

Tratamientos Aéreos ULV con Alfa-Cipermetrina, Diflubenzurón y *Bacillus thuringiensis* contra la procesionaria del roble (*Thaumetopoea processionea*) (LEP., Thaumetopoeidae)

J. A. PASCUAL, F. ROBREDO y E. GALANTE.

Se presentan en este artículo los resultados de los tratamientos aéreos experimentales realizados con Fastac® 0,5 ULV (alfa-cipermetrina, 5 gr. m.a./ha), Dimilin® 45 ODC (diflubenzurón, 56,25 gr. m.a./ha) y Bactospeine® F.C. (*Bacillus thuringiensis*, 8500 U.I. A.k./mg.) contra orugas de Procecionaria del roble (*Thaumetopoea processionea* L.). Los tres insecticidas fueron muy efectivos contra orugas en segundo y tercer estadios. Se resalta la importancia de realizar los tratamientos cuando las orugas se encuentran en los primeros estadios larvarios para evitar tanto los daños en el arbolado (defoliación) como en las personas (urticarias). Se comparan los resultados de este tratamiento con los obtenidos en las numerosas experiencias realizadas contra una especie próxima, la Procecionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.), especialmente los referentes a la efectividad del diflubenzurón y de *Bacillus thuringiensis*. Finalmente se discute brevemente el empleo masivo de piretroides en ecosistemas forestales.

J. A. PASCUAL y E. GALANTE. Departamento de Biología Animal, Parasitología, Ecología y Edafología. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. 37071 Salamanca.

F. ROBREDO. Subdirección General de Sanidad Vegetal (M.A.P.A.). c/ Juan Bravo 3-B. 28006 Madrid.

Palabras clave: *Thaumetopoea processionea*, Alfa-cipermetrina, Diflubenzurón, *Bacillus thuringiensis*, Tratamientos aéreos ULV.

INTRODUCCION

La Procecionaria del roble (*Thaumetopoea processionea* Linnaeus, 1758) es una plaga forestal de algunas especies del género *Quercus*, que se distribuye por parte de las regiones Mediterránea y Euro-siberiana (FURTH y HALPERIN, 1979). Los daños que ocasiona son conocidos desde antiguo en varios países europeos (BARBEY, 1913; FEROCI, 1876) y afectan principalmente a las especies de *Quercus* de hoja caduca de Centroeuropa (BALACHOWSKY, 1972; CECCONI, 1924). En varios de estos países, *T. processionea* ha sido objeto de

tratamientos químicos para reducir la densidad de población (GRISON, 1952), dada su proliferación y la gravedad de sus daños. Estos pueden ser de dos tipos: defoliación del arbolado y procesos alérgicos en el hombre, provocados estos últimos por las setas urticantes que poseen las orugas a partir del tercer estadio (PASCUAL, 1988a); según LAMY y NOVAK (1987) las alergias producidas por *T. processionea* son similares a las que produce *Thaumetopoea pityocampa* DENIS & SHIFFERMULLER, 1775; especie ésta mucho mejor conocida en este aspecto (ver, por ejemplo, LAMY *et al.*, 1982).

En España, *T. processionea* ha sido citada en localidades que se distribuyen por los dos tercios septentrionales del país (SORIA, 1987). A pesar de ser una especie abundante en los robledales de las cordilleras Cantábrica y Pirenaica (GOMEZ DE AIZPURUA, 1986), no se conocía ninguna localidad donde hubiera alcanzado niveles de plaga hasta el año 1984 (PASCUAL, 1988a), cuando se observaron varios rodales de *Quercus pyrenaica* Willd. en el suroeste de la provincia de Salamanca fuertemente infestados por *T. processionea*.

Después de estudiar distintos aspectos de la morfología y biología de esta especie (PASCUAL 1988a y 1988b), en la primavera de 1988 se realizaron los tratamientos químicos contra *T. processionea* cuyos resultados se presentan en este trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Parcelas experimentales

Los tratamientos químicos se realizaron en tres parcelas experimentales de 50 hectáreas cada una situadas en montes de rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) pertenecientes a los términos municipales de Agallas y Martiago, en el suroeste de la provincia de Salamanca (cuadro 1). La altura de la cubierta arbórea oscilaba entre 8 y 10 metros y la densidad entre 300 y 600 árboles/Ha. La orografía de estas parcelas era apropiada para realizar correctamente la aplicación aérea de líquido a volúmenes ultrabajos (ULV).

La ubicación de la parcela testigo (no tratada) se indica en el Cuadro 1.

Tratamientos

Se efectuaron con una avioneta Piper PA-25 Pawnee equipada con seis atomizadores rotatorios Mini-Micronair AU-5000. La velocidad de vuelo del avión durante la aplicación fue de 161 km/hora (100 millas/hora) y la anchura de pasada de 18 metros, que era indicada al piloto mediante



Fig. 1.—Ramas de rebollo totalmente defoliadas por orugas de *Thaumetopoea processionea*.



Fig. 2.—Urticaria producida por las setas urticantes de orugas de *Thaumetopoea processionea*.

dos señaleros colocados en los extremos de la parcela, que marcaban la dirección de vuelo en cada pasada.

Los tratamientos se hicieron entre las 8.00 y 10.00 horas solares con los tres insecticidas que se indican en el cuadro 1.

Durante la semana siguiente a los tratamientos no hubo precipitación en ninguna de las parcelas.

Control de las orugas

La zona con mayor infestación de *T.processionea* (situada cerca de las parcelas experimentales, a 920 metros de altitud en las coordenadas UTM 29TQE1674) era muy accidentada, lo que no permitía realizar una correcta aplicación aérea experimental para determinar la eficacia de los insecticidas. En las cuatro parcelas elegidas (cuadro 1) la densidad de *T.processionea* era mucho menor, siendo difícil encontrar

puestas y orugas en los primeros estadios. Por ello, una semana antes de los tratamientos se trasladaron a cada una de las cuatro parcelas 30 colonias de orugas, que fueron colocadas en rebollos pequeños (entre 2 y 3 metros de altura) situados en el centro de cada parcela, en dos filas perpendiculares a la dirección de vuelo del avión. Dos días antes de la fecha de los tratamientos se revisaron todas las colonias para saber cuántas se habían adaptado a los nuevos árboles y cuántas habían desaparecido; estas últimas no volvieron a controlarse (cuadro 2).

Resultados

Los resultados de los controles periódicos de las colonias de orugas de *T. processionea* en las tres parcelas tratadas y en la testigo se muestran en el Cuadro 2.

En el momento de efectuar los tratamientos, las orugas se hallaban en los estadios L₂

Cuadro 1.—Situación de las parcelas experimentales, fecha de realización de los tratamientos e insecticidas utilizados.

Parcela	Situación (coord. UTM)	Altitud	Fecha de tratamiento	INSECTICIDA				SOLVENTE			
				Nombre común	Nombre comercial	Dosis (c.c./Ha)	Dosificación (gr. m.a./Ha)	Producto	Dosis (c.c./Ha)	Dosis de aplicación (litros/Ha)	
A	29TQE1476	860	27-5-88	Alfa-cipermetrina	Fastac® 0.5 ULV	1000	5	—	—	1	
B	29TQE1779	820	27-5-88	Diflubenzurón	Dimilin® 45 ODC	125	56,25	Aceite de soja	4875	5	
C	29TQE1680	800	27-5-88	<i>B. thuringiensis</i>	Bactospeine® F.C.	1500	8500 u.i. A.k./mg.	Agua	3500	5	
D	29TQE1477	860	No tratada	—	—	—	—	—	—	—	

Cuadro 2.—Resultados de los controles periódicos de las colonias de *Thaumetopoea processionea* muestreadas.

Parcela	Insecticida	Nº de colonias de <i>T.processionea</i> controladas	Estadio larvario de las orugas el día del tratamiento	Nº de colonias con orugas vivas					Nº de colonias que construyen bolsón de crisalidación
				Días después del tratamiento					
				4	12	22	27	33	
A	Alfa-cipermetrina	27	2º: 4 colonias 3º: 23 colonias	0	-	-	-	-	0
B	Diflubenzurón	23	2º: 3 colonias 3º: 20 colonias	-	4	0	-	-	0
C	<i>Bacillus thuringiensis</i>	28	2º: 17 colonias 3º: 11 colonias	-	3	1	0	-	0
D	No tratada	29	2º: 8 colonias 3º: 21 colonias	29	-	28	-	26	26



Fig. 3.—Orugas de *Thaumetopoea processionea* en segundo estadio.

y L₃. La mayoría de las que se encontraban en el 3º habían mudado recientemente y las del 2º estaban en proceso de muda o a punto de iniciarlo. Por lo tanto, las fumigaciones se realizaron cuando la población de *T. processionea* controlada no había superado el estadio L₃, cuando las orugas aún estaban poco desarrolladas, lejos de alcanzar el tamaño de las dos últimas edades larvarias (L₅ y L₆).

—Parcela tratada con alfa-cipermetrina (Fastac® 0,5 ULV).

El tratamiento con alfa-cipermetrina a una dosificación de 5 gramos de materia activa por hectárea tuvo un efecto drástico e inmediato sobre las orugas de *T. processionea*, de tal forma que a las pocas horas de su aplicación había ya orugas muertas en todas las colonias. En el control realizado cuatro días después de la fumigación todas las orugas habían muerto y, consecuentemente, en el control del 1 de agosto no se encontró ningún bolsón de crisalidación.

—Parcela tratada con diflubenzurón (Dimilín 45 ODC).

A los 12 días del tratamiento tan sólo 4 colonias tenían orugas vivas en L₄, que murieron en la muda del 4º al 5º estadio. El resto de las colonias murieron en la muda del 2º al 3º o del 3º al 4º. Por tanto, a los 22



Fig. 4.—Orugas de *Thaumetopoea processionea* en tercer estadio.

días del tratamiento todas las colonias habían desaparecido.

—Parcela tratada con *Bacillus thuringiensis* (Bactospeine F.C.).

A los 12 días del tratamiento había en esta parcela tres colonias con orugas vivas, que se hallaban en el 4º estadio. Dos de ellas murieron en dicho estadio, mientras las orugas de la otra colonia murieron tras mudar al 5º.

En resumen, en las tres parcelas tratadas ninguna colonia de *T. processionea* completó su etapa larvaria y ninguna llegó a construir bolsón de crisalidación. En la parcela testigo, de las 29 colonias controladas 3 desaparecieron a lo largo de la fase larvaria, mientras las 26 restantes tejieron bolsón de crisalidación en el que las orugas realizaron la metamorfosis.

Discusión

La Procesionaria del roble no debe de ser considerada como un peligroso defoliador de las masas de quercíneas ibéricas, ya que hasta la fecha sólo se conocen daños importantes en una superficie de rebollar inferior a 1.000 ha situada en el suroeste de la provincia de Salamanca, única zona donde se

han observado focos con árboles totalmente defoliados.

T. processionea adquiere mayor importancia si se consideran las afecciones alérgicas que producen en el hombre las setas urticantes que poseen las orugas a partir del tercer estadio. Las urticarias pueden producirse con densidades de población de Procecionaria muy bajas, densidades a las que este especie apenas tiene incidencia sobre el arbolado. En la comarca salmantina donde se ha efectuado el estudio se han producido varios casos de procesos alérgicos en personas que realizaban trabajos silvícolas, de extracción de madera, de extinción de incendios y uno durante la estancia en un núcleo recreativo.

Los bolsones que tejen las orugas de esta especie a partir del 5º estadio, lugar donde posteriormente crisalidarán (PASCUAL, 1988b), constituyen el principal foco de setas urticantes, siendo muy difícil su eliminación una vez bien formados. Por ello, si se pretende evitar este tipo de procesos alérgicos es necesario impedir que las orugas alcancen el 5º estadio. Las zonas de mayor riesgo son los lugares sometidos a un uso social intenso (núcleos recreativos, parques y márgenes de carreteras y caminos), donde lo más eficaz es un tratamiento químico realizado en el momento adecuado.

La sincronización que se produce en el nacimiento de las orugas de *T. processionea* (BILIOTTI, 1952; PASCUAL, 1988b) facilita el control químico de esta especie, ya que puede realizarse cuando toda la población se encuentra en los primeros estadios larvarios, en los que las larvas son más sensibles a la acción de los insecticidas. Los tratamientos químicos dirigidos contra orugas de las tres primeras edades larvianas permiten utilizar dosis de materia activa más bajas e impedir que las larvas alcancen aquellos estadios en que son más voraces y poseen mayor número de setas urticantes.

Los tres insecticidas utilizados han sido muy efectivos contra las orugas de *T. processionea*, si bien existen diferencias entre ellos en cuanto al tiempo de acción. El piretroide (alfa-cipermetrina), que tiene una persisten-



Fig. 5. Bolsón de crisalidación de *Thaumetopoea processionea*.

cia muy baja y actúa por contacto (SMITH y STRATTON, 1986), provocó la muerte de las orugas en pocas horas. El diflubenzurón y el preparado de *Bacillus thuringiensis*, que aunque actúan sólo por ingestión tienen mecanismos de acción diferentes (CADAHIA y ROBREDO, 1988; HOFTE y WHITELEY, 1989), prolongaron sus efectos durante varios días.

La eficacia del diflubenzurón contra las orugas de Procecionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) es bien conocida (ROBREDO, 1980) y por ello se ha utilizado de forma generalizada en España en los tratamientos químicos contra esta especie.

Nuestros resultados en *T. processionea* ratifican la efectividad de este producto contra las orugas de los primeros estadios, hecho ya comprobado en *T. pityocampa* (DEMOLIN y MILLET, 1981; ROBREDO, 1980).

Los tratamientos con diflubenzurón contra ambas especies se diferencian en el tiempo que permanecen vivas las orugas: mientras en *T. pityocampa* se alcanza la mortalidad total pasados más de tres meses de la fecha de tratamiento (ROBREDO y OBAMA, 1987), en nuestra experiencia con *T. processionea* dicho periodo fue inferior a un mes. Este hecho se debe a que los ciclos biológicos y, en particular, la duración de cada uno de los estadios larvarios de ambas especies son diferentes (ver ciclos biológicos de *T. pityocampa* y *T. processionea* en, respectivamente, BACHILLER *et al.*, 1981 y PASCUAL, 1988b).

Para la aplicación de diflubenzurón se utilizó como solvente aceite de soja, producto que presenta algunas ventajas respecto al gasóleo, solvente habitualmente utilizado en los tratamientos forestales en España (ROBREDO, 1986 ROBREDO y OBAMA, 1987).

El preparado comercial de *Bacillus thuringiensis* utilizado (Bactospeine® F.C.) resultó efectivo contra *T. processionea*. No obstante, no todas las formulaciones de *B. thuringiensis* obtienen resultados semejantes, como muestran algunas experiencias realizadas en *T. pityocampa* (DEMOLIN y MILLET, 1981; ROBREDO y OBAMA, 1987). En estos trabajos se indica que algunas formulaciones de *B. thuringiensis* son bastante menos efectivas que otras, así como que la efectividad de este insecticida está condi-

cionada, entre otros factores, por el tipo de solvente empleado y por la edad de las orugas en el momento del tratamiento.

La gran efectividad de la alfa-cipermetrina contra las orugas de *T. processionea* era esperada dado el gran poder insecticida de este producto y de los piretroides en general (SMITH y STRATTON, 1986). La utilización de este tipo de insecticidas en ecosistemas forestales ha sido discutida (CADAHIA y ROBREDO, 1985) debido a que su escasa selectividad fisiológica sobre los insectos puede provocar un fuerte impacto sobre la rica entomofauna de muchos medios forestales, con consecuencias en cadena para el resto de la comunidad animal. Por ello, antes de generalizar el uso de piretroides en el combate de plagas forestales se deberían estudiar detalladamente los efectos secundarios provocados por distintas formulaciones y dosis en diferentes ecosistemas forestales.

AGRADECIMIENTOS

La consejería de Agricultura, Ganadería y Montes de la Junta de Castilla y León colaboró en la realización de este estudio. Agradecemos en particular la ayuda prestada por los Técnicos y Agentes Forestales de la Sección de Montes, Caza, Pesca y Conservación de la Naturaleza de Salamanca responsables de los montes de Utilidad Pública donde se efectuaron los tratamientos.

El trabajo de campo fue posible gracias al esfuerzo de D. Domingo Otal, D. Ricardo Posada y D. José Gutiérrez, Capataces Forestales de la Subdirección General de Sanidad Vegetal del M° de Agricultura,

ABSTRACT.

PASCUAL, J.; ROBREDO, F. y GALANTE, E.: Tratamientos aéreos ULV con Alfa-cipermetrina, Diflubenzurón y *Bacillus thuringiensis* contra la procesionaria del roble (*Thaumetopoea processionea*) (LEP., Thaumetopoeidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 16 (3): 583-589

The results of the experimental aerial treatments carried out with Fastac® 0.5 ULV (alfa-cypermethrin, 5 gr. a.i./ha), Dimilin® 45 ODC (diflubenzuron, 56.25 gr. a.i./ha) and Bactospeine® F.C. (*Bacillus thuringiensis*, 8500 U.I. A.k./mg) against larvae of

the oak processionary caterpillar (*Thaumetopoea processionea* L.) are presented in this paper. The three insecticides were very effective against caterpillars in the 2nd and 3rd instar larvae. The importance of carrying out the treatments when the caterpillars are in their early instars is emphasized to avoid injury both to the trees (defoliation) and people (cutaneous reactions). The results of this treatment are compared with those obtained from numerous trials carried out against a related species, the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.), specially the effectiveness of diflubenzuron and *Bacillus thuringiensis* formulations. Finally, the extensive use of pyrethroids in forest ecosystems is discussed briefly.

Key words: *Thaumetopoea processionea*, Alfacypermethrin, Diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis*, ULV aerial treatments.

REFERENCIAS

- BACHILLER, P. et al., 1981: *Plagas de insectos en las masas forestales españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 254 pags.
- BALACHOWSKY, A. S., 1972: *Entomologie appliquée à l'agriculture* (II). *Lépidoptères*. Masson et Cie. Paris.
- BARBEY, A., 1913: *Traité d'entomologie forestière*. Berger-Levrault, edits. Paris. 624 pags.
- BILLIOTTI, E., 1952: Difficultés rencontrées dans la détermination des périodes d'intervention contre les Processionnaires du Chêne et du Pin. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, **XXXI**: 115-120.
- CADAHIA, D. y ROBREDO, F., 1985: Combate de plagas y enfermedades forestales. *Bol. Serv. Plagas*, **11**: 275-337.
- CADAHIA, D. y ROBREDO, F., 1988: La persistencia selectiva del Diflubenzuron. Un nuevo concepto. **En: Estudios sobre los tratamientos forestales con diflubenzuron y su incidencia sobre la fauna.** (Ed. F. Robredo), págs. 27-35. M.A.P.A., Icona, Serie Técnica-4.
- CECCONI, G., 1924: *Manuale di Entomologia forestale*. Padova. 677 pags.
- DEMOLIN, G. y MILLET, A., 1981: Essais insecticides contre la Processionnaire de Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff). Action comparative de différentes spécialités commerciales Bactospéine, Dipel, Thuricide et Dimilin. *Ann. Sci. fores.*, **38** (3): 389-404.
- FEROCI, A., 1876: Della eruzione cutanea per i peli del bomboice processionaria ed altre considerazioni riguardanti gli insetti e le piante orticanti. *Atti. Soc. Tosc. Scien. Natur. Pisa* **II**: 175-188.
- FURTH, D.G. y HALPERIN, J., 1979: Observations on the phenology and biogeography of *Thaumetopoea jordana* (Staudinger) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *Israel Journal of Entomology* **XIII**: 1-11.
- GOMEZ DE AIZPURUA, C., 1986: *Biología y morfología de las orugas. Lepidoptera*. Tomo II. Cossidae-Sphingidae-Thaumetopoeidae-Lymantriidae-Arctiida. *Bol. San. Veg. Plagas*. Fuera de serie nº 6: 1-239.
- GRISON, P., 1952: La Processionnaire du Chêne (*Thaumetopoea processionea* L.) dans la région parisienne. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, **XXXI**: 103-114.
- HOFTE, H. y WHITELEY, H.R., 1989: Insecticidal Crystal Proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiological Reviews*, **53**: 242-255.
- LAMY, M., DUCOMBS, G., PASTUREAUD, M.E. y VINCENTEAU, Ph., 1982: Productions tégumentaires de la Processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) (Lépidoptères). Appareil urticant et appareil de ponte. *Bull. Soc. Zool. France*, **107**: 515-529.
- LAMY, M. y NOVAK, F., 1987: The oak processionary caterpillar (*Thaumetopoea processionea* L.) an urticating caterpillar related to the pine processionary (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) (Lepidoptera, Thaumetopoeidae). *Experientia*, **43**: 456-458.
- PASCUAL, J. A., 1988a: Descripción morfológica de los estados preimaginales (puesta, larva y crisálida) de *Thaumetopoea processionea* L. (Lep. Thaumetopoeidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **14**: 249-263.
- PASCUAL, J. A., 1988b: Biología de la Procesionaria del roble (*Thaumetopoea processionea* L.) (Lep. Thaumetopoeidae) en el centro-oeste de la Península Ibérica. *Bol. San. Veg. Plagas*, **14**: 383-404.
- ROBREDO, F., 1980: Tratamientos masivos con diflubenzuron contra la procesionaria del pino en España. *Bol. Serv. Plagas*, **6**: 141-154.
- ROBREDO, F., 1986: Use of soybean oil as a pesticide carrier in ULV applications against the pine processionary caterpillar. *Thaumetopoea pityocampa* (Den. and Schiff). Preliminary trials. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, **51** (2a): 295-300.
- ROBREDO, F. y OBAMA, E., 1987: Soybean oil as ULV carrier in forest spraying using *Bacillus thuringiensis*. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, **52** (2b): 757-762.
- SMITH, T. M. y STRATTON, G. W., 1986: Effects of synthetic pyrethroid insecticides on nontarget organisms. *Residue Reviews*, **97**: 93-120.
- SORIA, S., 1987: *Lepidópteros defoliadores de Quercus pyrenaica Willdenow, 1805*. *Bol. San. Veg. Plagas*, Fuera de serie nº 7: 1-302.