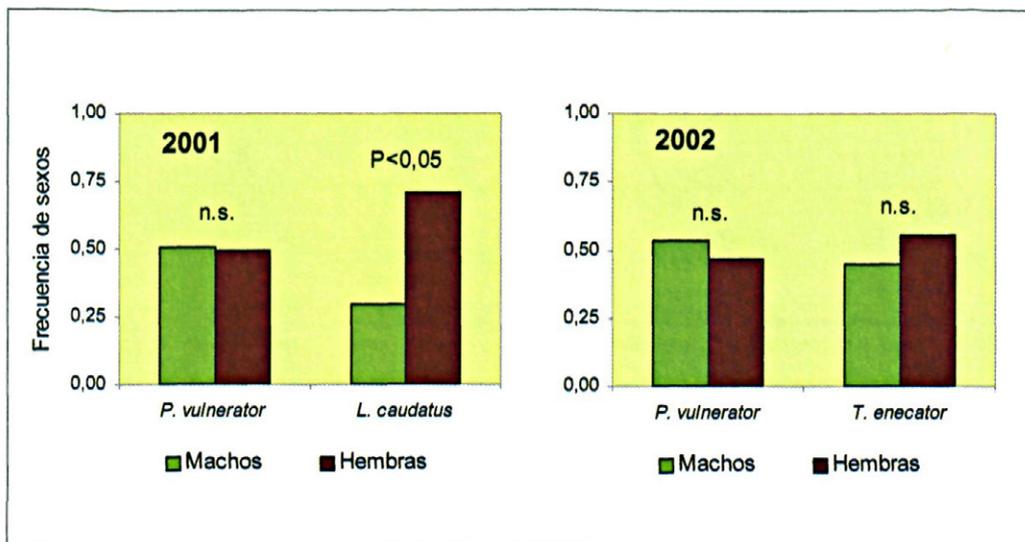


Figura 4. Frecuencia de sexos de *Pristomerus vulnerator*, *Liotryphon caudatus* y *Trichomma enecator* en 2001 y 2002.

capsa y de sus parasitoides en 2002 según el mes en que fueron cogidas las larvas en 2001. A pesar del escaso número de parasitoides consecuencia de la gran mortalidad que sufrieron las larvas en invierno en las placas Petri, los parasitoides se ajustan a la dinámica de su hospedador, como se confirmó en la Figura 1. De hecho, la emergencia de la carpocapsa y de sus parasitoides (considerados en global) se relacionó positivamente, es decir, que variaciones en el tiempo en la densidad del hospedador obtuvieron una respuesta lineal positiva por parte de los parasitoides ($r^2=0,78$; $F_{1,6}=17,82$; $P<0,01$; $y=0,48+0,07x$) (Figura 3). *Ascogaster quadridentata*, *P. vulnerator* y *T. enecator* emergieron de larvas recogidas en septiembre y/o en octubre, es decir de la segunda generación de carpocapsa, lo que indica que en nuestras latitudes, y utilizando la carpocapsa como hospedador, estos parasitoides desarrollan una segunda generación. Este bivoltinismo ha sido observado en Italia (RE *et al.*, 1999), en Suiza (GEIER, 1957) y en Francia (COUTIN y COLOMBIN, 1960), con la excepción de que COUTIN y COLOMBIN (1960) señalan a *A. quadridentata* como una especie univoltina.

Liotryphon caudatus, sin embargo, adelantó considerablemente su emergencia a la de la carpocapsa con la salida de nuevos individuos adultos en enero (Fig. 1). Como parasita el estado de prepupa, *L. caudatus* está poco representado en el muestreo estival de carpocapsa de 2001 (Fig. 2) y de ahí no se puede inferir nada sobre el número de generaciones. Sin embargo, se registró la salida de un individuo adulto en verano. Además, una hembra fue observada sobre una banda de cartón en el mes de noviembre de 2000, lo que indica que se pueden encontrar individuos adultos activos desde enero hasta noviembre. Como esta especie es un ectoparasitoide que ataca larvas de quinto estadio cuando están en su refugio, la emergencia temprana tendría un evidente valor adaptativo al permitir aumentar el número de generaciones aprovechando como recurso las larvas invernantes de carpocapsa (GEIER, 1957). Por otro lado, permanecer activos hasta el otoño facilita que un mayor número de individuos de carpocapsa alcance el estado de prepupa, que es el que esta especie parasita. Así pues, este parasitoide podría desarrollar en condiciones de bivoltinismo

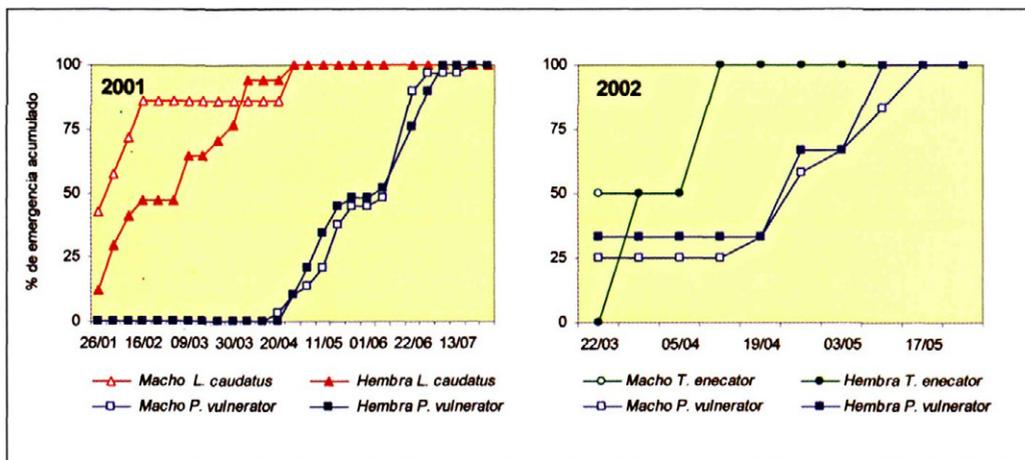


Figura 5. Emergencia de los parasitoides *Liotryphon caudatus* (2001), *Pristomerus vulnerator* (2001 y 2002) y *Trichomma enecator* (2002) según el sexo.

de carpocapsa al menos tres generaciones: dos sobre las dos de carpocapsa y una tercera, la descendiente de la que emerge en enero, que presumiblemente parasitaría larvas invernantes.

Esta buena sincronización entre parasitoide y hospedador, que permite a los parasitoides una mejor explotación de la carpocapsa como recurso, indica la importancia de esta especie para su desarrollo y es otra muestra más de una especificidad estrecha.

El balance de sexos también puede ser importante en el resultado del control biológico (ASANTE y DANTHANARAYANA, 1993). La frecuencia de sexos en *P. vulnerator* en ambos años ($\chi^2=0,02$; $P=0,90$ en 2000 y $\chi^2=0,14$; $P=0,71$ en 2001) y en *T. enecator* en 2001 ($\chi^2=0,11$; $P=0,74$) no difirió de la razón 1:1, mientras que sí lo hizo para *L. caudatus* en 2000 ($\chi^2=4,17$; $P<0,05$) con un sesgo significativo hacia una mayor presencia de hembras (Fig. 4). RE *et al.* (1999) obtuvieron el mismo resultado para *P. vulnerator* y para *L. caudatus* (*T. enecator* no fue encontrado en su estudio). *A. quadridentata* no fue sexado, aunque RE *et al.* (1999) observaron un mayor número de hembras que de machos. Además, mientras que machos y hembras de *P. vulnerator* y *T. ene-*

cator emergieron a la vez, los machos del ectoparasitoide *L. caudatus* emergieron antes que las hembras (Fig. 5).

En coccinélidos, esta protandria es debida a que los machos comienzan la inversión gonadal antes que las hembras con el objetivo de sincronizar la maduración sexual (DIXON, 2000), lo que puede tener como consecuencia un menor tamaño de los machos, como de hecho se observa acusadamente en *L. caudatus*. Este dimorfismo sexual, que no es infrecuente entre poiquiloterms, puede estar relacionado con la eficiencia reproductora: al aumentar el tamaño, las hembras pueden aumentar su fecundidad, mientras que el menor tamaño de los machos les permite disminuir los requerimientos alimenticios y realizar una inversión energética mayor en intentar reproducirse (REISS, 1991).

Respecto a la influencia del sexo del hospedador en el parasitismo, se observó que *A. quadridentata* emergió exclusivamente de las larvas pequeñas que en ningún caso presentaban esbozos gonadales (con la excepción de una larva sexada como hembra y otra sexada como macho (probablemente un error), mientras que *P. vulnerator* salió de larvas pequeñas no sexadas y de larvas de tamaño normal inicialmente clasificadas

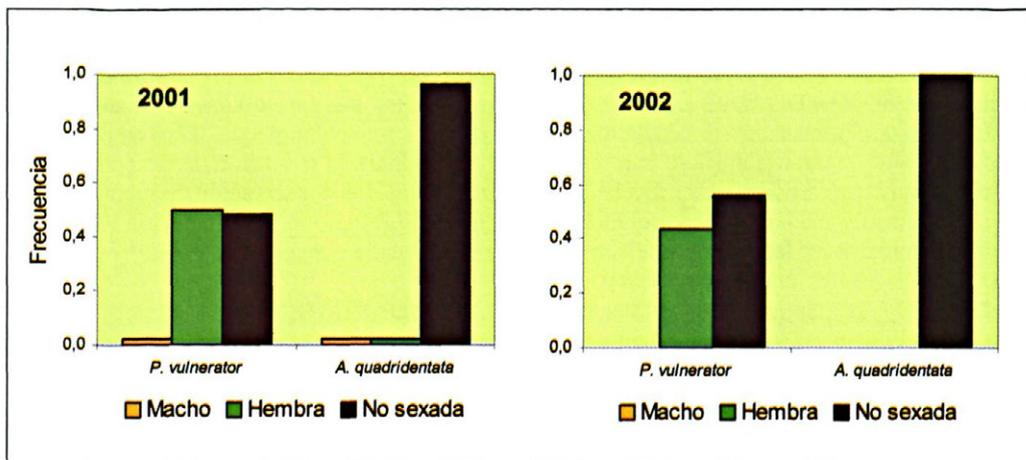


Figura 6. Emergencia de los parasitoides *Pristomerus vulnerator* y *Ascogaster quadridentata* en 2001 y 2002 según el sexo de la larva parasitada. Las larvas no sexadas eran de un tamaño menor al normal en larvas de carpocapsa de quinto estadio.

como hembras (y de una clasificada como macho (probablemente otro error) (Fig. 6). *Trichomma enecator* y *L. caudatus* no emergieron nunca de esas larvas pequeñas. Así pues, parece ser que *A. quadridentata* y *P. vulnerator* redujeron el crecimiento de las larvas que parasitaron, reducción que fue más acentuada en el caso de parasitismo por la primera especie, como también observó GEIER (1975). Por otro lado, *A. quadridentata* provoca la castración de las larvas de carpocapsa que parasita (REED-LARSEN y BROWN, 1990). *Pristomerus vulnerator* emergió de larvas sin esbozos gonadales (clasificadas como pequeñas o como hembras), por lo que es muy probable que esta especie también provoque la castración de las larvas que parasita. Así pues, el criterio de la visualización de las gónadas masculinas en el sexto segmento abdominal no es válido para sexar larvas parasitadas por estas especies, fenómeno que se debería considerar al calcular la sex ratio de las poblaciones larvianas de carpocapsa en aquellas poblaciones en las que estos dos parasitoides sean abundantes.

En este estudio se han observado tasas de parasitismo de hasta el 38,5 % a pesar de

que en el caso del ectoparasitoide *L. caudatus* el parasitismo está infravalorado. Por un lado, los adultos de *L. caudatus* que emergen en enero pueden parasitar otras larvas invernantes y por otro lado, al manipular los capullos de carpocapsa en busca de larvas puede destruirse parte de la población del ectoparasitoide (GEIER, 1957). De hecho, de 50 larvas de *L. caudatus* recogidas en la plantación A en 2000 parasitando carpocapsa, sólo emergieron 24 adultos, dato con el cual se calculó la tasa de parasitismo (Cuadro 1). Por otro lado, los individuos adultos de este parasitoide, tanto machos como hembras, podrían matar directamente parte de las larvas de carpocapsa al alimentarse de su hemolinfa (GEIER, 1957), aumentando el efecto regulador sobre las poblaciones de carpocapsa.

Las tasas de parasitismo observadas, podrían aumentar si se estudiase el parasitismo de huevos por la familia Trichogrammatidae (RE *et al.*, 1998) o el de pupas, pues ATHANASSOV *et al.* (1997) observan que el parasitismo de pupas por *Pimpla turionellae* L. puede superar el 70 %. No obstante, las tasas observadas en el presente trabajo y en otros similares representan un parasitismo

'aparente' y deberían considerarse con precaución a la hora de estimar con precisión el efecto de los parasitoides sobre la población del hospedador (VAN DRIESCHE *et al.*, 1991).

Como la carpocapsa daña directamente al fruto el umbral de daño admisible para esta especie es muy bajo. Sostener esos niveles de daño tan reducidos mediante el control biológico supone mantener la densidad de carpocapsa a unos niveles tan bajos que seguramente comprometerían la estabilidad del sistema depredador-presa o parasitoide-hospedador, al menos cuando el depredador o el parasitoide muestren una marcada especificidad. No obstante, la acción de los parasitoides puede contribuir significativamente a reducir las poblaciones de carpocapsa en las pomaradas asturianas. Un programa de producción sostenible debería contemplar como uno de

sus pilares el control biológico, conservando y fomentando la presencia y la acción de los agentes responsables de ese control biológico, entre ellos los parasitoides, mediante actuaciones como el empleo de técnicas de control compatibles, la reducción de los aportes fitosanitarios o la conservación de fuentes de alimento o refugio, lo que se podría lograr con un adecuado manejo del hábitat.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Jesús Avilla la revisión crítica del manuscrito. Este trabajo fue realizado gracias a una beca predoctoral concedida a M. Miñarro por la Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias dentro del Plan I + D + I de Asturias 2000-2004.

ABSTRACT

M. MIÑARRO, E. DAPENA. 2004. Parasitoids of the codling moth *Cydia pomonella* in Asturian apple orchards. *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 507-517.

The results of a study on parasitoids of codling moth in Asturian apple orchards are reported. A total of 257 parasitoids of four species emerged from codling moth larvae: *Ascogaster quadridentata* Wesmael (51.4 %), *Pristomerus vulnerator* Panzer (35.0 %), *Liotryphon caudatus* Ratzeburg (9.7 %) and *Trichomma enecator* Rossius (3.9 %). Mean percent parasitism (15.1 %) varied among orchards (3.2 - 38.5 %) and years (28.7 and 9.0 %). Specific percent parasitism also varied among orchards and years. *Liotryphon caudatus*, *T. enecator* and *P. vulnerator* emerged before than the codling moth adults whilst *A. quadridentata* emerged slightly later. Moreover, males of *L. caudatus* emerged before than females. Sex ratio of *P. vulnerator* and *T. enecator* was not significantly different from 1:1 whilst *L. caudatus* presented a female-biased sex ratio. *Ascogaster quadridentata* and *P. vulnerator* caused castration in the parasitized larvae as well as a reduction in the larvae size. *Ascogaster quadridentata*, *P. vulnerator* and *T. enecator* developed two generations whilst *L. caudatus* could develop at least three. The narrow synchrony with the codling moth phenology suggests that this species may be the main host of all the four parasitoids.

Key words: Apple, *Ascogaster quadridentata*, Codling moth, *Cydia pomonella*, *Liotryphon caudatus*, Parasitoids, *Pristomerus vulnerator*, *Trichomma enecator*.

REFERENCIAS

- ASANTE, S.K., DANTHANARAYANA, W. 1993. Sex ratios in natural populations of *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae) in relation to host size and host density. *Entomophaga*, **38** (3): 391-403.
- ATHANASSOV, A., CHARMILLOT, P.-J., JEANNERET, P., RENARD, D. 1997. Les parasitoïdes des larves et des chrysalides du carpocapse *Cydia pomonella* L. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **29** (2): 99-106.
- ATHANASSOV, A., JEANNERET, P., CHARMILLOT, P.-J., RENARD, D. 1998. Parasitoids of codling moth and other leafrollers (Lepidoptera, Tortricidae) in apple orchards and forests in south-west Switzerland. *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, **71**: 153-162.
- COUTIN, R. 1974. Parasites du carpocapse. En : Les Organismes Auxiliaires en Verger de Pommiers. OILB/SROP Brochure 4, 23-28.
- COUTIN, R., COLOMBIN, A. 1960. Les principaux parasites de *Laspeyresia pomonella* L. dans le bassin parisien. *Rev. Pathol. Vég. Entomol. Agric. France*, **39** (1): 35-45.
- CROSS, J.V., SOLOMON, M.G., BABANDREIER, D., BLOMMERS, L., EASTERBROOK, M.A., JAY, C.N., JENSER, G., JOLLY, R.L., KUHLMANN, U., LILLEY, R., OLIVELLA, E., TOEPFER, S., VIDAL, S. 1999. Biocontrol of pests of apples and pears in Northern and Central Europe: 2. Parasitoids. *Biocont. Sci. Technol.*, **9**: 277-314.
- DIXON, A.F.G. 2000. Insect Predator-Prey Dynamics. Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge.
- GEIER, P. 1957. Observations sur les parasites du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) près de Genève. *Rev. Suisse de Zool.*, **64** (26): 497-525.
- GLEN, D.M. 1982. Effects of natural enemies on a population of codling moth *Cydia pomonella*. *Ann. appl. Biol.*, **101**: 199-201.
- KIENZLE, J., ZEBITZ, C.P.W., BRASS, S., ATHANASSOV, A. 1997. Abundance of different tortricid species and their parasitoid antagonists in ecological apple orchards in Southern Germany. *Biol. Agric. Hortic.*, **15**: 211-221.
- KRUESS, A., TSCHARNTKE, T. 2000. Species richness and parasitism in a fragmented landscape: experiments and field studies with insects on *Vicia sepium*. *Oecologia*, **122**: 129-137.
- KUHLMANN, U., MILLS, N.J. 1999. Exploring the biodiversity of Central Asia to assess specialized parasitoids for biological control of apple pests in Europe and North America. *IOBC wprs Bull.*, **22** (7): 1-6.
- LEWIS, W.J., STAPEL, J.O., CORTESERO, A.M., TAKASU, K. 1998. Understanding how parasitoids balance food and host needs. Importance to biological control. *Biological Control*, **11**: 175-183.
- MILLS, N.J. 1994. Parasitoid guilds: defining the structure of the parasitoid communities of endopterygote insect hosts. *Environ. Entomol.*, **23** (5): 1066-1083.
- MILLS, N.J., CARL, K.P. 1991. Parasitoids and predators. En: L.P.S. Van Der Geest, H.H. Evenhuis (Eds). Tortricid Pests. Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests 5. 235-252. Elsevier. Amsterdam.
- RE, G., ALMA, A., ARZONE, A. 1998. Investigations on egg parasitoids of *Cydia pomonella* (Linnaeus) in IPM orchards in north-western Italy. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*, **356**: 53-57.
- RE, G., ALMA, A., ARZONE, A. 1999. Role of larval and pupal parasitoids of *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae) in IPM apple orchards. En: M. Canard, V. Beyssat-Arnaouty (Eds). Proc. First Regional Symp. Appl. Biol. Control in Mediterranean. Countr., 189-192, El Cairo (Egipto).
- REED-LARSEN, D.A., BROWN, J.J. 1990. Embryonic castration of the codling moth, *Cydia pomonella* by an endoparasitoid, *Ascogaster quadridentata*. *J. Insect Physiol.*, **36**: 111-118.
- REISS, J. 1991. The Allometry of Growth and Reproduction. Cambridge University Press, Cambridge.
- RUSS, K., RUPF, O. 1975. Influence of parasites and pathogens on the hibernating population of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.) in Austria. En: Sterility Principle for Insect Control 1974. 557-563. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- SOLOMON, M.G., CROSS, J.V., FITZGERALD, J.D., CAMPBELL, C.A.M., JOLLY, R.L., OLSZAK, R.W., NIEMCZYK, E., VOGT, H. 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in Northern and Central Europe: 3. Predators. *Biocontr. Sci. Technol.*, **10**: 91-128.
- SUBINPRASERT, S. 1987. Natural enemies and their impact on overwintering codling moth populations (*Laspeyresia pomonella* L.) (Lep., Tortricidae) in South Sweden. *J. Appl. Ent.*, **103**: 46-55.
- SUCKLING, D.M., GIBB, A.R., BURNIP, G.M., DELURY, N.C. 2002. Can parasitoid sex pheromones help in insect biocontrol? A case study of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) and its parasitoid *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.*, **31** (6): 947-952.
- UNRUH, T. 1998. From Russia with love: new predators and parasites for control of tree fruit insect pests. *Proc. Wa. State Hort. Assoc.* 1997, 42-49.
- VAN DRIESCHE, R.G., BELLOWES JR., T.S., ELKINTON, J.S., GOULD, J.R., FERRO, D.N. 1991. The meaning of percentage parasitism revisited: solutions to the problem of accurately estimating total losses from parasitism. *Environ. Entomol.*, **20** (1): 1-7.
- VOGT, H. 1997. The importance of using selective insecticides against key pests in apple orchards to preserve the parasitoid fauna of leafminers. *Biol. Agric. Hortic.*, **15**: 241-248.

(Recepción: 16 enero 2004)

(Aceptación: 29 marzo 2004)