

## Tratamientos masivos con difluobenzurón contra la procesionaria del pino en España \*

F. ROBREDO

En el otoño de 1977 se iniciaron en España ensayos de campo para combatir la procesionaria del pino mediante Difluobenzurón.

Después de experimentar diversas dosificaciones y disolventes se llegó a la determinación de las siguientes dosis de aplicación por hectárea:

150 gr. Difluobenzurón 45% ULV disuelto en 5 litros de Diesel-sil.  
300 gr. Difluobenzurón 25% WP disuelto en 20 litros de agua.

El primer tipo de tratamiento para pinares de topografía llana u ondulada; el segundo para pinares abruptos.

En 1979 se realizó una campaña masiva en diversos pinares sobre una superficie de 15.100 hectáreas, con lo cual se ha logrado poner a punto una técnica revolucionaria y de futuro para el combate de la procesionaria y de otros defoliadores forestales.

Los tratamientos convencionales realizados hasta entonces actúan desfavorablemente sobre la fauna útil del pinar creando desequilibrios que se traducían en nuevas reinfestaciones a los 2 ó 3 años. Con el Difluobenzurón parecen haberse obviado estos inconvenientes, pues las parcelas tratadas hace 3 años siguen libres de plaga en contraste con las zonas adyacentes no tratadas o tratadas con insecticidas convencionales.

El Difluobenzurón, al actuar por ingestión, se convierte en un insecticida selectivo, pues no existen otros defoliadores del pino en la época de tratamientos. Los parásitos, predadores y fauna no fitófaga no se ven afectados.

Los costos de ambos tipos de tratamiento con Difluobenzurón son análogos a los de los tratamientos convencionales.

F. ROBREDO. *Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica. Servicios Centrales.* Madrid (España).

### INTRODUCCION

La procesionaria del pino es la plaga de mayor importancia social y económica de los pinares mediterráneos. Su tratamiento es imprescindible en los pinares con valor recreativo y residencial en los que la estancia de las personas se hace imposible en ciertas épocas del año por las urticaciones y molestias que ocasionan sus orugas. También es necesario

realizar tratamientos contra la procesionaria en aquellas repoblaciones de pino en que el nivel de plaga llegue a un umbral crítico que ponga en peligro la continuación del pinar.

Hasta hace pocos años se venían realizando los tratamientos contra la procesionaria del pino mediante la aplicación aérea en polvo de DDT al 10% o Triclorfón al 5% a razón de 20 a 24 Kg. por hectárea, según la topografía del monte y la densidad y altura del arbolado.

\* Presentado en el VI Congreso Internacional de Aviación Agrícola. Turín, Septiembre de 1980.

También se han realizado tratamientos mediante la aplicación aérea de 1,5 litros de Triclorfón 500 ULV o 2 litros de Triclorfón 300 ULV disueltos en gas-oil a razón de 5 litros de mezcla por hectárea.

Todos estos tratamientos tenían una gran eficacia contra las orugas de procesionaria, especialmente en sus primeros estadios larvarios. Sin embargo, su impacto sobre el resto de la biocenosis tenía aspectos negativos, sobre todo la acción de estos tóxicos sobre la fauna de parásitos y predadores de la procesionaria que se traducía en reinfestaciones fuertes tres o cuatro años después de los tratamientos.

Como consecuencia de esto, se realizaron numerosos ensayos y estudios sobre la acción de diversos productos contra las orugas de procesionaria y sobre su impacto en el resto de la biocenosis. Varios productos dieron buenos resultados con dosis muy bajas, pero su acción sobre la biocenosis no era totalmente satisfactoria.

Con la aparición del Diflubenzurón se vislumbró una posible solución y se hicieron numerosos ensayos que se tradujeron en la puesta a punto de dos técnicas de aplicación eficaces, económicas y con un impacto prácticamente nulo sobre la biocenosis.

Recordamos brevemente que el Diflubenzurón es una sustancia insecticida de muy baja toxicidad para cualquier tipo de fauna. Sus efectos fitotóxicos son prácticamente nulos a las dosis usuales.

El diflubenzurón pertenece a un nuevo grupo de insecticidas, los inhibidores de crecimiento. Mata los estadios larvarios de numerosas especies de insectos; sin embargo, no afecta a los insectos adultos. Los insectos inmaduros que ingieren Diflubenzurón tienen dificultades al mudar y mueren a continuación. El examen histológico muestra que dichas dificultades en la muda son debidas a defectos en la formación de la nueva cutícula que no puede soportar la presión interna ni los esfuerzos musculares.

El Diflubenzurón es un insecticida de in-

gestión que no tiene acción sistémica, por lo que no está indicado contra áfidos, perforadores, ácaros, etc. Por esta razón, prácticamente, todos los insectos que no comen hojas quedan libres de la acción directa de este insecticida en los tratamientos usuales. Incluso los insectos defoliadores en estado adulto quedan sin afectar. Lo mismo sucede con muchos insectos parásitos, predadores, abejas, etc. Los endoparásitos que se encuentran en el interior del huésped en estado larvario escapan, en muchas ocasiones, a la acción del Diflubenzurón como lo demuestra DEMOLIN (1978) para el taquinido *Exorista larvarum* y GRANETT y WESELOH (1975) para el Bracónido *Apanteles melanoscelus*. Ambos son parásitos de *Porthetria dispar*. SKATULLA (1975) no registra mortalidad alguna en los parásitos de *Hyponomenta evonymellus* después de un tratamiento con Diflubenzurón a la concentración del 0,03%.

Según el trabajo de LYON (1975) que ha estudiado los efectos del Diflubenzurón sobre diferentes tipos de predadores, *Chrysopa perla*, *Aphelinus asychis*, *Stethorus punctillum* y *Eristrophe balteata*, la acción directa de un tratamiento con Diflubenzurón sobre los estadios no activos de dichos insectos es prácticamente nula, lo mismo que sobre los estadios activos cuando la presa la constituyen insectos chupadores como los pulgones. Cuando la presa son orugas, caso más desfavorable, la supervivencia hasta el estado adulto de dichos predadores alcanza cifras aceptables.

La acción del Diflubenzurón es lenta y los insectos fitófagos tratados permanecen vivos bastante tiempo antes de mudar y morir, por lo que parece probable que los parásitos puedan proseguir su evolución y lleguen a avivar. No obstante, la reducción de las dosis de aplicación y la realización de los tratamientos en el momento más favorable de la evolución de los principales parásitos de la plaga a tratar, podría asegurar el mantenimiento de una parte importante de la fauna auxiliar natural, lo cual no se ha logrado

hasta la fecha con ningún otro insecticida (GRANNET, DUMBAR y WESELOH, 1976).

En numerosas experiencias realizadas por el Marine Research Institute de Duxbury, Massachusetts (U.S.A.) y el Chemical Control Research Institute de Ontario (Canadá) se ha demostrado que, a las dosis usuales de aplicación, los peces, aves y mamíferos no son afectados por el tratamiento.

Asimismo, CH BUCKNER et al. (1975) del Chemical Control Research Institute han realizado un trabajo muy interesante sobre la posible acción del Diflubenzurón en las abejas (*Apis mellifera*). En dicho trabajo se ha comprobado que la aplicación del Diflubenzurón en una intervención aérea contra la *Coristoneura fumiferana* a razón de 350 gr./Ha. no presenta ningún riesgo para las colmenas. La población de pecoreadoras se mantuvo constante durante todo el tiempo del estudio, así como la mortalidad, que fue comparable con la de las colmenas testigo. Los huevos nacieron normalmente y dieron lugar a larvas que se desarrollaron, puparon y se transformaron con toda seguridad. Las celdas vacías fueron luego llenadas con miel y operculadas. Un mes y medio después del tratamiento las colmenas tratadas y los testigos no presentaban diferencias significativas y la producción de miel fue equivalente en ambos grupos de colmenas.

#### Ensayos de campo con Diflubenzurón contra la oruga de la procesionaria del pino

La excelente eficacia del Diflubenzurón contra los lepidópteros, su modo de acción, que permite asegurar el mantenimiento de la fauna auxiliar natural, su baja toxicidad y su escasa incidencia sobre el medio ambiente han sido razones más que suficientes para ensayar este producto contra la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff).

Los primeros ensayos de que tenemos noticia fueron realizados en Francia en 1972 por RIBRIOUX y DOLBEAU (1975) con objeto de



Fig. 1. La procesionaria del pino es la plaga de mayor importancia económica y social de los pinares mediterráneos.

precisar la actividad del Diflubenzurón en condiciones de campo. De estos ensayos, que se prosiguieron en 1973 y 1974, se obtuvo una excelente eficacia práctica. La formulación utilizada fue siempre el polvo mojable con una riqueza de materia activa del 25%. Las dosis, en los tratamientos terrestres, oscilaron

entre 3 g. y 30 g. de materia activa por hectolitro con un gasto de 1,3 lt. a 3 lt. por árbol, según su talla que variaba de 1 a 2 m. de altura.

En las aplicaciones aéreas experimentales se utilizaron concentraciones de 150 g. y 200 g. de materia activa por hectolitro y la dosis de aplicación fue de 30 a 35 lt. de caldo por hectárea. En un caso se utilizó un avión biplano y en el otro un helicóptero.

Las orugas se encontraban en L1 y L2 en todos los casos a excepción del ensayo con el avión biplano en que las orugas se encontraban en L3 y alguna en L4.

En estos trabajos de experimentación se comprobaron los siguientes hechos:

- la protección del follaje.
- la mortalidad prácticamente total de las orugas y la desaparición de los nidos de invierno.
- los resultados obtenidos eran independientes de las dosificaciones y concentraciones empleadas.

En España se realizó en octubre de 1975 un ensayo con helicóptero y boquillas de cono hueco a la dosis de 0,8 Kg. de Dimilin 25 W.P. disueltos en 25 litros por hectárea. Las orugas se encontraban en L2 y L3. Los muestreos se realizaron un mes después del tratamiento y arrojaron una mortalidad corregida del 77% (RUPEREZ, 1975).

A nuestro juicio la fecha del muestreo definitivo fue algo prematura, sobre todo teniendo en cuenta que la aplicación se realizó sobre orugas en L3 en su mayor parte.

### Tratamientos experimentales realizados en España

En España hay una larga experiencia en los tratamientos contra plagas forestales mediante la Técnica de Volúmenes Ultra Bajos (ULV). La procesionaria se venía tratando ya desde hace unos años con dicha técnica, lo mismo que *Lymantria dispar*, *Tortrix viridana* y

*Neodiprion sertifer*. La carencia de agua en nuestros bosques es un factor determinante de la utilización de esta técnica.

Al aparecer la formulación Dimilin 45 ULV, el grupo Forestal del Servicio de Defensa contra Plagas del Ministerio de Agricultura, conociendo las cualidades de dicho producto y los resultados de las experiencias realizadas en Francia con la formulación DIMILIN 25 W.P., inició una serie de ensayos de aplicación aérea mediante la técnica ULV orientados a determinar las dosis más eficaces y económicas susceptibles de servir de base para la realización de tratamientos masivos contra la procesionaria.

En 1977 se realizaron los primeros ensayos con Diflubenzurón utilizando la técnica ULV de volúmenes ultra bajos. Estos ensayos tuvieron por objeto precisar la efectividad de este producto contra la procesionaria del pino en condiciones de campo mediante la técnica ULV que es la más utilizada por los forestales españoles actualmente.

En 1978 se hicieron ensayos complementarios en vista de los excelentes resultados obtenidos, con objeto de determinar la dosis de aplicación definitiva y, en 1979, se puso a punto la técnica de aplicación operacional que habría de utilizarse en el futuro en la lucha contra la procesionaria del pino en nuestro país.

## MATERIALES Y METODOS

### 1.— Disolvente

En las aplicaciones aéreas con la técnica ULV contra las plagas forestales se ha venido utilizando, de una manera sistemática, el gas-oil (Diesel oil) como disolvente. Este aumenta la adherencia de la mezcla al follaje haciéndolo más resistente al lavado por las lluvias al mismo tiempo que permite la formación de gotas muy finas, fundamentales para obtener una buena cobertura, sobre todo en pinares cuyas acículas, en forma de cilindros de muy

pequeño diámetro, son excelentes para capturar gotas pequeñas. Su escasa volatilidad hace también que dichas gotas tengan una vida más larga que si fueran gotas de agua, permitiendo así dosis de aplicación más bajas que si se utilizara agua u otro disolvente más volátil. A la dosis de aplicación usuales, cinco litros de mezcla por hectárea, tampoco se producen efectos litotóxicos. Por esta razón, al tratar de elegir un disolvente adecuado, se adoptó el gas-oil que, además de reunir las condiciones apuntadas, es barato y forma una mezcla muy homogénea con la formulación de Diflubenzurón denominada DIMILIN 45 ULV con la que se realizaron todos los ensayos de tratamiento aéreo contra la Procesionaria del pino.

## 2.— Parámetros generales

Hay una serie de parámetros que se han mantenido constantes a lo largo de toda la serie de ensayos:

Formulación: DIMILIN 45 ULV

Disolvente: Gas-oil (Diesel - oil)

Dosis de aplicación: 5 l. de mezcla por hectárea

Aeronave: Piper Pawnee 260

Equipo de aplicación: 4 atomizadores rotatorios Micronair AU 3000

Tamaño de Gota: 125 micras VMD

Señalización de las pasadas: Globos de helio de color rojo portados por señaleros a la entrada y salida de pasadas



Fig. 2. Otro aspecto de fuerte infestación.

Anchura de pasada: 15 a 16 metros

Presión de trabajo: 40 psi.

Sólo han quedado como parámetros variables en estos ensayos:

— la cantidad de materia activa por hectárea.

— el número de días transcurridos entre la fecha de tratamiento y la de los muestreos. Esta depende de la proporción de estadios larvarios existentes en el momento de los tratamientos.

Todas las parcelas se han escogido en una zona de unas 4.000 Has. de superficie de repoblación de *Pinus halepensis* de alturas comprendidas entre 1 m. y 2.5 m. de altura. La zona es completamente llana, por lo que no presentó ningún problema de vuelo ni de señalización. Se halla situada en los términos de Hellín y Cangarix en la provincia de Albacete.

Las parcelas han tenido una extensión de unas 20 Has., correspondientes a una carga útil de 100 l. de caldo.

### 3.— Muestreos

La técnica de muestreo también se ha mantenido constante a lo largo de todos los ensayos. Su objeto es seguir la evolución de la mortalidad desde el momento del tratamiento hasta que no se observe nueva mortalidad en dos muestreos consecutivos, lo cual depende de la composición de edades de las orugas en el momento del tratamiento.

Los intervalos entre dos conteos consecutivos suelen ser de una semana si bien, por ser días festivos o por condiciones meteorológicas adversas, dichos conteos se han realizado en algunos casos a intervalos ligeramente mayores. Sin embargo, en 1978 el primer conteo se realizó entre 8 y 12 días después del tratamiento. También se decidió suspender los conteos durante tres semanas cuando una proporción elevada de las orugas estaba en L4 y no eran de esperar variaciones rápidas en la mortalidad.

Para realizar el muestreo se eligen cuatro itinerarios perpendiculares a las pasadas del avión y, en cada uno de ellas se eligen al azar un número indeterminado de pinos, señalando y numerando todas las colonias. Si es necesario en el último pino muestreado se suprimen todas las colonias que sobrepasen el número 25. Se tienen así 100 colonias en 4 itinerarios de 25, es decir, estadísticamente, 4 repeticiones de 25 elementos cada una.

Los árboles de cada itinerario comienzan a contarse a unos 20 ó 25 metros del límite de la parcela y el itinerario termina también a esa distancia aproximada del límite opuesto para evitar los efectos de borde.

En los estadillos de conteo se registra cada árbol con el número de colonias que tiene y el estadio en que se encuentran las orugas de cada colonia en el momento del tratamiento y en cada conteo posterior señalando si están vivas o muertas. En algunos casos no todas las orugas de una colonia están vivas o muertas en el momento del conteo. Se hace entonces una apreciación, lo más objetiva posible, de la proporción de orugas muertas anotando 1/4, 1/2 ó 3/4 de la colonia como muertas y el resto vivas. Es decir, la unidad de conteo es el cuarto de colonia.

No ha sido necesario realizar ningún test de significación, ya que las mortalidades definitivas obtenidas en todos las parcelas, independientemente de las dosis, superan el 90%.

## RESULTADOS

### Ensayos realizados en 1977

Los ensayos realizados este año estaban orientados a comprobar la eficacia del Diflubenzurón contra la procesionaria del pino. Por eso se eligió el momento más desfavorable de la evolución de la plaga en que aún es posible un tratamiento convencional con éxito. Se pensó que si el Diflubenzurón actuaba con cierta eficacia en ese momento, ésta sería

mucho mayor en los momentos más favorables.

Se realizaron solamente dos parcelas de experiencias de 20 Has. de superficie cada una. Los tratamientos se realizaron el día 10 de Diciembre de 1977 y los muestreos se prosiguieron durante dos meses y medio.

Los resultados y características de las parcelas se indican en el siguiente Cuadro 1.

### Ensayos realizados en 1978

Se realizaron 6 parcelas experimentales con objeto de determinar las dosis más efectivas y económicas. Sus resultados y características se indican en el siguiente Cuadro 2.

Los últimos muestreos se realizaron el día 30/1/79, pero dado lo avanzado del desarrollo de las orugas en las parcelas 4,5 y 6 parece que



Fig. 3. Aspecto de bolsón. Orugas muertas como consecuencia de un tratamiento con Difluobenzurón.

CUADRO nº 1.— RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN 1977

Parcela	Dosis gr. m.a./Ha	Nº árboles muestreados	Nº colonias muestreadas	Estadios al tratar			Mortalidad definitiva a 2 meses
				L 3	L 4	L 5	
1	135	62	100	—	98	2	100%
2	67,5	73	100	4	95	1	100%

CUADRO nº 2.— RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN 1978

Parcela Nº	Dosis gr. m.a./Ha.	Estadios al tratar %				Fecha tratamiento	Mortalidad definitiva (a los 2 meses)	Observaciones
		L 2	L 3	L 4	L 5			
1	30	12	88	—	—	10 - XI	99,5%	Lluvia intensa 20 h. después trat.
2	50	26	74	—	—	10 - XI	99,0%	"
3	65	37	63	—	—	10 - XI	100%	"
4	90	14	81	5	—	14 - XI	98,0%	—
5	25	—	54	46	—	30 - XI	90,9%	—
6	125	—	81	19	—	30 - XI	99,0%	—

hubiera sido necesario un conteo adicional posterior, pues las mortalidades no parecían definitivas al existir colonias muertas sólo en parte, entre ellas orugas en L4 que no habían llegado a mudar aún, sobre todo en la parcela 5.

Las parcelas testigo, en ambas series de ensayos, no reflejaron mortalidad alguna, ya que el número de colonias permaneció constante a lo largo de todos los conteos. No obstante, la población de dichas colonias tuvo que haber disminuido en cierto grado como consecuencia de la acción de parásitos, predadores y otros agentes bióticos y abióticos. Sin embargo, al ser la unidad de conteo 1/4 de colonia y no apreciarse en ninguna colonia de los testigos una disminución de esa proporción en ninguno de los conteos realizados, no se ha hecho ninguna corrección sobre las mortalidades observadas.

Se ha elaborado también un gráfico de mortalidades acumuladas en función del tiempo para todas las dosificaciones empleadas (Fig. 5).

## DISCUSION

### Ensayos realizados en 1977

Se obtuvo el 100% de mortalidad con ambas dosificaciones a pesar del avanzado desarrollo de las orugas en el momento del tratamiento.

Este ensayo preliminar, además de confirmarnos la efectividad de la acción del Diflubenzurón contra la procesionaria del pino, nos señaló las bases para los ensayos del año siguiente en cuanto a dosis y metodología a aplicar.

La primera conclusión que sacamos de este ensayo es que la procesionaria puede combatirse con Diflubenzurón en cualquier momento de su desarrollo larvario de una manera muy eficaz (100% de mortalidad) y económica, pues la aplicación de 67.5 gr. de materia activa por hectárea, que se corresponde con 150 gr. del producto formulado DIMILIN 45 ULV,

puede competir en precio, en nuestro país, con las aplicaciones de insecticidas convencionales más utilizados contra la procesionaria.

### Ensayos realizados en 1978

Se han elegido unas dosis (90 y 125 g. m.a./Ha) que superan la dosis más baja utilizada el pasado año, con objeto de confirmar dichos resultados; una dosis análoga a la más baja del pasado año (65 g.m.a./Ha), como referencia y tres dosis inferiores (25, 30 y 50 g.m.a./Ha) con objeto de tratar de reducir la dosis en lo posible; de estas dosis se han elegido muy próximas las dos más bajas con la intención de determinar si una ligera disminución en la dosis mínima, sobre todo en orugas más desarrolladas, podría tener una marcada influencia en los efectos de la aplicación.

Como se observa en los resultados obtenidos, la mortalidad conseguida es análoga en todas las parcelas, no habiendo diferencias significativas entre los efectos de las distintas dosis empleadas a pesar de la lluvia caída después de los tratamientos 1, 2 y 3.

Sin embargo, al estudiar las curvas de mortalidad acumulada (Fig. 5) se observa que, aunque el efecto final de las distintas dosis es análogo, éstas influyen en la mayor o menor rapidez de la acción del Diflubenzurón, al igual que influye también la distribución de estadios larvarios de la población de procesionaria en el momento del tratamiento.

En efecto, aunque aparentemente todas las curvas de mortalidad acumulada tienen una forma sigmoide análoga, al compararlas conjuntamente podemos ver que si dividimos el gráfico en cuatro regiones por rectas horizontales de cota 20, 30, 50 y 80:

a.— En la región comprendida entre 0% y 20% de mortalidad no se observa ninguna tendencia particular, debido quizá al poco detalle de las curvas por falta de suficientes muestreos en los días inmediatamente posteriores a los tratamientos.



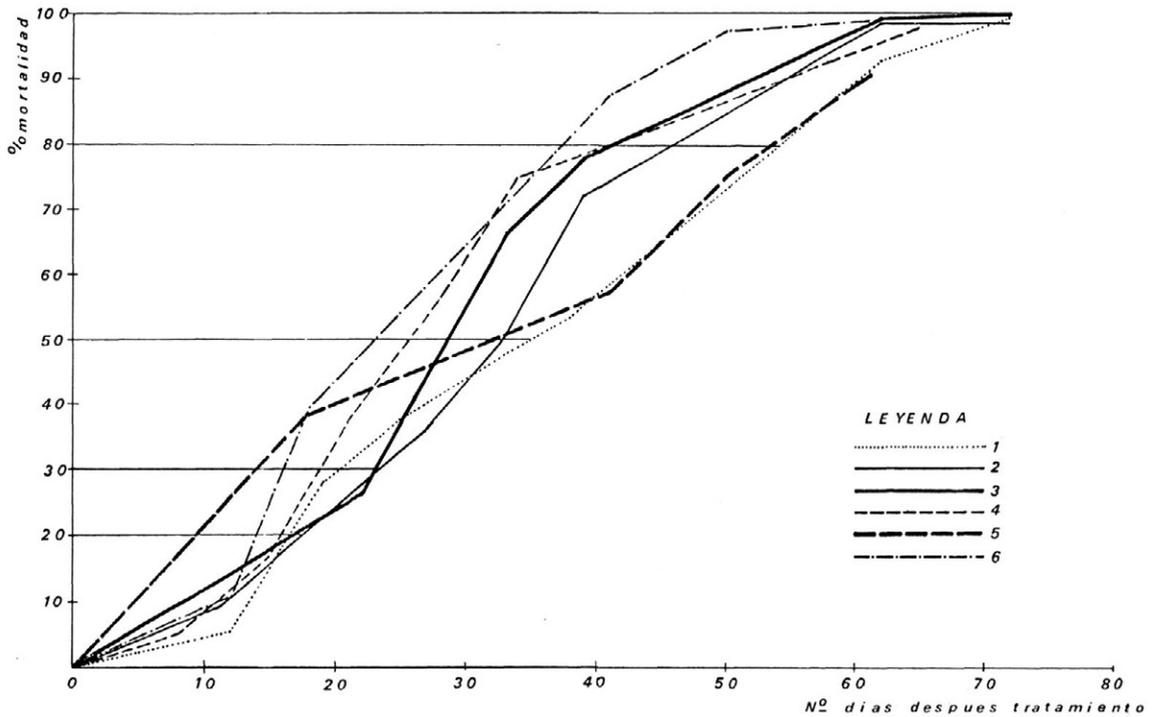
Fig. 4. Bolsón abierto para mostrar el efecto del tratamiento.

b.— En la región comprendida entre el 20% y el 30% de mortalidad se observa que las curvas están ordenadas de izquierda a derecha, según la composición de edades que había en el momento del tratamiento, correspondiendo, por tanto, mortalidades más rápidas a las parcelas que tenían orugas más jóvenes y vice-versa.

c.— En la región comprendida entre el 30% y el 50% sigue una etapa en la que las curvas se reordenan nuevamente comenzando ya a tener una influencia creciente la dosis de materia activa aplicada.

d.— En la región comprendida entre el 50% y el 80% las curvas están ordenadas de izquierda a derecha, según la dosis de materia activa

TRATAMIENTOS CON DIMILIN CONTRA LA PROCESIONARIA DEL PINO



aplicada en el tratamiento. Es decir, a mayor dosis mueren antes y viceversa.

e.— En la región comprendida entre 80% y el 100% las curvas continúan en la misma posición relativa, a excepción de la curva correspondiente a la parcela 4.

Todo esto nos indica que, poco después del tratamiento, las orugas más jóvenes comienzan a morir, pues los primeros estadios son de menor duración y las orugas mudan antes. Las orugas que van sobreviviendo pertenecen a estadios más avanzados y es la dosis lo que empieza a influir de forma decisiva en ese momento en la rapidez de acción y en la muerte de las orugas. A igualdad de estadio, cuanto mayor es la dosis, antes mueren las orugas.

Otra peculiaridad de la acción del Diflubenzurón sobre la procesionaria, que se ha puesto de manifiesto en estas experiencias, es la posibilidad que tienen muchas orugas de mudar con posterioridad al tratamiento sin llegar a morir. En todos los casos estas orugas mueren bastantes días después de dicha muda o al mudar nuevamente.

En la literatura se ha citado con frecuencia el hecho de que las colonias de procesionaria, con posterioridad al tratamiento, se dispersan por el árbol desorganizándose la colonia. Este comportamiento, muy característico en los pinares muy atacados o defoliados en que la oruga busca su alimento individualmente, con independencia del resto de la colonia, no lo hemos observado en ningún caso en estos ensayos, ni en los tratamientos operacionales realizados hasta la fecha con Diflubenzurón, en los que las orugas mueren, en su mayoría, dentro del bolsón o sobre él.

Lo que si hemos podido observar es que si los tratamientos se realizan en los tres primeros estadios, la alimentación cesa unos días después del tratamiento y el pinar se mantiene verde a pesar de la densidad de plaga que pueda quedar viva durante algún tiempo después.

En cambio, si el tratamiento se realiza en L4

y L5 las orugas tardan más tiempo en dejar de comer, aunque unas semanas más tarde comienzan a alimentarse como en sus primeros estadios, royendo parte de las acículas por los bordes y dejando la nerviación y otros restos, como consecuencia, al parecer, de un debilitamiento de las piezas bucales o de los músculos que las mueven. Esto da un color pardo al pinar que semeja una defoliación muy superior a la que realmente sufre.

Posteriormente, las orugas dejan de comer por completo y comienzan a segregar seda en grandes cantidades, envolviendo con ella los bolsones, que llegan a adquirir volúmenes desusados. Por otra parte, estos bolsones tan aparatosos están casi vacíos de orugas y sin excrementos en su interior.

Sin embargo, el aspecto del pinar con estos grandes bolsones y el color pardo de su follaje, desaconseja el tratamiento cuando las orugas estén en sus últimos estadios, aunque se puede asegurar una mortalidad que, aunque muy lenta, puede llegar a alcanzar cifras muy próximas al 100%.

### **Puesta a punto de las técnicas de aplicación operacionales.**

#### **A. Volúmenes ultrabajos (ULV)**

La técnica de aplicación a volúmenes ultrabajos ULV no necesita modificación alguna para la aplicación del Diflubenzurón, cuya formulación DIMILIN 45 ULV no presenta ningún problema de miscibilidad con el gas-oil (Diesel-oil).

La dosis de materia activa que se recomienda depende, más que nada, de la proporción de estadios larvarios al comenzar el tratamiento. Con objeto de lograr una mayor rapidez de acción se aconsejan dosis ligeramente mayores cuando el desarrollo de la plaga está más adelantado. Dado que en las experiencias realizadas no se han observado diferencias significativas en la mortalidad final entre las distintas dosis utilizadas, hemos adoptado, un tanto

conservadoramente, las dosis comprendidas entre

100 g. de DIMILIN 45 ULV/ Ha = 45 g. de materia activa por Ha.

150 g. de DIMILIN 45 ULV/ Ha = 67,5 g. de materia activa por Ha.

Los parámetros definitivos que hemos adoptado para los tratamientos masivos, de forma operacional, han sido fruto de los tratamientos realizados en 1979 sobre más de 10.000 Has. de pinar atacado de procesionaria, con resultados muy satisfactorios.

Dichos parámetros son:

Formulación: DIMILIN 45 ULV

Disolvente: Gas-oil (Diesel-oil)

Concentración: de 100 a 150 gr. de producto formulado en 5 lt. de gas-oil.

Dosis de aplicación: 5 litros por hectárea

Tipo de aeronave: De ala fija

Equipo de aplicación: Atomizadores rotatorios Micronair AU 3000

Presión de trabajo: 40 psi.

Anchura de pasada: Depende de la aeronave utilizada

Tamaño de gota: 125 micras VMD

Señalización de las pasadas: Mediante globos llenos de helio de color rojo y 1.25 m. de diámetro aproximado, portados por señaleros.

## B. Volumen bajo (LV)

En nuestro país, una gran parte de los pinares tienen una topografía muy abrupta en la que en ocasiones, es difícil obtener una cobertura suficiente aplicando sólo cinco litros de caldo por hectárea. En Francia se hizo una experiencia de tratamiento con Diflubenzurón contra la procesionaria del pino utilizando la técnica de aplicación de volúmenes bajos (LV) con magníficos resultados (DEMOLIN, 1978).

Con esta idea se intentó poner a punto una técnica de aplicación de volúmenes bajos que nos permitiera tratar con Diflubenzurón aquellos pinares cuya topografía abrupta podría comprometer los resultados de una aplicación ULV.

Para ello se utilizaron diversos tipos de aeronaves y de equipos de aplicación, tal como se resume en el cuadro siguiente:

En cuanto a formulación se adoptó la preconizada por DEMOLIN. Dado que, al volar zonas abruptas, la altura de vuelo tenía que ser forzosamente considerable durante la mayor parte del tiempo y, al tratarse de un insecticida que actuaba por ingestión, se aumentó el tamaño medio de gota ensayándose diámetros medios de 150 y 175 micras MVD para evitar la mayor evaporación que supone un mayor recorrido de las gotas y la menor vida media de una gota de agua comparada con una gota de gas-oil del mismo diámetro.

Los resultados biológicos obtenidos en todos los casos fueron muy satisfactorios, por lo

CUADRO nº 3.— TRATAMIENTOS CON DIMILIN 25 WP EN 1979

Aeronave	Modelo aeronave	Equipo de aplicación	Modelo de equipo	Superficie tratada Ha.
Helicóptero	Ag. Bell	Barra y boquillas	Cono hueco	250
Avioneta	P. Pawnee 260	Barra y boquillas	Abanico plano TEEJET	1.000
Avioneta	Thrush Comm	6 atomizadores rotatorios	MICRONAIR AU-3000	600

que se adoptaron los siguientes parámetros para los tratamientos masivos a realizar en el futuro.

Formulación: DIMILIN 25 WP (Polvo mojable).

Disolvente: Agua.

Concentración: 300 gr. de formulado en 20 lt. de agua.

Dosis de aplicación: 20 litros de mezcla por hectárea.

Tipo de aeronave: De ala fija o rotatoria.

Equipo de aplicación: Barra y boquilla de cono hueco, de abanico plano o atomizadores rotatorios.

Presión de trabajo: De 40 a 45 psi.

Anchura de pasada: Depende de la aeronave utilizada.

Tamaño de gota: 150 a 175 micras MVD.

Señalización de las pasadas: Mediante globos llenos de helio de color rojo, de 1,25 m. de diámetro aproximado, portados por señaleros.

## CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto podemos sacar las siguientes conclusiones:

1) La procesionaria del pino se puede tratar con Diflubenzurón en cualquier momento de su desarrollo larvario de una manera eficaz.

Sin embargo, no se aconseja el tratamiento en los últimos estadios, ya que la oruga continua haciendo daño y el aspecto del pinar llega a ser inaceptable después de haber sido tratado, aunque se alcance una mortalidad total.

2) La acción del Diflubenzurón es lenta aunque, cuanto más jóvenes son las orugas, más rápida es su acción.

Esta es otra razón para aconsejar los tratamientos en los primeros estadios larvarios.

3) Cuando las orugas están en sus primeros estadios la cadencia de mortalidad producida por el Diflubenzurón es más rápida inmediatamente después del tratamiento que la cadencia producida en esos momentos por la misma dosis sobre estadios más avanzados.

Posteriormente tiene una mayor influencia la cantidad de materia activa aplicada. Cuanto mayor es ésta, más rápida es la acción.

4) No se aprecian diferencias significativas en las mortalidades definitivas obtenidas con las distintas dosificaciones empleadas.

Sin embargo, consideramos que las dosis excesivamente bajas no deben recomendarse por estar sujetas a posibles deficiencias en la cobertura y distribución de las partículas en puntos en los que la cantidad de materia activa recibida podría ser insuficiente para obtener el efecto biológico deseado.

5) Recomendamos pues, y elegimos para nuestros tratamientos, dosificaciones que oscilen entre 100 y 150 gramos de DIMILIN 45 ULV disueltos en 5 litros de gas-oil por hectárea, ó 300 gramos de DIMILIN 25 W.P. disueltos en 20 litros de agua por hectárea.



Fig. 5. Contraste entre una parcela tratada (al fondo) y el testigo (primer plano).

Consideramos que esta última formulación, polvo mojable, debe aplicarse con mayor riqueza en materia activa, ya que tiene menor adherencia a las acículas al tratarse de una suspensión acuosa.

7) Los tratamientos aéreos con Diflubenzurón contra la procesionaria del pino son muy eficaces y económicos, no habiéndose detectado hasta la fecha ningún efecto colateral nocivo sobre los ecosistemas tratados.

Estas características hacen que este tipo de tratamientos constituya opción obligada al decidir un tratamiento contra la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, Schiff., sobre todo cuando se quiere tener la

mínima incidencia posible sobre el ecosistema a tratar.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar aquí, a todas las personas que han colaborado en este trabajo, el testimonio de nuestra particular gratitud y de forma muy especial a los Ingenieros de Montes, D. José Burgo y D. Francisco Martínez, así como a los capataces forestales D. Mariano Rojo y D. Ricardo Posada, que tanto interés y dedicación han puesto en la realización de estos ensayos.

## ABSTRACT

ROBREDO, F. 1980.— Tratamientos masivos con Difluobenzurón contra la procesionaria del pino en España. *Bol. Serv. Plagas*, 6: 141-154.

Field tests with Difluobenzuron applied by aircraft were carried on against the caterpillar for the first time in Spain during the fall of 1977.

After testing different doses of Difluobenzuron and several solvents we arrive to the following application dosages per hectare as the most effective and cheap:

150 gr. of Difluobenzuron 45% ULV solved in 5 litres of Dieseloil.

300 gr. of Difluobenzuron 25% WP solved in 20 litres of water.

During 1979 an extensive campaign of aerial treatments was carried out with Difluobenzuron on 15.100 Has. of pine forests. As a consequence, a new and revolutionary technique has been developed to fight against the processionary caterpillar and some other forest defoliators.

Conventional treatments carried out before caused unfavourable collateral effects on the forest fauna generating unbalanced situations and giving rise to new reinfestations after two or three years. It seems that with the Difluobenzuron treatments those undesirable effects have been removed since the plots treated three years ago still remain free of the pest in contrast with the surrounding forest treated with conventional insecticides or not treated at all.

As the insects need to ingest some Difluobenzuron to be killed, this chemical turns to be a selective insecticide since there are not other defoliators feeding on pine by that time. It seems that parasites, predators and not phytophagous fauna are not affected.

The cost of both types of treatments with Difluobenzuron are similar to conventional treatments.

## REFERENCIAS

- DEMOLIN, G. 1978: Action du Dimilin sur les chenilles de *Lymantria dispar* L.: Incidence sur les tachinaires endoparasites. *Ann. Sci. Forest.*, 35 (3), 229-234.
- GRANNET, J., WESELOH, R.M. 1975: Dimilin toxicity on the Gypsy Moth larval parasitoid *Apanteles melanoscelus*. *J. Econ. Entomol.* 68 (5), 577-580.
- GRANNET, J., DUNBAR, D.M., WESELOH, R.M. 1976: Gypsy Moth Control with Dimilin sprays timed to minimize effects on the parasite *Apanteles melanoscelus*. *J. Econ. Entomol.*, 69 (3), 403-420.
- RIBRIOUX, Y., DOLBEAU, C. 1975: Essai de lutte contre la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) a l'aide du Diflubenzuron. *Phytiatrie - Phytopharmacie*, 24, 193-204.
- ROBREDO JUNCO, F. 1980: Contra la procesionaria del pino. El Dimilin un nuevo insecticida biológico no tóxico, ni contaminante. *Agricultura*, 575, Abril, 296-299.
- RUPEREZ, A. 1976: Resultados obtenidos en los tratamientos experimentales contra procesionaria del pino en Robledo del Mazo (Toledo). *Informe técnico*. (Archivos del Servicio de Defensa contra Plagas).
- SKATULLA, U. 1975: Über die Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Forstinsekten. *Anz. Schädlingskde., Pflanzen-Umweltschutz* 48, 145-147.