

Lucha contra la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera, Thaumetopoidae): ensayos de lucha química con productos inhibidores del desarrollo, bacterianos y piretroides

N. SANCHIS, P. COBOS, J.M. COBOS y S. SORIA

La creciente demanda de tratamientos fitosanitarios contra la procesionaria del pino, más de 200.000 Has./año, y los problemas ecotoxicológicos, que pueden presentarse al actuar sobre tan dilatada superficie forestal, aconsejan la realización de ensayos de campo con otros productos que permitan disponer de un espectro de alternativas a aplicar según las diferentes circunstancias ecológicas de los montes afectados.

Los tratamientos manuales puntuales, bolsón a bolsón, utilizables en repoblados jóvenes son un complemento de los tratamientos masivos, por lo que se considera también imprescindible encontrar productos eficaces que causen el menor impacto ecológico.

En el presente trabajo se realizan ensayos de eficacia de campo, tanto de tratamientos aéreos como manuales bolsón a bolsón, con productos de las familias indicadas analizándose los resultados obtenidos.

N. SANCHIS. Unidad docente Planificación y Proyectos. Escuela de Ingenieros de Montes. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

P. COBOS. Unidad docente de Zoología y Patología Forestales. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

J.M. COBOS y S. SORIA. Subdirección General de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Juan Bravo, 3-B. 28006 Madrid.

Palabras clave: Procesionaria, *Thaumetopoea pityocampa*, lucha química, productos inhibidores del desarrollo, bacterianos o biológicos y piretroides.

La procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF.) es un lepidóptero de la familia *Thaumetopoeidae* característico de los países mediterráneos, conocido como causante de graves daños en las masas de pinar desde los albores de la entomología forestal, de modo que ya CALAS, en 1897, realizó un profundo estudio de esta especie, tanto en sus aspectos de comportamiento biológico como morfológico, en sus distintas fases de desarrollo.

La Comisión de la Fauna Forestal Española abordó el combate de esta plaga desde su creación, en 1914, con especial

incidencia en estudios de parásitos que puedan controlar las poblaciones, descubriéndose el himenóptero *Ooencirtus pityocampae* por MERCET en 1925, como parásito específico de huevos, y estudiándose, también sobre huevos, varias especies de *Tetrastichus* (*Hymenoptera, Eulophidae*), así como otras sobre orugas y crisálidas. El complejo parasitario conocido en la actualidad supera las 30 especies, teniendo varias de ellas carácter específico.

En estos primeros años el combate químico se basó en los arseniatos, que si bien se muestran muy efectivos, tienen los co-

nocidos problemas de su gran toxicidad y la dificultad, en esta época, de su aplicación por lo que no se pueden realizar tratamientos a gran escala.

Tras el paréntesis de nuestra guerra civil (1936-39) y ante la gran campaña de repoblación forestal que se abordó con posterioridad, el problema de procesionaria se agrava extraordinariamente, sobre todo en las zonas secas y calizas del Este peninsular, donde defoliaciones sucesivas unidas a la adversidad de la estación llegan a causar porcentajes de mortalidad en pinos muy elevados.

En 1966 el Servicio de Plagas Forestales realizó un muestreo de la situación, resultando 1.200.000 Has. atacadas con carácter leve, 350.000 con carácter medio y 550.000 con carácter grave (CADAHIA *et al.*, 1967) datos que hablan por sí solos de la magnitud del problema.

En 1953 se creó el citado Servicio Especial de Plagas Forestales, en coincidencia con la introducción en España de los insecticidas de síntesis y con los inicios de la aviación agroforestal, lo que revitalizó la lucha contra esta plaga, en un principio a base de endrín líquido, que dada su elevada toxicidad fue rápidamente sustituido por el D.D.T. en polvo.

Las actuaciones de este Organismo, basándose en combates masivos con D.D.T. en polvo al 10% en grandes superficies y en la destrucción de bolsones bien químicamente, o mecánicamente, con disparos de escopeta, para pequeñas superficies, tuvieron gran difusión y éxito innegable, de modo que en las publicaciones de la época se llegó a pensar, incluso, en poder erradicar la plaga de España.

El descubrimiento posterior de la diapausa de crisálida, y la perfecta adaptación de la plaga a las plantaciones de especies exóticas de pinos, cedros, etc., así como su gran difusión, hizo olvidar rápidamente esta idea, considerándose a la procesionaria desde entonces como un factor más de estación, a tener en cuenta tanto en los pinares donde se encuentra establecida, como, sobre todo, en los de nueva implantación.

Estos sistemas de lucha permanecieron

invariables hasta la década de 1970, en la que empezó a cuestionarse la utilización del D.D.T. por sus daños al ecosistema, producto que quedó prohibido en España a partir de 1975, con la excepción de su posible utilización por los Servicios Oficiales. Es de justicia recordar que ya en 1959 se inició la producción y tratamiento con insecticidas bacterianos a base de *Bacillus thuringiensis* BERL. por RUPEREZ *et al.* (1959) con resultados en principio poco esperanzadores, dadas las escasas posibilidades que en ese momento se tenían tanto de formulación como de aplicación.

Desde el año 1975, en que se prohibió el D.D.T., se inició una "búsqueda desesperada" de productos sustitutivos, que fuesen menos agresivos para el medio natural, que concluyó con la utilización en 1977 del diflubenzuron que, gracias a su elevada eficacia y al actuar sólo sobre las formas larvianas, resulta mucho menos agresivo al ecosistema, pues respeta gran parte de la fauna existente.

En 1979 se realizó con éxito la primera campaña masiva (15.100 Has.), y en pocos años se generalizó el uso de éste y otros inhibidores del desarrollo, tratándose anualmente por estos medios unas 200.000 Has.

Si bien los productos de este grupo de insecticidas han supuesto un gran avance respecto al D.D.T. no dejan de presentar algunos inconvenientes como son su alta persistencia en las acículas del pino (SORIA, ABOS y MARTÍN, 1986), utilización en casi todos los casos de Gasoleo como vehículo del producto insecticida con influencia sobre la caza, la relativa selectividad, etc., por lo que claramente no representan la solución ideal, si es que existe, para el control de la plaga en cuestión.

Por otra parte, los avances en el conocimiento de la dinámica de poblaciones y de la ecología de este insecto han sido espectaculares desde la creación del Grupo de Trabajo de Lucha Integrada en Pinares Mediterráneos de la O.I.L.B. (1970) y la elección ese mismo año de una zona de experimentación en los montes de Mora de Rubielos (Teruel), que incluye un la-



Fig. 1.—Orugas de procesionaria.



Fig. 2.—Bolsón de procesionaria de último estadio.



Fig. 3.—Intensa defoliación en un pino joven.

boratorio específico para este problema.

Entre los resultados obtenidos a lo largo de estos años por este laboratorio, dirigido por D. Ramón Montoya, hay que destacar por un lado la posibilidad de conocer la situación gradológica de las poblaciones de procesionaria mediante el análisis de las puestas (dato imprescindible para una correcta programación de tratamientos) y por otro el desarrollo de la síntesis de la feromona sexual de esta plaga y su utilización para el control de poblaciones poco numerosas, debido a causas naturales o a la intervención del hombre, mediante la captura masiva de machos en trampas cebadas con la citada feromona.

Este mismo equipo está actualmente investigando el desarrollo de los tratamientos por confusión, que pueden revolucionar los sistemas de control en un futuro no muy lejano, una vez lograda su perfecta puesta a punto.

Las nuevas formulaciones de *Bacillus thuringiensis*, que se incorporan cada año al mercado; la disminución de dosis y cambio de técnica de aplicación de los inhibidores del desarrollo; la aparición de los piretroides, de gran acción de choque pero escasa persistencia, y la revitalización, con estos nuevos productos, de los tratamientos puntuales bolsón a bolsón como sustitutivo en los montes accesibles de los disparos de escopeta (por economía y seguridad) enmarcan este trabajo que describe tres ensayos de eficacia, dentro de las anteriores premisas, para abrir nuevos campos en el combate de esta plaga, cuya importancia no ha disminuido a pesar de los esfuerzos desarrollados hasta ahora para lograr su control.

TRATAMIENTO AEREO EXPERIMENTAL EN MURCIA 1982

Para la experiencia se eligió una repoblación de *Pinus halepensis* Mill situada en los términos municipales de Aledo y Lorca (Murcia).

Las parcelas se situaron sobre los mon-

tes de utilidad pública 1070 y 3015, denominados "Monte del Llano de las Cabras de Aledo" y "Monte del Llano de las Cabras de Lorca".

En el momento de efectuar el tratamiento la población se encontraba en el tramo ascendente de la curva gradológica, con ataque en las zonas de borde y bolsones salpicados en el interior de la masa. Este es un momento adecuado para el tratamiento siguiendo a MONTOYA, en BACHILLER *et al.*, 1981.

Previamente al tratamiento se marcaron 8 parcelas, de aproximadamente 21 Has. de superficie y forma cuadrangular, con una separación entre parcelas de al menos 300 metros para evitar influencias por deriva.

En cada parcela se eligieron 100 árboles, dejando un sólo bolsón por cada pie. En los árboles en los que no existía plaga, fue necesario injertar bolsones procedentes de otros árboles de fuera de la parcela. En estos casos se vigiló la adaptación de las colonias, esperando hasta la primera muda.

Los bolsones se muestrearon con una periodicidad semanal en los tres primeros muestreos y cada quince días en los sucesivos.

Los productos empleados, dosis y dosificaciones se reflejan en el cuadro 1, siendo el tratamiento realizado en condiciones atmosféricas normales.

Con el fin de conocer el estado de la plaga en el momento del tratamiento se realizó un muestreo previo en las parcelas, abriendo los bolsones y asignándoles el número del estadio en que se encontraban la mayoría de las orugas. Los resultados se exponen en el cuadro 2.

La aplicación se realizó con una aeronave Pippin Pawnee 260, equipada con cuatro atomizadores rotatorios MICRONAIR AU-3000 y una anchura de pasada de 14 metros.

Se muestrearon periódicamente los 100 bolsones de cada parcela. Los muestreos se efectuaron abriendo cada bolsón y valorándolo globalmente como bolsón vivo o muerto. En cada caso de encontrarse orugas vivas y muertas en un mismo bol-



Fig. 4.—Espolvoreo aéreo.



Fig. 5.—Pulverización aérea por la técnica U.L.V. (Foto Miguel Angel Madrid).

Cuadro 1.—Productos, dosis y dosificaciones en el ensayo de Murcia

Parcela	Producto	Principio Activo	Dosis/Ha.	Dosificación/Ha.
A	Bactospeine 8,5 mill UI	<i>Bacillus thuringiensis</i>	1,5 l. Bactosp. + 1,5 l. Sorbitol + 2 l. Agua	12,75 × 10 ⁶ UI
B	Dimilin ULV 45%	Diflubenzuron	100 gr. Dimilin + 5 l. Gasoil	45 gr. Diflub.
C	Dimilin ULV 45%	Diflubenzuron	100 gr. Dimilin + 2 l. Gasoil	45 gr. Diflub.
D	Dimilin PM-25%	Diflubenzuron	250 gr. Dimilin + 20 l. Agua	62,5 gr. Diflub.
E	Ripcord ULV-12,5%	Cipemetrina	1,5 l. Ripcord	18,75 gr. Ciper.
F	Testigo	—	—	—
G	Alsistin UL-25%	Triflumuron	180 gr. Alsistin + 5 l. Gasoil	45 gr. Triflum.
H	Dimilin polvo 0,375%	Diflubenzuron	24 kilos	90 gr. Diflub.

Cuadro 2.—Relación de estadios en las parcelas de Murcia

PARCELA	PROPORCION DE ESTADIOS
A	45% L2, 55% L3
B	31% L2, 69% L3
C	34% L2, 66% L3
D	31% L2, 69% L3
E	27% L2, 73% L3
F	10% L2, 88% L3, 2% L4
G	22% L2, 88% L3
H	19% L2, 81% L3

són, éste se consideró como vivo puesto que el objetivo de este tratamiento es el de obtener una mortalidad total.

De esta forma, para cada parcela y cada muestreo, se obtuvo un porcentaje de mortalidad correspondientes al total de los bolsones muertos en cada parcela sobre los 100 existentes. Puesto que siempre se muestrearon los mismos bolsones, se obtuvieron datos de mortalidad acumulada.

Se calculó la eficacia corrigiendo el por-

centaje de mortalidad en cada parcela con el del testigo para cada muestreo.

Los distintos muestreos se realizaron a los: 0, 7, 12, 25, 39, 54, 68, 81 y 88 días contados a partir de la fecha del tratamiento. Los datos obtenidos en porcentaje de mortalidad y de eficacia aparecen en el cuadro 3.

Por medio de la representación gráfica muestreo-mortalidad se pueden comparar las mortalidades y la rapidez de acción de los distintos insecticidas (Fig. 6).

Así, observamos que, todos los productos, a excepción del *Bacillus thuringiensis*, alcanzan el 100% de mortalidad en el último muestreo.

Para el diflubenzuron se acusa un incremento de mortalidad del 4.º al 5.º muestreo que se corresponde con la primera muda efectuada por las orugas después del tratamiento. No se aprecian diferencias significativas de efectividad entre las distintas dosis del diflubenzuron.

No cabe duda que, desde el punto de vista de la efectividad, el mejor producto es la cipermetrina, tanto por su elevado

Cuadro 3.—Tratamiento aéreo experimental de Murcia

PORCENTAJE DE MORTALIDAD

Parcela	DIAS DE MUESTREO							
	7	12	25	39	54	68	81	88
A	21	44	66	76	78	83	89	93
B	0	3	38	68	94	95	100	100
C	0	3	43	75	92	100	100	100
D	0	4	39	76	94	99	100	100
E	100	100	100	100	100	100	100	100
F	0	1	1	1	1	1	3	4
G	0	3	27	65	89	95	100	100
H	0	1	23	56	97	100	100	100

A Bactospeine
 B Dimilin (5 l. gasoil/Ha.)
 C Dimilin (2 l. gasoil/Ha.)
 D Dimilin, (20 l. agua/Ha.)
 E Ripcord
 F Testigo
 G Alsistin (5 l. gasoil/Ha.)
 H Dimilin (polvo 24 kg./Ha.)

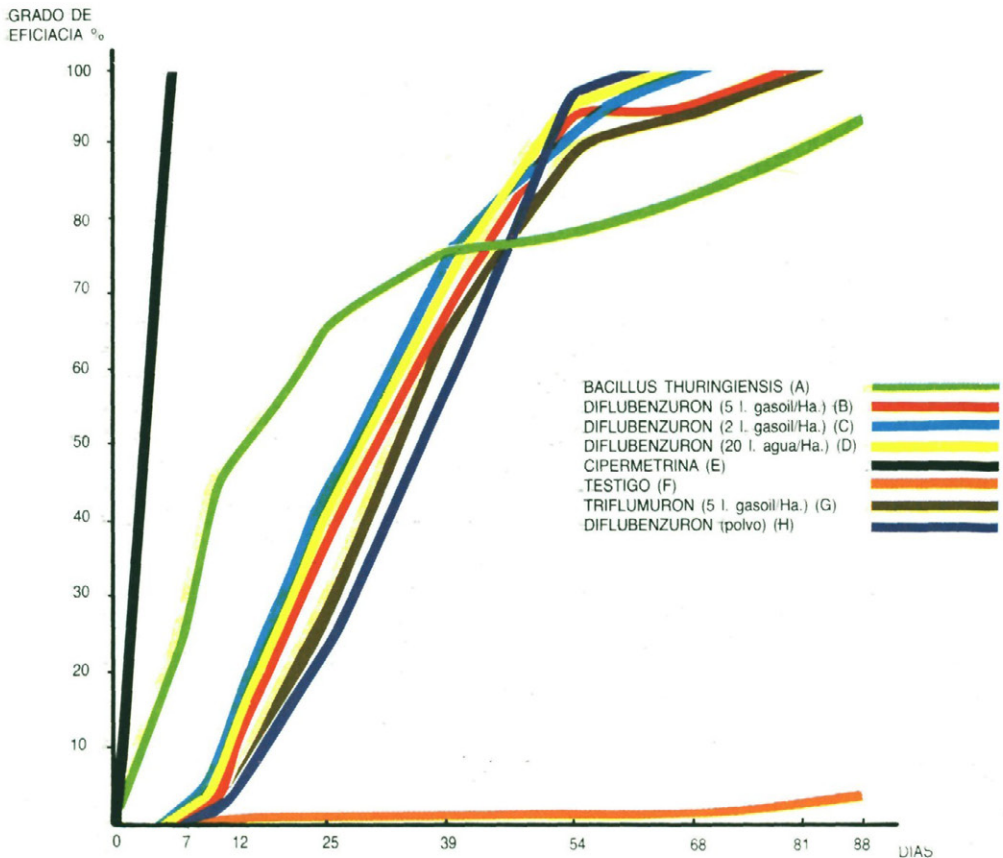


Fig. 6.—Representación de las mortalidades en el ensayo de Murcia.

efecto de choque como por alcanzar el 100% de mortalidad en el segundo muestreo.

Todos los demás productos han producido mortalidades también del 100% con excepción del *Bacillus thuringiensis* que llega a un 93% en el último muestreo, resultado que es también aceptable en principio.

La mayor mortalidad relativa del *Bacillus thuringiensis* en los primeros días se debe al porcentaje de orugas en los primeros estadios, altamente sensibles a este producto, en el momento de realizar el tratamiento, lo que demuestra su gran utilidad para aplicaciones tempranas.

Este método de muestreo reiterado sobre los mismos bolsones de cada parcela, se estimó que no era el más adecuado puesto que podría haberse producido un factor de mortalidad debida al frío, en las orugas ya debilitadas, por la dificultad que tendrían éstas para recomponer el bolsón abierto en los muestreos anteriores.

Por ello, en los siguientes ensayos de campo se sustituyó este método de muestreo reiterado sobre los mismos bolsones por considerarse más adecuado el muestreo de bolsones a muerte.

TRATAMIENTO AEREO EXPERIMENTAL EN MADRID, 1983

Se eligió para el ensayo una repoblación de *Pinus halepensis* Mill. situada en el término municipal de Colmenar de Oreja, provincia de Madrid.

El estado de infectación era alto en toda la masa con defoliación total en algunos pies.

Se establecieron siete parcelas, cada una con 75 bolsones sobre una superficie de aproximadamente 16 Has.

La separación entre parcelas fue de 200 m. para evitar derivas de productos, dejando un sólo bolsón por árbol.

Los productos dosis y dosificaciones se reflejan en el cuadro 4.

El tratamiento fue realizado en condiciones atmosféricas normales los días 28 de octubre para la parcela n.º 7, 2 de noviembre para la parcela n.º 1 y 7 de noviembre para las parcelas números 2, 3, 4, 5, y 6, con el mismo modo de aplicación y aeronave que en el ensayo anterior.

Los conteos de orugas se realizaron abriendo cada bolsón a muerte, es decir, evaluando la mortalidad del bolsón una sola vez y destruyéndolo posteriormente.

El porcentaje de mortalidad calculado

Cuadro 4.—Productos, dosis y dosificaciones en el ensayo de Madrid, 1983

Parcela	Producto	Principio Activo	Dosis/Ha.	Dosificación/Ha.
1	Dimilin 45% ODC	Diflubenzuron	100 cc. dimilin + 5 l/Ha. gasoil	45 cc/Ha.
2	Alsistin 25% ULV	Triflumurón	200 cc. alsit. + 5 l/Ha. gasoil	50 gr/Ha.
3	Dipel 16 mill UI/gr.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2 l/Ha. dipel + 3 l/Ha. gasoil	32 × 10 ⁹ UI
4	Dipel 16 mill UI/gr.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2 l/Ha. dipel + 3 l/Ha. agua	32 × 10 ⁹ UI
5	Dipel 16 mill UI/gr	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2 l. dipel/Ha.	32 × 10 ⁹ UI
6	Decis polvo 0,05%	Deltametrina	10 Kg. polvo/Ha.	5 gr/Ha.
7	Testigo	—	—	—

se corrigió con la mortalidad por causas naturales medida en la parcela testigo, mediante la fórmula de Abbot expresada del siguiente modo:

$$E = \frac{\% \text{ mort. trata.} - \% \text{ mort. test.}}{100 - \% \text{ mort. test.}}$$

Donde:
 % mort. test es la mortalidad media de todos los bolsones de la parcela testigo.
 % mort. trat es el porcentaje de muertes en cada bolsón respecto al total de orugas existentes en él.
 Los datos obtenidos se encuentran en el cuadro 5.

Cuadro 5.—Tratamiento aéreo experimental en Madrid

Parcelas	Días		
	7	60	90
1. Diflubenzuron	1,48	58,01	98,31
2. Triflumuron	16,04	62,49	91,73
3. <i>Bacillus thuringiensis</i>	19,33	62,26	69,58
4. <i>Bacillus thuringiensis</i>	32,66	81,22	92,00
5. <i>Bacillus thuringiensis</i>	28,82	93,47	98,86
6. Deltametrina	83,68	100,00	100,00

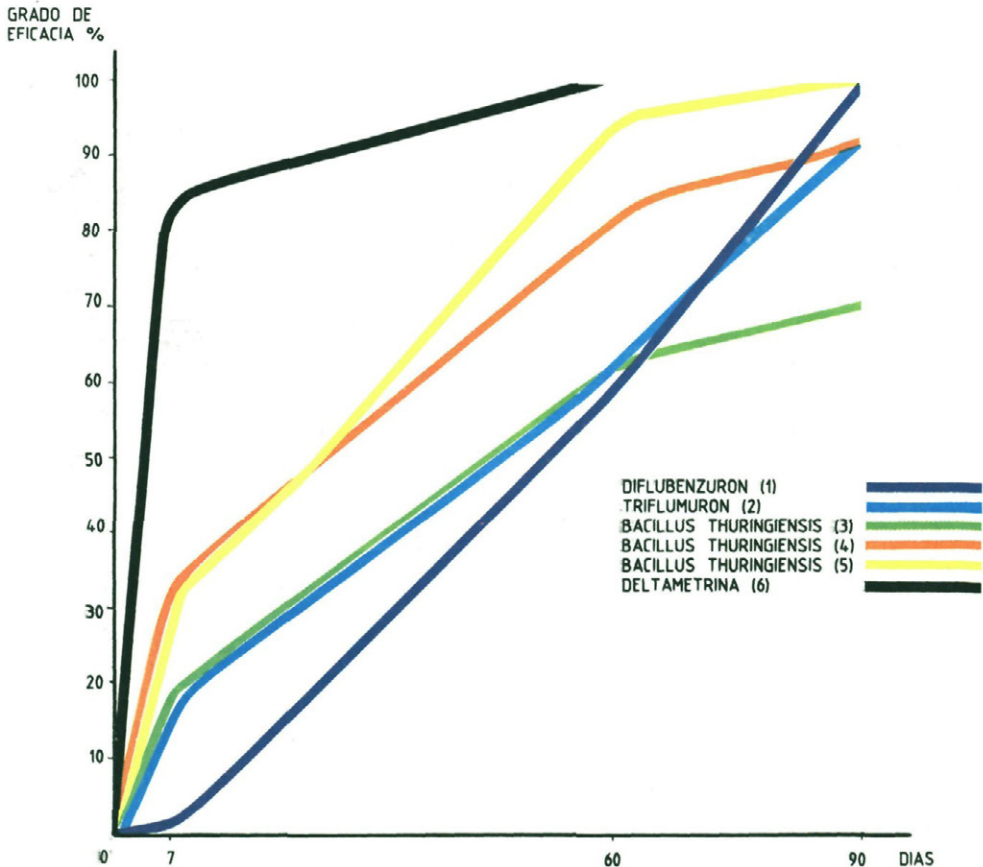


Fig. 7.—Representación de las mortalidades en el ensayo de Madrid.

Los conteos de mortalidad se llevaron a cabo a los 7, 60 y 90 días desde el tratamiento; el espaciamiento entre los muestreos se debe a que los insecticidas aplicados (a excepción del piretroide) eran de acción a largo plazo.

En la figura 7 se exponen gráficamente las diferentes eficacias obtenidas en este ensayo tras el correspondiente análisis de la varianza en el que se han encontrado diferencias significativas con intervalos de confianza del 95%.

En el primer muestreo, a los 7 días los insecticidas inhibidores del desarrollo no presentan prácticamente mortalidad, mientras que los productos bacterianos alcanzan entre el 20% y el 40%. El piretroide, por el contrario, alcanza ya el 80% de eficacia.

En el segundo muestreo, a los 60 días, algunos insecticidas bacterianos dan una mortalidad superior al 80%, mientras que los inhibidores del desarrollo aún no muestran su efecto, debido a que la mayoría de las orugas no han efectuado ninguna nueva muda. El piretroide alcanza ya el 100% de eficacia.

El tercer y último muestreo realizado a los 90 días mantiene el 100% de eficacia en el caso del piretroide, seguido del *Bacillus thuringiensis* puro y el diflubenzuron 45% con un 98%, el *Bacillus* aplicado utilizando agua como vehículo se sitúa en el 92% y la mezcla con gasoil no llega al 70%, posiblemente por incompatibilidad con este disolvente.

TRATAMIENTO MANUAL EXPERIMENTAL DE BOLSONES EN SEGOVIA, 1989

Para el ensayo sobre bolsones se eligió un pinar repoblado hace 15 años de *Pinus nigra* Arn. situado en el monte SG-3035 al Norte de la provincia de Segovia en su límite con Burgos, en el término municipal de Aldeanueva de la Serrezuela.

El estado de infectación en este pinar era alto, con defoliación casi total en algunos pinos. Siguiendo el criterio de

MONTOYA en la descripción de las fases que llevan a un ataque generalizado en una masa, se puede decir que nos encontrábamos en la de culminación del ataque.

Se establecieron 6 parcelas con 30 bolsones cada una. Las parcelas se eligieron en bloques perpendiculares a las curvas de nivel de la ladera, buscando con ello la mayor homogeneidad posible en la distribución de la población de los insectos.

El margen de separación entre parcelas adyacentes fue de unos 10 m. para evitar posibles derivas de productos.

Previo al ensayo se llevó a cabo una limpieza de los árboles de la parcela con el fin de dejar un sólo bolsón por cada pie. De este modo se evitaron las irregularidades debidas al paso de las orugas de uno a otro bolsón del mismo árbol. Asimismo, se ha evitado seleccionar para el tratamiento aquellos árboles con el bolsón inserto en la guía principal para no dañarlos al cortar ésta para realizar el muestreo.

Los productos empleados, dosis y dosificaciones se reflejan en el cuadro 6.

El tratamiento se realizó en condiciones climatológicas normales los días 24 de enero para los cuatro primeros productos y 25 de enero para el último.

Las orugas se encontraban en este momento en 4.º estadio. La razón para aplicar el tratamiento en un estadio tan avanzado fue el hecho de que se trataba de experimentar un tipo de tratamiento invernal, normalmente utilizado para la limpieza de bolsones con posterioridad a los tratamientos masivos (tratamiento de repaso).

La recogida de datos se efectuó con una periodicidad semanal y se llevó a cabo abriendo los bolsones y contando las orugas vivas y las muertas. En cada conteo se revisaron 30 bolsones, 5 de cada producto y 5 del testigo.

Los 5 últimos bolsones de las parcelas 3, 4 y 5 se dejaron desarrollar hasta los enterramientos, en los que se muestreó la viabilidad de las crisálidas.

Para el ensayo se tomaron distintos formulados pertenecientes a los diferentes grupos de insecticidas. Se escogió un or-

Cuadro 6

Parcela	Producto	Principio Activo	Riqueza	Dosis
1	Fastac	Alfacipermetrina	10%	0,15 gr/l.
2	Fenition	Fenitroton	50%	1 cc/l.
3	Bactospeine	<i>Bacillus thuringiensis</i>	8 mill U.I.	20 cc/l.
4	Dimilin	Diflubenzurón	25%	2,5 gr/l.
5	Metox 25	Metoxicloro	25%	3,5 cc/l.
6	Testigo	—	—	—

ganoclorado (metoxicloro), un organofosforado (fenitroton), un piretroide (alfacipermetrina), un inhibidor del desarrollo (diflubenzurón) y un insecticida bacteriano (*Bacillus thuringiensis*), a las dosis normales de uso.

La aplicación se realizó pulverizando los bolsones directamente y, para los insecticidas de ingestión, también las ramillas circundantes.

El pulverizador empleado fue una mochila Matavi de presión previa, de 5 litros de capacidad y con la boquilla cerrada al máximo.

El rendimiento estimado fue de 3 bolsones/min. buscando los árboles. Si el tratamiento hubiera sido aplicado indiscriminadamente sobre todos los bolsones, el rendimiento habría sido mayor.

Los conteos se realizaron abriendo cada



Fig. 8.—Tratamiento manual de bolsones.

bolsón a muerte. El porcentaje de mortalidad se corrigió con la mortalidad por causas naturales medida en la parcela testigo, para hallar así la eficacia del producto.

Este cálculo se hizo aplicando la fórmula de Abbot como en el caso anterior.

Los datos obtenidos en los muestreos se reflejan en el cuadro 7, representados gráficamente en la figura 9.

Cuadro 7.—Tratamiento manual experimental de bolsones

Parcelas	Días		
	7	21	35
1. Alfacipermetrina	68,46	77,56	92,80
2. Fenitrotion	7,07	10,15	12,05
3. <i>Bacillus thuringiensis</i>	0,24	16,18	17,47
4. Diflubenzuron	0,00	0,00	39,68
5. Metoxicloro	21,34	67,28	100,00

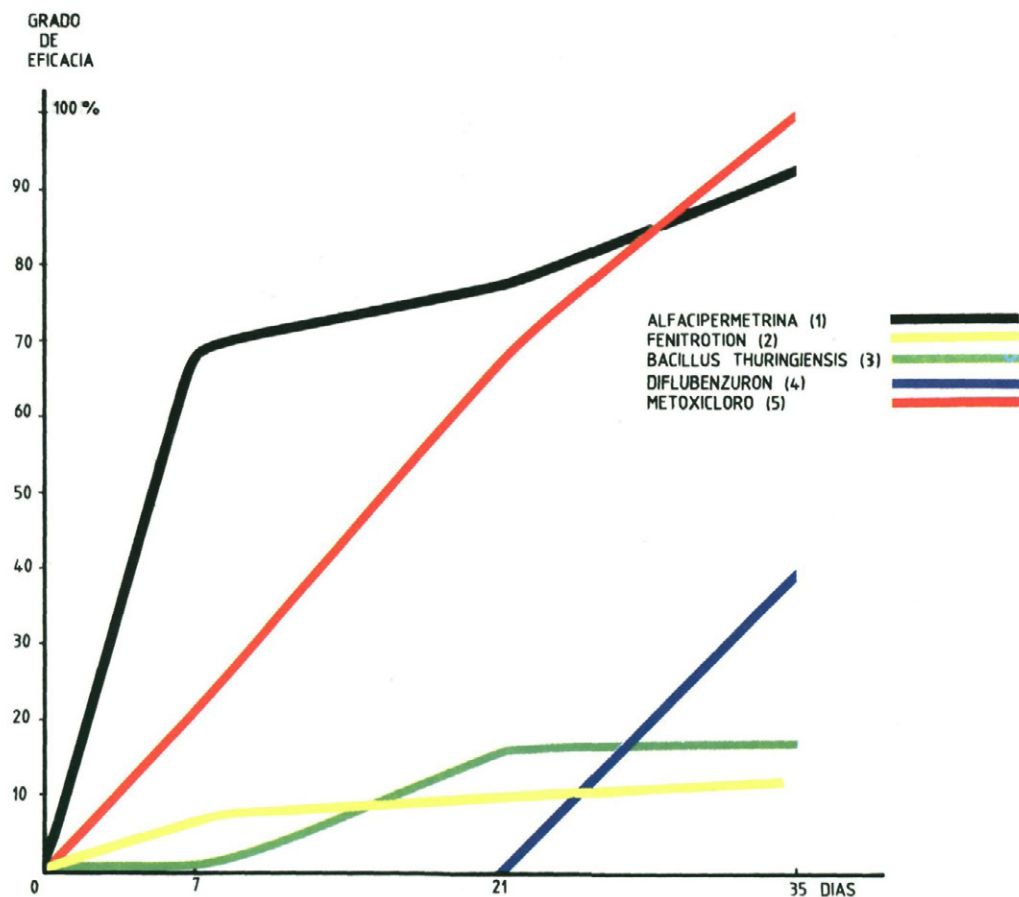


Fig. 9.—Representación de las mortalidades en el ensayo de Segovia.

Fig. 10.—Manipulación de bolsón en agua para evitar los efectos urticantes de las orugas.

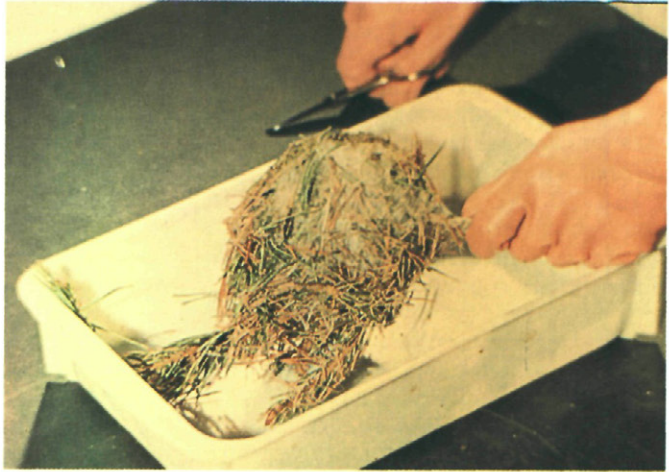


Fig. 11.—Procesión de enterramiento.



Fig. 12.—Enterramiento.



A los siete días alfa-cipermetrina alcanza el 69% de eficacia, quedándose los demás productos con menos del 25%.

A los 21 días se alcanza el 77% en el caso del piretroide, y el 67% por el metoxicloro, quedando los demás productos igualmente por debajo del 25%.

En el último muestreo, a los 35 días, alfa-cipermetrina roza el 93%, llegando el metoxicloro al 100%, quedando todos los demás con mortalidades inferiores al 40%.

Por su modo de acción a largo plazo y por la baja mortalidad obtenida, se estudió el efecto del diflubenzuron y del *Bacillus thuringiensis* sobre la siguiente fase del desarrollo del lepidóptero, es decir, sobre su crisalidación.

Para ello se colocaron cercos de plástico describiendo una circunferencia alrededor de los árboles con un radio de 1 m. Se

introdujeron hasta una profundidad de 15 cm. bajo tierra y sobresaliendo 15 cm. sobre ella. Dentro de este perímetro se cubrió de arena suelta para facilitar el enterramiento de las orugas, ya que éstas necesitan un suelo poco compacto (ROBRED, 1963).

Con este mecanismo las orugas, al bajar al suelo en sus procesiones de crisalidación, se encuentran con el obstáculo del cerco de plástico que no pueden salvar y comienzan a describir círculos en el interior del recinto hasta que se entierran.

Los resultados obtenidos en los árboles tratados con diflubenzuron, *Bacillus* y testigo son los reflejados en el cuadro 8.

El índice medio de diapausa calculado para la parcela testigo es del 31,7%. Este dato confirma la necesidad de tratamientos auxiliares como el que es objeto de esta experiencia para impedir que, tras un

Cuadro 8

BACILUS THURINGIENSIS				
N.º bolsón	Mariposas emergidas		Diapausa	Muertas
	hembras	machos		
N.º 81	12	27	8	6
N.º 82	14	9	7	—
N.º 83	34	38	30	10
N.º 84	2	1	—	2
N.º 85	1	3	17	3
DIFLUBENZURON				
N.º bolsón				
N.º 111	No se encontró ninguna crisálida			
N.º 112	Se encontraron 3 crisálidas secas.			
N.º 113	Se encontraron 53 crisálidas secas			
N.º 114	Se encontraron 25 crisálidas secas			
N.º 115	Se encontraron 3 crisálidas secas			
TESTIGO				
N.º bolsón	Mariposas emergidas		Diapausa	Muertas
	hembras	machos		
N.º 141	—	—	—	1
N.º 142	36	30	16	4
N.º 143	17	24	26	—
N.º 144	59	81	70	—
N.º 145	No se encontró ninguna crisálida			

tratamiento aéreo, la población que ha permanecido en diapausa vuelve a infectar el pinar al poco tiempo.

Los resultados obtenidos en la parcela de diflubenzuron completarían los conteos



Fig. 13.—Cercos de enterramiento.

de orugas dando una mortalidad final del 100% para este producto. Esto indica que la concentración aplicada, que no ha sido suficiente para impedir el desarrollo de la oruga, si lo ha sido para evitar la emergencia de los adultos.

Los adultos emergidos en la parcela del *Bacillus thuringiensis*, aún habiendo completado su desarrollo, presentan un tamaño muy reducido, con machos de menos de 1 cm., que sería interesante estudiar con relación a su capacidad de apareamiento y fertilidad.

CONCLUSIONES

CRITERIOS DE EFICACIA

Tratamientos aéreos:

1.º Los productos inhibidores del desarrollo empleados actualmente para combatir la procesionaria han demostrado en todos los casos una efectividad muy elevada.

2.º Las formulaciones de *Bacillus thuringiensis* empleados en los tratamientos aéreos han logrado igualmente una elevada mortalidad, excepto en el caso de la mezcla con Gasóleo, posiblemente por incompatibilidad con este vehículo.

3.º Todos los piretroides utilizados han sido muy eficaces con gran efecto de choque.



Fig. 14.—a) Riego del enterramiento para su localización y extracción. b) Momento de la extracción de un enterramiento.

Tratamientos manuales directos sobre los bolsones:

4.º Los tratamientos químicos manuales sobre bolsones se han mostrado como una herramienta muy eficaz para combatir pequeños focos de la plaga y como tratamientos auxiliares de repaso tras una campaña aérea, sobre todo en localidades de bajas temperaturas en las que el alto índice de diapausa pueda ocasionar nuevas reinfestaciones del pinar al poco tiempo de las aplicaciones aéreas.

Esta técnica se debe complementar con la utilización de las feromonas sexuales, útiles en infecciones de menos de 5 bolsones/Ha.

5.º La utilización de insecticidas inhibidores del desarrollo no es adecuada en principio para este tipo de tratamientos químicos localizados, puesto que las orugas se desplazan para comer, en ocasiones, a ramas del árbol muy alejadas de las que circundan el bolsón.

La mortalidad total, incluidas las crisálidas, lograda con estos productos obligaría a realizar estudios más profundos, desde el punto de vista de la disminución real de la población.

6.º La utilización de insecticidas bacterianos tampoco es adecuada en este caso, pues, por ser éste un tratamiento invernal de repaso, que se aplica sobre estadios ya avanzados de desarrollo de la oruga, sobre los cuales estos productos no son eficaces, lo que se une al posible problema de pequeña ingestión antes citado.

CRITERIOS ECOLOGICOS

Tratamientos aéreos:

1.º No cabe duda de que la utilización de *Bacillus thuringiensis* con efectividades suficientes, abre una nueva vía de tratamientos masivos sin prácticamente ninguna influencia sobre la fauna auxiliar y no dañina presente en nuestros pinares.

auxiliar y no dañina presente en nuestros pinares.

2.º La utilización de inhibidores del desarrollo tiene una influencia pequeña sobre este tipo de fauna (ROBREDO, 1980) pero su alta persistencia (SORIA, ABOS y MARTÍN, 1986), representa un mayor riesgo que en el caso anterior.

3.º No parece que los conocimientos sean suficientes para recomendar tratamientos masivos con piretroides, que han demostrado, sin embargo, una alta efectividad. La rápida degradación de este tipo de productos y la escasa fauna entomológica en estados sensibles en el momento de la aplicación (finales de otoño e invierno) no permiten descartarlos en principio, por lo que sería conveniente realizar estudios ecotoxicológicos en condiciones reales de campo.

Tratamientos manuales directos sobre los bolsones:

4.º Respecto a los tratamientos directos sobre bolsones el impacto ecológico es mínimo para cualquier insecticida utilizado. De los productos ensayados, que han alcanzado eficacias suficientes, parece más lógico emplear los piretroides que tienen menos efectos colaterales y menor persistencia que el metoxicloro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D. Gabriel Dorado Martín, Profesor de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal de Madrid su colaboración en la elaboración de los gráficos que ilustran este artículo.

Asimismo, se agradece al equipo de capataces forestales de la Subdirección General de Sanidad Vegetal el interés demostrado en la realización de los trabajos de campo.

ABSTRACT

SANCHIS, N., P. COBOS, J.M. COBOS y S. SORIA, 1990: Lucha contra la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera, Thaumetopoidae): ensayos de lucha química con productos inhibidores del desarrollo, bacterianos y piretroides. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16 (1): 229-245.

The forest chemical treatments against pine processionary caterpillar exceed the two hundred thousands hectares of forest by year in Spain.

The increasing request of these treatments and the ecological problems, whose can appear with their application in extensive forestry areas, advised to carry out field tests with new insecticide formulations, whose permit to get ready different options.

The manual spraying of processionary nests are available on young plantations and they complement the extensive treatments by aircraft.

In this publication the results obtained in the aircraft and manual phytosanitary treatment trials are discussed.

Key words: Pine processionary caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa*, chemical control, insect development inhibitors, microbiological insecticides, piretroides.

REFERENCIAS

- BACHILLER, P. *et al.*, 1981: *Plagas de insectos en las masas forestales españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- CADAHIA, D.; INSUA, A. y MALLEN, J. A., 1967: Distribución e intensidad de la plaga de "procesionaria del pino" *Thaumetopoea pityocampa*, en 1966. *Bol. Plagas For.* X (19): 69-72.
- CALAS, J., 1897: La processionnaire du pin (*Cnethocampa pityocampa*) *Revue des eaux et forêts* 705-723.
- CALAS, J., 1897: La processionnaire du pin-ravages causés par la chenille de *Cnethocampa pityocampa* principalement dans les jeunes plantations. *Revue des eaux et forêts* 737-749.
- MERCET, R., 1925: Parásitos de la procesionaria del pino. *Rev. Fitopat.* Vol. II, III.
- ROBREDO, F., 1963: Las procesiones de crisalidación de *Thaumetopoea pityocampa*. *Bol. Serv. Plagas For.* IV (12): 122-130.
- ROBREDO, F., 1980: Tratamientos masivos con diflubenzuron contra la procesionaria del pino en España. *Bol. Serv. Plagas*, 6 (2): 141-155.
- RUPEREZ, A. y BORDEN DE UNZUE, G., 1959: Experiencias de *Bacillus thuringiensis* contra la *Thaumetopoea pityocampa*. *Comunicación a VIII Reunión Nacional de Sociedades*.
- SORIA, S.; ABOS, F. y MARTIN, E., 1986: Influencia de los tratamientos con diflubenzuron ODC 45% sobre pinares en las poblaciones de *Graellsia isabellae* Graells (*Lep. Syshingidae*) y reseña de su biología. *Bol. San. Veg. Plagas* 12 (1): 29-51.