

Eficacia de algunas materias activas y formulaciones sobre la «procesionaria del pino» (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) con contaminación artificial de puestas

J. FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA y P. CABEZUELO

En 1991 y 1992 se han llevado a cabo en Córdoba sendos ensayos con *T. pityocampa*. El método de «contaminación artificial» ha permitido establecer, con notable facilidad el ciclo biológico, el nivel de parasitismo, la correlación entre longitud de las puestas y número total de huevos de las mismas, la composición inicial de la población de orugas y el comportamiento de los productos (eficacia e impacto).

Las m.a. utilizadas han sido: α -Cipermetrina, *B. thuringiensis*, flufenoxuron (con diferentes vehículos) y hexaflumuron

J. FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA y P. CABEZUELO. Sanidad Vegetal. Delegación de Agricultura. Córdoba.

Palabras clave: *T. pityocampa*, eficacia de plaguicidas, impacto ecológico.

INTRODUCCION

La preocupación ecológica que compartimos, el enorme desarrollo de los aspectos lúdico, recreativo, cinegético, ornamental, económico, etc. del pino en general y del piñonero en particular (la recogida de la piña es imposible con «procesionaria»), nos indujeron a ensayar en nuestra zona las 3 familias de productos registrados contra *T. pityocampa*: piretroides, inhibidores de la quitina y *B. thuringiensis*.

Las campañas oficiales de IARA y AMA, Ayuntamientos (parques y jardines), urbanizaciones, fincas particulares, etc., presionan cada vez más en los sentidos antes mencionados.

Utilizando el método de contaminación artificial para un mejor control de las acciones, los objetivos han sido, entre otros, los siguientes:

– Confirmar una vez más la eficacia de productos ya registrados o en vías de serlo.

– Comprobar las posibilidades de reducción de materia activa por Ha. y por ende del impacto ambiental.

– Utilizando vehículos como gasoil, agua o ninguno. Aconsejar formulaciones más limpias y menos complicadas de aplicar.

– Observar el impacto sobre la entomofauna del pinar.

MATERIAL Y METODOS

El medio de trabajo

El ensayo se ha ubicado en la finca «Los Chivatos» perteneciente al término municipal de Fuente Obejuna. Dicha finca de 1.430 Ha. gestionada por el IARA, está repoblada de «Piñonero» de 16 años y aparentemente no tiene «Procesionaria».



Fig. 1.–Vista parcial de dos cerros notablemente diferenciados. (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

El diseño experimental

Dado que la finca está configurada como una pequeña cordillera de 14 cerros, algunos de estos han actuado como unidades de aplicación.

Las unidades de aplicación se han visitado y trabajado varias veces por vía terrestre para señalar y definir los lugares de la localización de puestas y una vez por vía aérea para que el piloto opinase sobre la localización de colonias, señalización, etc., y decidiese «a priori» la forma de volar cada parcela.

En un recinto de unas 50 Ha, para cada producto, bien señalizado, se colocaron 20 puestas, una por árbol distanciadas varios metros según orografía, tamaño de árboles, etc.

La contaminación artificial

– En la primavera de 1992 se localizó una zona de «Piñonero» muy atacada de

«Procesionaria» y supusimos que sería fácil encontrar luego puestas.

– A primeros de agosto se colocaron 3 trampas sexuales y efectivamente se captu-



Fig. 2.–Puesta instalada artificialmente sobre la parcela de ensayo. (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

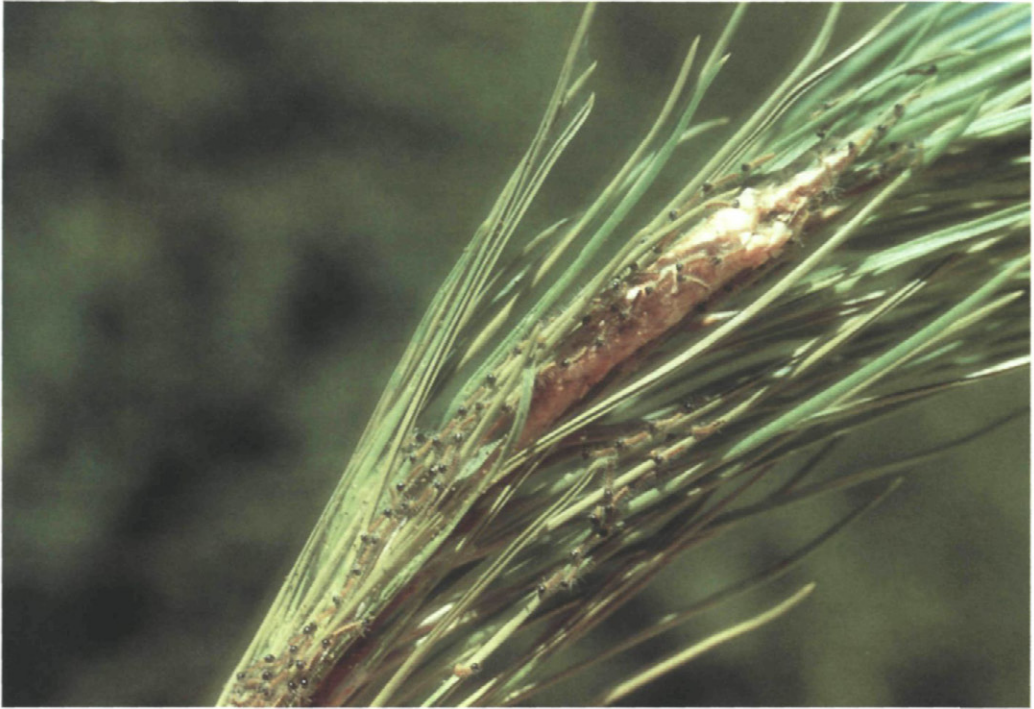


Fig. 3.—Colonia de *T. pityocampa* L. recién eclosionada. (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

raron bastantes machos (628 en total desde el 10 de agosto hasta el 9 de octubre).

- Desde finales de agosto y durante septiembre se hicieron varias visitas en busca de puestas y se fueron llevando a la finca objeto de tratamiento.

- La instalación se hizo por el sistema de extracción cuidadosa de la puesta de la acícula original y pinchado (también cuidadosamente) en acículas de árboles finales, señalizando la localización de la puesta y el árbol con cinta plástica de la que se utiliza en las obras urbanas.

- Una vez eclosionadas y establecidas las colonias, se cortaban las puestas y se traían al laboratorio para contar el número de huevos eclosionados, estériles, parasitados, etc., y así saber las orugas que habíamos colocado realmente en cada árbol y parcela.

- Aprovechando este control de puestas se ha medido la longitud de cada una de las

225 para tratar de establecer una correlación entre longitud de la puesta y número de huevos de la misma en nuestra zona.



Fig. 4.—Avioneta «Brave» durante el tratamiento (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

Aplicación

Se realizó el 5 de noviembre entre las 10 h. y las 15 h. con avioneta tipo «Brave» provista de atomizadores rotatorios «micro-nair» y dosificador de cabina para las distintas cantidades por Ha. (1, 2, 2,5 y 5 l.).

Las orugas estaban en L₁ y L₂ y el clima era el adecuado. Se comenzó por el FORAY por sus mayores exigencias en HR.

Para el control de calidad se utilizó papel hidrosensible y en el caso de *B. thuringiensis* además, placas «petri» con medio nutritivo bacterias.

Cuadro 1.—Productos y dosis

Materia activa (producto comercial)	Riqueza %	m.a./Ha cc-gr	P.C./Ha lts	Vehículo L/Ha	Dosif. L/Ha	Ha
<i>B. thuringiensis</i> (FORAY)	—	—	2	Agua: 0,50	2,5	63
α-cipermetrina (FASTAC-125)	0,125	2,50	2	—	2	50
flufenoxuron (CASCADE-5)	5	12,50	0,25	Agua: 4,75	5	60
flufenoxuron (CASCADE-10)	10	10	0,10	Gasoil: 0,90	1	70
flufenoxuron (CASCADE 10)	10	10	0,10	Agua: 0,90	1	70
flufenoxuron (CASCADE-10)	10	10	0,10	Agua: 4,90	5	50
hexaflumuron (CONSULT-25)	25	30	0,12	Gasoil: 4,88	5	50

El impacto ambiental

Para tener una aproximación del efecto de los productos sobre fauna arborícola general se colocaron tres embudos por parcela (Ø 50 cm. y h. 50 cm.) colgados de árboles sin «procesionaria» pero dentro de la zona tratada.

Se hicieron observaciones y filmaciones sobre la vida y actividad de la fauna cinegética

(cérvidos) el día D y en controles sucesivos.

Controles

A lo largo de la experiencia se han efectuado los siguientes controles:

Fecha	Día	Operación (1)
4-8-92	D-91	Colocación de trampas sexuales.
10-8	D-85	Comienzo de los controles de capturas semanales.
25-8	D-72	Comienzo de localización de puestas semanales.
15-9	D-51	Comienzo de recolección semanal de puestas y colocación en el lugar de la experiencia.
30-9	D-36	Comienzo de observaciones fenológicas semanales de las puestas y colonias.
5-11	D	Tratamiento
6-11	D+1	Observación y notación de todas las colonias.
10-11 a 112-1	D+5-D+68	Observación semanal del estado de las colonias.

(1) En cada visita, las puestas eclosionadas se traían al laboratorio para su análisis minucioso y saber las orugas reales que se habían colocado en cada parcela. Asimismo

las colonias notoriamente muertas se traían para saber las orugas recuperadas.

En el caso del *B. thuringiensis* se efectuó un control de impactos utilizando papel hi-



Fig. 5.-Puesta pelada para conteo de huevos.
(Foto: J. Fdez. de Córdoba)

drosensible y placas petri con medio bacterias (Agar nutritivo) colocados a 2 alturas: suelo y copa de árbol pequeño (unos 2,5 m.). Las placas se abrieron cuando se aproximaba el avión y se cerraron y sellaron inmediatamente de pasar. Permanecieron en estufa a 20 °C durante 2 días.

RESULTADOS

El ciclo biológico

A partir de las capturas semanales de machos en 3 trampas y las observaciones también semanales de las 160 puestas y subsiguientes colonias hemos elaborado el ciclo que aparece en la Figura 6.

Como puede verse el vuelo ha comenzado este año en la primera quincena de agosto y finalizado a primeros de octubre.

La oviposición comienza a los 3-4 días del vuelo de machos, dato estimado consi-

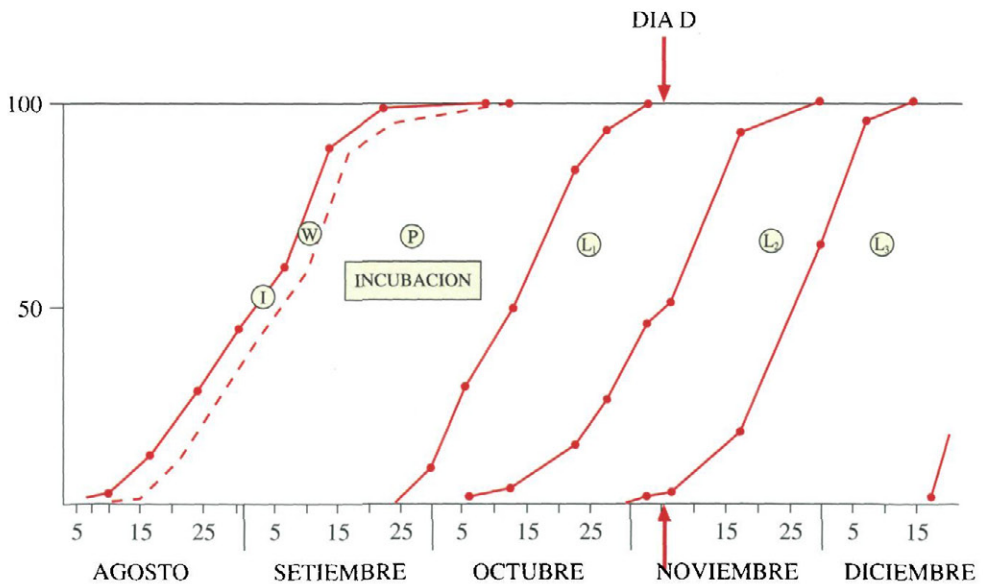


Fig. 6.-Ciclo biológico de procesionaria del pino.

derando proterandría, maduración sexual, acoplamiento, oviposición laboriosa, etc.

La incubación, según la temperatura de esta zona, ha durado entre 30 y 40 días.

El paso de L_1 a L_2 , fundamental para programar los tratamientos, dura sobre 15 a 22 días pero considerando el conjunto de la población se produce a lo largo de 30-45 días como puede verse en las curvas acumulativas de situación de dicha población.

El de L_2 a L_3 es de 20-28 días, algo más corto este año seco y cálido.

El de L_3 a L_4 , aunque apenas figura en el gráfico, estimamos que es el más largo y en nuestras condiciones debe durar de 1,5 a 2 meses.

El análisis de la puesta

El análisis minucioso de las 205 puestas procesadas una vez eclosionadas nos ha permitido conocer el número de orugas reales instaladas en cada parcela, el nivel de parasitismo general y establecer una correlación (fórmula de regresión) entre longitud de puesta y número de huevos totales, lo que en el futuro nos ahorrará mucho tiempo en las experiencias con contaminación artificial.

Los resultados de este análisis figuran en el Cuadro 2 y Figura 7.

Del Cuadro 2 pueden extraerse ciertas conclusiones (ciertamente subjetivas pero avaladas por los datos estadísticamente suficientes).

– La longitud de puestas, en nuestras condiciones, suele oscilar entre 25 y 30 mm. aunque hay puestas aberrantes de 13 a 45 mm.

– El número de líneas está entre 7 y 9 aunque según sea una acícula gruesa a dos débiles puede oscilar entre 6 y 12.

– El total de huevos por puesta está en torno a los 200 aunque se encuentran pocas de menos de 100 y pocas de más de 300.

– Corríjase todo esto con el nivel de parasitismo en cada zona (en nuestro caso 20%) también variable y se tendrá la composición de colonias instaladas.

En cuanto a la correlación entre longitud de puesta y huevos totales (parasitados o no), el gráfico es bien expresivo y las fórmulas de regresión resultantes calculada y simplificada, para esta zona serían.

$$W.t. = 5,941 L + 32,297$$

$$R^2 = 0,6523$$

$$W.t. = 6 L + 32$$

Se ha realizado una regresión múltiple, teniendo en cuenta el número de líneas pero, aparte de ser difícilmente memorizable y no añadir gran exactitud al objetivo de saber con gran aproximación el número de orugas que se ponen, exige limpiar una muestra importante de puestas cuando la variación en el número de líneas es bastante exigua.

El análisis de las 205 puestas está representado en la Figura 7.

Cuadro 2.—Totales, medias y valores extremos de los parámetros

Parámetros	Media	Total	%	Mínima	Máxima
N.º de puestas	205	205	–	–	–
Huevos avivados	156	31.980	80	21	305
Huevos parasitados	39	7.995	20	0	170
Total huevos	195	39.975	100	71	314
Longitud puesta (mm)	27,4	5.614	–	13	45
N.º de líneas	8	1.647	–	6	12
N.º de huevos/línea	24	–	–	–	–

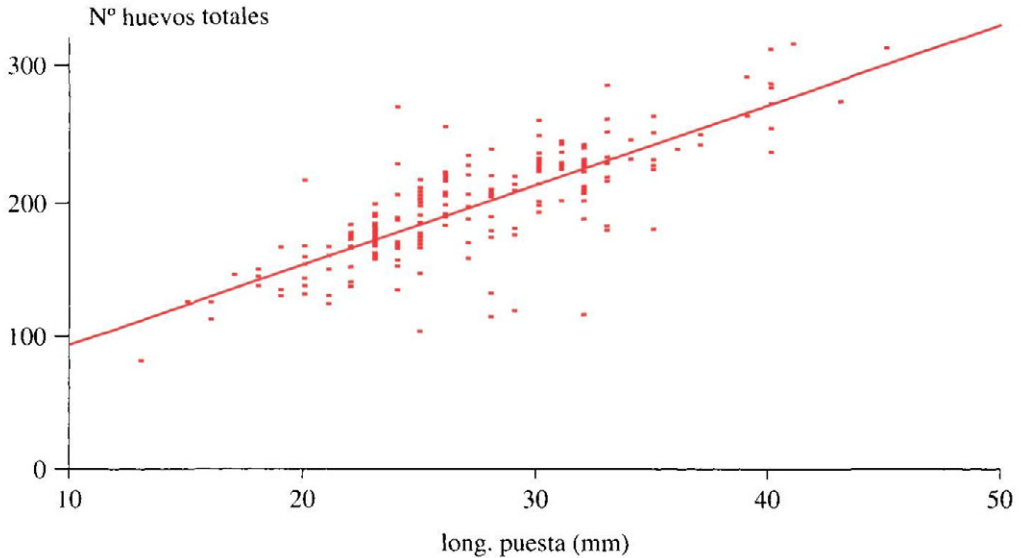


Fig. 7.—Relación entre el número de huevos totales y la longitud de puesta.

Las orugas iniciales y recuperadas muertas

Las orugas iniciales se han calculado por conteo de los huevos eclosionados (una vez peladas o desplumadas las puestas una por una en cada parcela) distinguiendo los eclosionados o no por parasitismo.

Las recuperadas obviamente muertas (salvo en el testigo que estaban vivas pero que sirven para ver la mortalidad natural) se trajeron al laboratorio para contarlas y ver su estadio.

Los resultados resumidos figuran en el Cuadro 3.

De este pequeño análisis sólo podemos extraer una conclusión: que la mortalidad

Cuadro 3.—Orugas instaladas y recuperadas muertas

Ref.	Producto	Orugas iniciales	Orugas recuperadas	Diferencias	%
1	flufenoxuron-10 + 5 lt agua	3.227	1.637	1.590	51
2	flufenoxuron-5 + 5 lt agua	2.937	763	2.174	26
3	flufenoxuron-10 + 1 lt agua	3.180	1.010	2.170	26
4	flufenoxuron-10 + 1 lt agua	3.254	1.686	1.568	52
5	B. thuringiensis-2 lt + 0,5 lt agua	3.369	1.115	2.254	33
6	α-cipermetrina 0,125 (2 lt)	3.027	1.584	1.443	52
7	hexaflumuron-25 + 5 lt gasoil	3.531	2.386	1.145	68
T.	Testigo	3710	2.194	1.516	59 (*)

(*) Las orugas recuperadas en el testigo estaban vivas y en L₅.

natural ronda el 40% y que las recuperadas muertas dependen de la fecha en que se haya cortado y analizado la colonia, incluso de la composición en el momento de tratamiento.

El impacto ambiental

Como dijimos en material y métodos, se han colocado el día D-5, 3 embudos por parcela, 2 en pinos y uno en encina. Se han vaciado los días D-1 y D+1, en algunos casos también el D+5.

Lógicamente el control del D+1 era necesario para la α -cipermetrina y el testigo y conveniente para los vehículos que llevaban el *B. thuringiensis* y los inhibidores de la quitina. Para estos hubiese sido igualmente conveniente un control semanal durante meses o quizá años, pero nuestras disponibilidades no lo permitían, por lo que estos datos deben considerarse sólo como una aproximación.

En general no se aprecia un impacto notable salvo en α -cipermetrina pero esto era conocido y creemos que por su escasa persistencia sólo perturba la población que existe en el momento del tratamiento.

No hemos observado diferencia notable entre pino y encina por lo que en el Cuadro 4 hemos globalizado la fauna recogida en los 3 embudos.

Es de destacar la pobreza entomológica de este pinar (Piñonero de 14-16 años) comparada con la que hemos encontrado en encinares centenarios.

Observaciones y filmaciones sobre la fauna cinegética (Cérvidos fundamentalmente) el día D y días sucesivos indicando que ni el avión, los productos o sus vehí-

culos (agua y gasoil) perturban su comportamiento y las informaciones de la guardería forestal son excelentes.

Comportamiento de los productos

Para no ser excesivamente prolijos presentamos en el Cuadro 5 y Figura 8 la composición de la población y mortalidad al día D+1 en cada una de las formulaciones para pasar después a unas impresiones, a modo de conclusiones que incluirán matices no cifrados.

A partir del día D+1 cada producto tuvo un comportamiento distinto según sus características, dosis por Ha composición de la población inicial y cantidad y calidad del vehículo utilizado.

En la Figura 8 se aprecian las diferencias de comportamiento de cada formulado y en el Cuadro 6 citada dicha evolución en forma de % de mortalidad extraída de la notación que es menos comprensible. Como todas las colonias se han recuperado totalmente muertas no procede utilizar fórmulas como Abbot o similares.

En este punto debemos hacer una matización para la correcta interpretación de las curvas de mortalidad: como las colonias no pueden manipularse para contar orugas vivas y muertas se procede a asignarles una nota subjetiva de 0 a 3 y con estas notas medias se construyen la curva para «a posteriori» calcular gráficamente la mortalidad teórica que le correspondería. Así el día D+1 puede hablarse de «comportamiento extraño» «orugas algo afectadas», etc. (notas de 0 a 1) pero no de orugas muertas porque no han tenido tiempo de que el producto actúe sobre la fisiología de la quitina.

Cuadro 4.-Observaciones sobre la fauna arborícola no objetivo

Orden Familia	Parcela Producto	(1) flufenox-10 0,11 + 5 l agua			(2) flufenox-5 0,25 l + 5 l agua			(4) flufenox-10 0,11 + 1 l gasoil			(5) B. thuring. 2 l + 0,5 l agua			(6) α -cipermet. 2 l (2,5 gr)			(7) hexaflum. 0,12 l + 5 l gasoil			(T) Testigo -		
		D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5	D-1	D+1	D+5
		COLEOPTERA	Staphylinidae						1	1					1	4	5					
	Carabidae		1									2										
	Scarabaeidae														1							
	Dermestidae														1	1						
	Coccinellidae													1	5							
	Chrysomelidae														7	7						
	Curculionidae														3	4						
	Apionidae														1							
	OTROS	1			1	1								4		3	1				1	
	TOTAL	1	1		1	1		1	1			2		6	23	20	1				3	2
HEMIPTERA	Pentatomidae														6							
	Aphidiidae														10							
	OTROS													2	26	17						
	TOTAL													2	42	17						
DIPTERA	Culicidae										1				14	1						2
	Tephritidae														18	18		2				
	OTROS	1	1		2	4		3			2				2	6		2				
HIMENOPTERA	Formicidae	8			2	2		2			9	1			3	4	2				3	5
	OTROS														1	2						1
LEPIDOPTERA	(Larvas)				1	1									2	4	1					1
THISANOPTERA	Varias														24	8						
PSOCOPTERA	Varias							1						1	12				1	2		2 11
DIPLOPODA	Varias		1								1											
COLLEMBOLA	Varias	23	9			3		4	1			1		1	1			4	5			3
ARACHNIDA	Varias				2	2					1	1		3	10	4	2					1
	OTROS														10	8						
	TOTAL	33	12		8	13		4	2		14	5		13	165	92	11	9			8	26

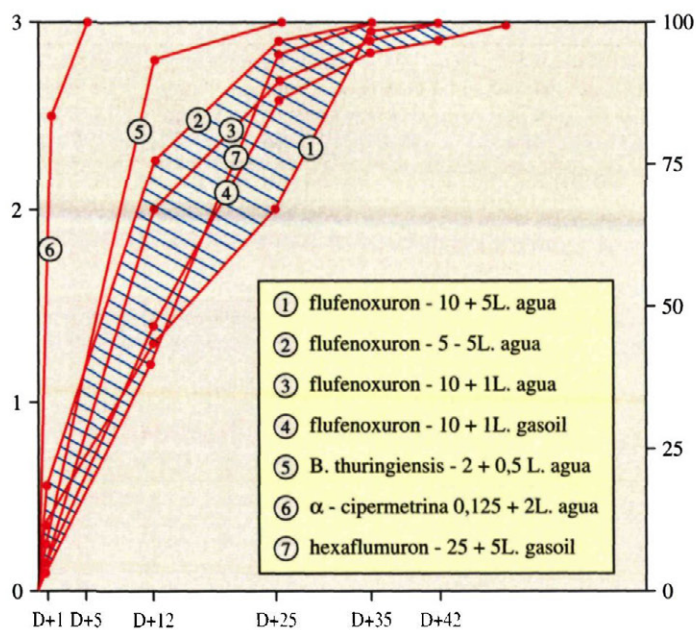


Fig. 8.-Comportamiento de distintos formulados. 1992.

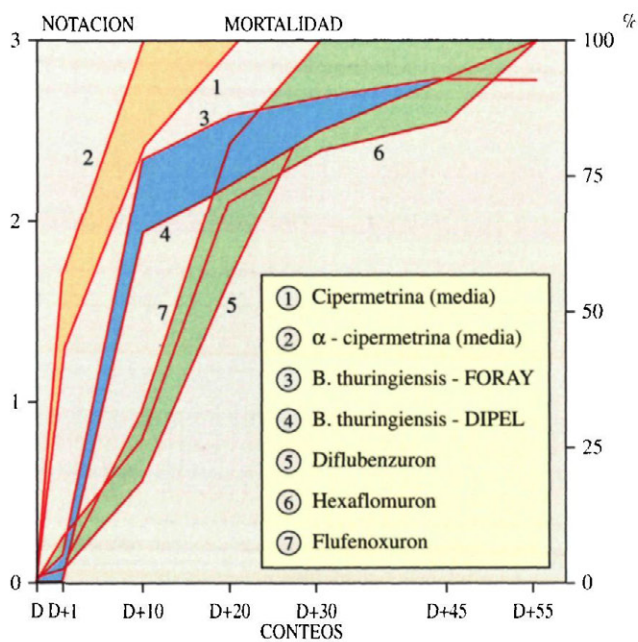


Fig. 9.-Comportamiento de distintos formulados. 1991.

Cuadro 5.-Composición de la población y mortalidad al D+1

Composición de la poblac. %	flufenox-10 0,10 l + 5 l agua	flufenox-5 2 l + 5 l agua	flufenox-10 0,1 l + 1 l agua	flufenox-10 0,10 l + 1 l gasoil	B. thuring. 2 l + 0,5 l agua	α -cipermetr. 0,125 2 l -	hexaf-25 0,12 l + 5 l gasoil	Testigo
L ₁	35	50	50	15	45	60	35	35
L ₂	65	50	50	70	50	40	65	65
L ₃	-	-	-	5	5	-	-	-
Mortalidad notación	0.35	0.55	0.15	0.1	0.0	2.5	0.0	0.0
Mortalidad %	10,6	11,6	5,0	3,3	0,0	83,3	0,0	0,0

Cuadro 6.-Evolución del % de mortalidad según formulados

Ref.	Formulados (1) dosis por Ha	D+1	D+5	D+12	D+25	D+35	D+42	D+63	Orugas iniciales	Orugas recuperadas
1	flufenoxuron-10 0,1 l + 5 l agua	11	-	43	67	98	100		3.227	1.637
2	flufenoxuron-5 2 l + 5 l agua	12	-	75	97	100			2.937	763
3	flufenoxuron-10 0,1 l + 1 l agua	5	-	67	90	97	100		3.180	1.010
4	flufenoxuron-10 (*) 0,1 l + 1 l gasoil	3	-	47	87	95	97	100	3.254	1.686
5	B. Thuringiensis (*) 2 l + 0,5 l agua	0	-	93	100				3.369	1.115
6	α -cipermetrina 2 l	83	100						3.027	1.584
7	hexaflumuron-25 0,12 l + 5 l gasoil	0	-	40	95	100			3.531	2.386
T	Testigo (*)								3.710	2.194

(*) Las colonias no se han recuperado hasta que estaban ostensiblemente muertas pero las testigo estaban obviamente vivas los días de recuperación (D+35, D+42 y D+45) aunque ya se ve que la mortalidad natural ronda el 40%.

(-) No se controló.

Las piretrinas

Ya en 1991 se ensayaron con el mismo método y con los resultados que figuran en el Cuadro 7.

La comparación de resultados de 1992 y 1991 sugiere los siguientes comentarios (que no conclusiones).

- El añadir mucha agua al producto comercial más bien resta rapidez al formulado al disminuir la concentración de m.a. Pensamos que quizá es más eficaz o rápido un impacto concentrado que varios diluidos aunque la cantidad sea la misma.

- La cantidad de m.a./Ha. es también importante y debe rondar los 2,5 gr. para la α -cipermetrina y 3,5 gr. para la cipermetrina.

Cuadro 7.-% de mortalidad de piretrinas sobre «Procesionaria»

	Dosis gr MA/Ha	Composición caldo/Ha P.C. + vehículo	% mortalidad al D+		
			D+1	D+10	D+20
Cipermetrina (SADITRINA-ME)	1,75	0,5 + 4,5 l agua	67	100	
	2,63	0,75 + 4,25 l agua	46	100	
	1991	3,50	1,00 + 4,00 l agua	57	100
MEDIA	2,63		57	100	
α -cipermetrina (ALCANCE-2)	1,00	0,9 + 4,5 l agua	50	81	100
	1,50	0,75 + 25 l agua	37	90	100
	1991	2,00	1,0 + 4,0 l agua	44	70
MEDIA	1,50		44	81	100
α -cipermetrina (FASTAC 0,125) 1992	2,50	2 l de agua	83	100 (*)	

(*) Al día D+5.

– Para no imputar retrasos de eficacia a los productos, los controles deben hacerse al D+1, D+3 y D+5. Si fuese necesario seguir es que algo ha fallado (dosis subletal, excesiva dilución, etc.).

En el ensayo de 1992 el mismo día D estaban las orugas notoriamente afectadas, eso sí estaban todas en L₁-L₂ al 50%.

– La eficacia no depende demasiado de la composición de la población pero, eso sí, hay que esperar a que todas las puestas hayan eclosionado. En Córdoba sobre el día 1 de noviembre, día de Todos los Santos.

– Su rapidez de acción, comodidad de aplicación por ausencia de vehículo, su escasa persistencia y su precio constituyen sus ventajas.

– El impacto sobre fauna arborícola de artrópodos es muy superior al resto de los

productos (Cuadro 4) aunque la del pinar es notoriamente inferior a la del encinar.

Los *B. thuringiensis*

En 1991 se ensayaron, con el mismo método, dos formulaciones (DIPPEL de SADISA y FORAY de ARAGONESAS) a 1 l. Ha. con 4 l. de agua como vehículo. En 1992 se ha repetido la formulación FORAY pero a 2 l./Ha. y 1/2 l. de agua, más que como vehículo como medida de precaución para bajar algo la viscosidad del preparado.

Los resultados figuran en el Cuadro 8.

La consideración conjunta de ambos ensayos sugiere los siguientes comentarios:

– La pendiente inicial de las curvas de mortalidad es similar a 1 l. y a 2 l., lo que

Cuadro 8.-% de mortalidad de *B. thuringiensis* sobre «Procesionaria»

	Composición de caldo/ ha (PC + vehículo)	% de mortalidad día					
		D+1	D+12	D+25	D+30	D+45	D+55
DIPPEL 1991	1 l + 4 l agua	0	65	76	83	93	93
FORAY 1991	1 l + 4 l agua	5	77	87	90	93	93
FORAY 1992	1 l + 1/2 l agua	–	93	100 (*)			

(*) Obsérvese que se ha dilatado 13 días el control, probablemente el 100% se alcanzó el día D+15.

parece indicar que las orugas L_1 mueren con bastante facilidad a dosis bajas. No obstante esta mortalidad inicial llegó el día D+10 a 77% con 1 l. y a 93% con 2 l. y quizá no llegó al 100% porque el día D había ya un 5% de orugas en L_3 .

– En los 10-12 primeros días han muerto prácticamente todas las orugas L_1 y L_2 y en pocos días más las L_3 .

– En el ensayo de 1991 sospechamos que la dosis de 1 l./Ha. era suficiente para las orugas L_1 pero subletal para las L_2 y L_3 . Los resultados de 1992 parecen confirmarlo.

– En nuestra zona si el tratamiento se hace a primeros de noviembre la curva será bastante vertical y se irá inclinando cuanto más nos alejemos de estas fechas. De todas formas, a esta dosis, tomará la forma sinusoidal, casi perfecta, que corresponde a la de la composición de la población de orugas.

– El impacto sobre la fauna de artrópodos arborícolas ha sido nulo como puede apreciarse en el Cuadro 4.

– El sistema de control de impactos por el sistema de placa petri con agar nutritivo, aunque es perfectible, ha funcionado muy bien arrojando 57 colonias-impacto por cm^2 contra 41 marcas-impacto en papel hidrosensible (un 39% a favor de la placa).

– Los resultados mediocres de 1991 con ambas formulaciones creemos son debidos a dosis subletales de m.a.

En definitiva el acoplamiento notable de la curva de efecto a la de población, el alcanzarse la mortalidad total en 15-20 días y la eliminación del vehículo nos parecen avances importantes en la utilización de este producto biológico.

Los inhibidores de la quitina

En 1991 se ensayaron, con el mismo método, 3 materias activas (diflubenzurón, flufenoxuron y hexaflumuron). En 1992 se ha repetido el hexaflumuron en las mismas condiciones de 1992 como standard y el flufenoxuron a varias dosis y vehículos. Los resultados figuran en el Cuadro 9.

La consideración conjunta de estos ensayos nos sugiere los siguientes comentarios:

– Este tipo de productos, por su modo de acción, está muy vinculado a la composición de la población de orugas pero de todas formas, si todo funciona correctamente, debe alcanzarse la mortalidad total en el tiempo que dura el paso de L_3 a L_4 que es el más desfavorable.

– Tomando como ejemplo el flufenoxuron, que es el que hemos ensayado con más variables, parece deducirse que:

– El gasoil como vehículo no mejora al agua.

– Cantidades altas (5 l.) de vehículo no mejoran las bajas (1 l.).

– Las dosis de m.a. deben ajustarse ya que, con frecuencia parecen algo más bajas, así la formulación CASCADE-5 con 12,5 gr. de m.a. y 1 l. de agua ha sido netamente más rápida que las formulaciones a 10 gr. con l. a 5 l. de vehículo.

– Su funcionamiento ha sido correcto y en 40 días se ha alcanzado la mortalidad total de orugas L_1 - L_2 , y en algo más las L_3 .

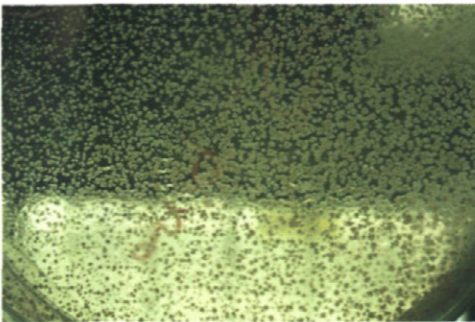


Fig. 10.—Placa petri con los impactos de *Bacillus* ya desarrollados. (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

Cuadro 9.—% de mortalidad de inhibidores de la quitina sobre «Procesionaria»

	Composición de caldo/ ha (PC + vehículo)	% de mortalidad al día								
		D+1	D+10	D+20	D+25	D+30	D+35	D+40	D+45	D+55
Hexaflumurón (CONSULT-25) 1991	0,15 l + 5 l gasoil	7	25	70	—	80	—	—	85	100
Hexaflumurón (CONSULT-10) 1992	0,12 l + 5 l gasoil	0	40	—	95	—	100			
Diflubenzuron DIMILIN-45 1991	0,10 l + 5 l gasoil	—	18	55	—	90	—	—	93	100
Flufenoxuron (CASCADE-10) 1991	0,15 l + 1 l gasoil	—	30	80	—	100				
Flufenoxuron (*) (CASCADE-10) 1992	0,10 l + 1 l gasoil	3	47	—	87	—	95	97	100	
Flufenoxuron (CASCADE-10) 1992	0,10 l + 1 l agua	5	67	—	90	—	97	100		
Flufenoxuron (CASCADE-10) 1992	0,10 l + 5 l agua	11	43	—	67	—	98	100		
Flunofexuron (CASCADE-5) 1992	0,25 + 0,75 l agua	12	75	—	97	—	100			

(*) Esta parcela es la única que en 1992 tenía un 5% de orugas en L₃ y el paso de L₃ a L₄ dura en nuestra zona 40-50 días.

DISCUSION

En 1991 y 1992 se han realizado sendas experiencias mediante el método de contaminación artificial de puestas.

Para la evaluación de distribución de impactos de *B. thuringiensis* se colocaron en campo, a 2 alturas, placas petri con agar nutritivo para obtener colonias.

Para tener una idea del impacto de los productos sobre la fauna de artrópodos arborícolas, los clásicos embudos colgados en la falda de 3 árboles.

Para la captura de machos trampas sexuales.

Las materias activas utilizadas han sido α -Cipermetrina, *B. thuringiensis*, flufenoxuron (varias modalidades) y hexaflumuron.

El citado procedimiento de contaminación artificial, el análisis de las puestas, el seguimiento de colonias (colocadas a la altura de la vista) y la utilización de curvas acumulativas, nos ha permitido:

— Un seguimiento sencillo y bastante aproximado del ensayo.

— Establecer el ciclo biológico anual (ciclo ecológico) en Córdoba.

— Conocimiento no sólo del tiempo en que pueden encontrarse orugas de un estadio concreto en el campo sino el que transcurre entre mudas.

— Conocimiento de la composición de la población de orugas en un momento dado (día D por ejemplo).

— Predecir con cierta aproximación las fechas en que cada grupo de productos debe alcanzar el 100% de mortalidad, según sus características y la composición de la población en el día D.

— Establecer una ecuación de regresión entre longitud y número total de huevos de las puestas que facilitará el trabajo.

El comportamiento de los distintos grupos de productos ha sido correcto, siendo de destacar la espectacular mejora observada en el caso del *B. thuringiensis* (form. FORAY) al



Fig. 11.-Embudos colgados en la falda de los árboles. (Foto: J. Fdez. de Córdoba)

uplicar la dosis y casi suprimir el vehículo y las observaciones sobre el vehículo en el caso del flufenoxuron (form. CASCADE) que parecen aconsejar sustituir el gasoil por el agua y utilizar ésta a volúmenes más bajos.

El impacto de los productos sobre la fauna de artrópodos arborícolas ha sido nulo salvo el caso de α -cipermetrina, como era de esperar.

ABSTRACT

FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, J. y CABEZUELO, P., 1995: Eficacia de algunas materias activas y formulaciones sobre la «procesionaria del pino» (*T. pityocampa* L.) con contaminación artificial de puestas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**(1): 59-74.

In 1991 and 1992, experiments with *T. pityocampa* has been carried in Córdoba (Spain) by artificial contamination method. Ecological life cycle is concreted. Regression line between length of the set and total number of eggs it is also established.

Active ingredients applied, by avion ULV, is α -Cipermethrin *B. thuringiensis*, flufenoxuron (differents vehicles) and hexaflumuron.

Efficacy and ecological impact on differents arboricoles arthropods is detailed.

Key words: *T. pityocampa*, pesticides efficacy, ecological impact.

REFERENCIAS

- CADAHIA, D. y ROBREDO, F., 1985: Combate de plagas y enfermedades forestales. IX Congr. Forest. Mund. México. *Bol. Serv. Defensa Plagas*, **II**: 261-273.
- COBOS, J. M., 1982: Campaña experimental contra *L. dispar*. Inf. Tecn. Archibo Subd. Gral. de Sanidad Vegetal.
- ROBREDO, F., 1980: Tratamientos masivos con diflubenzuron contra la Procesionaria del pino en España. Act. VI Congr. Int. Aviación Ag. 37-55.
- ROMANYK, N., 1972: La lucha contra las plagas forestales, especialmente en España. *Rev. de la Univ. de Madrid*, **XXI** (82): 209-248.
- RUPÉREZ, A., 1972: Resultados obtenidos en los tratamientos experimentales contra la procesionaria del pino en Robredo del Mazo (Toledo). Inf. Tecn. Archivos de la Subd. Gral. de Sanidad Vegetal. MAPA.
- SANCHÍS, N.; COBOS, P.; COBOS, J. M. y SORIA, S., 1990: Lucha contra la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidóptera, Thaumetopoidae); Ensayos de lucha química con productos inhibidores del desarrollo bacteriano y piretroides. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16** (1): 229-245, 1990.
- ROBREDO, F., 1963: Las procesiones de crisalidación de *Thaumetopoea pityocampa*. *Bol. Serv. Plagas For.*, **IV** (12): 122-130.
- ASTIASO GALLART, F. *et al.*, 1992: *Plagas de insectos en las masas forestales españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

(Aceptado para su publicación: 12 noviembre 1993)