

La persistencia selectiva de diflubenzurón en el follaje de la encina y su influencia sobre las poblaciones de lagarta peluda, *Lymantria dispar* (L. 1785) (*Lep. Lymantriidae*)

E. ROSA CUBO y P. MARTÍNEZ ZURIMENDI

En el presente trabajo se analiza el concepto de persistencia selectiva de un insecticida, descrito en pinos (*Pinus sp.*) para su defoliador *Thaumetopoea pityocampa* Schiff., a la frondosa de mayor interés forestal, la encina (*Quercus rotundifolia* L.), en relación a uno de sus más peligrosos defoliadores, la lagarta peluda (*Lymantria dispar* L.).

Se detallan los ensayos de campo y laboratorio que se realizaron en junio y julio de 1992, comprobando la persistencia de diflubenzurón 45% en el follaje de encinas tratadas en el año 1991, y sus efectos sobre las orugas de *L. dispar*.

Se compara la persistencia de diflubenzurón con la de otros insecticidas usados contra *P. dispar*, en concreto hexaflumurón 25% y flufenoxurón 10%.

A partir de los resultados obtenidos, se proponen criterios para aprovechar esta característica del Diflubenzurón.

E. ROSA CUBO y P. MARTÍNEZ ZURIMENDI. Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura de la Universidad de Valladolid. ETSIA. Avda. Madrid 57. 34071 Palencia.

Palabras clave: Encina, limantria, persistencia selectiva, diflubenzurón.

INTRODUCCION

La encina (*Quercus rotundifolia* L.) constituye el árbol forestal emblemático de la Península Ibérica, estando presente en todas las provincias y ocupando una superficie de 2.889.341 Has., lo que significa el 24,5% de la superficie nacional arbolada y el 47% de la superficie arbolada por frondosas. Son muchas y evidentes las riquezas que, directa o indirectamente, proporcionan los montes de encina en los lugares donde se asientan, tanto a las poblaciones cercanas como a la fauna silvestre y doméstica.

Entre los factores que pueden llegar a disminuir o anular por completo la vitalidad y consecuente rendimiento de la encina, cabe destacar la presencia en forma de plagas epidémicas de la lagarta peluda (*Lymantria*

dispar L., 1758) (*Lep. Lymantriidae*), cuya oruga es uno de los más peligrosos defoliadores de numerosas especies de árboles y arbustos forestales y frutales en todo el mundo.

Es la más peligrosa de las plagas que atacan a la encina, produciendo defoliaciones masivas que debilitan al árbol y hacen perder la cosecha bellotera y el crecimiento en madera de ese año, llegando a matar algunos pies cuando las defoliaciones se repiten, por agotamiento y falta de reservas (SORIA, 1987).

La importancia de sus daños ha obligado a planificar y realizar tratamientos sobre grandes extensiones de encinar, habiéndose probado multitud de métodos y sustancias activas, tanto químicas como biológicas, destacando el DDT 10% en polvo a razón



Fig. 1.—La lagarta peluda o Limantria recibe su nombre específico por el aspecto tan diferente que tienen los machos y hembras adultos.

de 10-15 Kg./Ha. hasta su prohibición en 1975 (ROBREDO y SÁNCHEZ, 1983). También, como método de lucha biológica, uno

de los insecticidas más usados es *Bacillus thuringiensis* Berliner en sus diversas cepas. (SORIA, 1987).

En la actualidad, el producto más utilizado contra *L. dispar* (y otros muchos defoliadores) es el Diflubenzurón, en su formulación dimilin 45-ode aplicado en ULV con dosis de aplicación iguales o inferiores a 5 l/Ha de caldo y dosificaciones inferiores a 60 g. de materia activa por hectárea. (CADAHIA y ROBREDO, 1988). Sus características principales son:

- Es un insecticida de ingestión, sin acción sistémica, por lo que es altamente selectivo en cuanto a fauna afectada.

- Sólo actúa sobre insectos defoliadores en sus fases nocivas (orugas). «Respeto» a los insectos útiles.

- Acción lenta. Las orugas mueren al mudar, siendo más efectivo el tratamiento en estadios inferiores. (ROBREDO, 1988).



Fig. 2.—El aspecto de la oruga es inconfundible. La limantria es un defoliador polífago, y constituye una plaga muy peligrosa en nuestros encinares.



Fig. 3.—El macho de limantria tiene unas antenas pectinadas características, de las que se sirve para localizar a la hembra.

– Es muy persistente en el follaje y poco en el agua y suelo, donde es descompuesto en pocos días por microorganismos (CADAHIA y ROBREDO, 1988).

Para evaluar el impacto de los tratamientos con diflubenzurón sobre los ecosistemas forestales, en relación a su eficacia contra la fauna perjudicial, CADAHIA y ROBREDO (1988), definieron el concepto de «persistencia selectiva».

Este concepto se apoya en una característica esencial que deben poseer los plaguicidas, y es su selectividad, tanto fisiológica (más actividad contra las especies plaga que frente al resto de la fauna) como ecológica (su aplicación debe permitir que la mayor parte de la dosis alcance a la especie plaga y deje libres otros nichos ecológicos).

La persistencia selectiva es una característica (en particular poseída por el Diflubenzurón), merced a la cual el plaguicida se mantiene durante largo tiempo activo en las partes afectadas por la plaga (acículas u hojas persistentes), ejerciendo su control sobre las poblaciones de defoliadores durante algún tiempo, mientras que las porciones de producto que caen en otros lugares (suelo, agua), son rápidamente degradados, perdiendo su actividad.

Esta importante cualidad del Diflubenzurón ha sido considerada suficientemente probada por los autores citados en los tratamientos realizados en España en pinares contra la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.

OBJETIVOS

– Comprobar la persistencia selectiva del Diflubenzurón en encinares, sobre su defoliador *Lymantria dispar* L. mediante ensayos de laboratorio.

– Comprobar si el mismo efecto persistente se da en el caso de otros plaguicidas inhibidores del crecimiento (hexaflumurón, flufenoxurón), y comparar los resultados con los obtenidos con diflubenzurón.

– A la vista de los resultados obtenidos, sugerir algunas aplicaciones prácticas para aprovechar las cualidades de diflubenzurón.

MATERIAL Y METODOS

Los trabajos se realizaron en junio y julio de 1992, constando de trabajo de campo y de laboratorio.

La base de este trabajo fue un ensayo de tratamiento químico que se llevó a cabo en el monte de Dueñas (Palencia), que la *L. dispar* estaba defoliando gravemente, y que fue controlado por técnicos de la Subdirección General de Sanidad Vegetal (M.A.P.A.). En el mismo se utilizaron varios productos,



Fig. 4.—*Calosoma sycophanta* L. es un predador muy activo de las orugas de limantría. Los insecticidas más interesantes son aquellos que no afectan a las poblaciones de predadores.

Fig. 5.—Este es el aspecto patético que presenta una oruga de limantría vaciada por la acción de un parásito.



Cuadro 1.-Productos, vehículos y dosis empleadas

Parcela	Producto	Dosificación (g/Ha)		Vehículo		Dosis L/Ha
		M.A.	Formul.	Tipo	L/Ha	
1	Testigo	-	-	-	-	-
2	Diflubenzuron 45%	45,0	100	Gasoil	1,900	2
3	Flufenoxuron 10% DC	2,5	25	Gasoil	0,975	1
4	Flufenoxuron 10% DC	2,5	25	Gasoil	1,975	2
5	Flufenoxuron 10% DC	5,0	50	Gasoil	0,950	1
6	Hexaflumuron 25%	15,0	60	Gasoil	1,940	2
7	Hexaflumuron 25%	30,0	120	Gasoil	1,880	2

entre ellos los inhibidores de crecimiento diflubenzuron 45% Stand., el Hexaflumuron 25% y el flufenoxuron 10% D.C., que son los que se eligieron para realizar posteriormente este ensayo.

La aplicación se realizó por medios aéreos; una avioneta Pawnee provista de atomizadores rotatorios en parcelas de 40 Ha. Se llevó a cabo el 19 de junio de 1991, y a continuación se valoró la eficacia de cada tratamiento.

Fig. 6.-Los medios aéreos y las técnicas de ultrabajo volumen permiten hacer tratamientos en montes de gran extensión con costes razonables. En la imagen, la avioneta que realizó los ensayos, tratando una zona de quejigar.



to sobre la plaga de orugas ese mismo año. En la primavera siguiente se proyectó este experimento para comprobar si alguno de los insecticidas utilizados el año anterior mantenía su eficacia.

El trabajo de campo consistió en la recogida de ramón de encina procedente de 7 parcelas del monte: una tratada con diflubenzurón 45, dos tratadas con hexaflumurón 25%, tres tratadas con flufenoxurón 10% y una sin tratar que sirvió como testigo. La zona testigo estaba muy alejada de las zonas tratadas. Se recogió el 12 de junio de 1992.

El ramón de encina recogido en el monte de una sola vez, fue mantenido en ambiente fresco durante el experimento, permaneciendo comestible hasta el final del mismo. El ramón tenía hojas nuevas del año y hojas de años anteriores, que estaban en el árbol el año en que se realizó el tratamiento.

Asimismo se capturaron orugas de *L. dispar* en diferentes estadios, de zonas del monte que no habían sido tratadas. El número de orugas capturadas fue de 63.

El trabajo de laboratorio consistió en la cría artificial de las orugas recogidas, alimentadas con el ramón procedente de cada parcela.

Para ello se repartieron las 63 orugas en 7 grupos de 9 orugas, cada uno de los cuales

fue criado en cajas de plástico de 25 × 14 × 5.5 cm. con cierre hermético, suficientemente ventiladas mediante ventanas con rejilla, alimentando a cada grupo con ramón procedente de una parcela diferente.

La renovación de alimento se realizó cada semana, retirando los restos de hojas y excrementos, y colocando en cada caja nuevas ramillas en cantidad superabundante a la necesaria para la alimentación de las orugas.

El seguimiento de las orugas se completó anotando cada semana todos los datos que se observaron sobre mudas, parasitaciones, muertes al crisalidar, muertes de origen desconocido, crisalidaciones viables y emergencias de imagos.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. De las orugas que fueron alimentadas con ramón de la parcela tratada con diflubenzurón, ninguna sobrevivió, siendo las causas de su muerte claramente atribuibles (al menos en un 70% de los casos), al insecticida, pues le sobrevino al crisalidar. El aspecto de las crisálidas muertas es característico de la *L. dispar* afectada por diflubenzurón. La Figura 7 es más explícita que cualquier descripción.



Fig. 7.—Aspecto característico de las crisálidas inviábiles (abortadas) de limantria, ocasionadas por la acción del inhibidor. El ejemplar de la fotografía procede de la caja de cría n.º 2.



Fig. 8.—Este es el aspecto normal de las crisálidas de limantria, claramente más saludable que el mostrado en la fotografía anterior.

**Cuadro 2.—Evolución de las orugas de la parcela testigo
Parcela n.º 1: Testigo**

Incidencias	Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
		Orugas vivas	13					
	14	4	1					0
	15	4	5	2				0
	16	1	1		2			0
Orugas muertas al crisalidar							1	1 (11,1%)
Orugas muertas parasitadas			2					2 (22,2%)
Orugas muertas por otras causas								0
Crisálidas				5	5	3		0
Adultos						3 ♂ 1 ♀	1 ♂ 1 ♀	4 ♂ 2 ♀ } (66,6%)

Dos de las orugas resultaron parasitadas.

2. En la parcela testigo se obtuvieron altos porcentajes de viabilidad de crisalidas, emergiendo seis adultos de las nueve orugas criadas al efecto. Otras dos orugas resultaron parasitadas.

3. Las orugas alimentadas con ramón tratado con flufenoxurón evolucionaron de manera diferente según variara la dosi-

ficación de materia activa y la dosis de caldo aplicada, pero siempre se obtuvieron altos porcentajes de emergencia. Así, a igualdad de dosis de caldo aplicada (1 l/Ha), se registraron más muertes atribuibles al insecticida (un 30% más) en la parcela tratada con mayor dosificación de materia activa.

De igual modo, a igualdad de materia activa dosificada (2,5 gr/Ha) se registraron

**Cuadro 3.—Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con diflubenzurón (a 45 g de materia activa y dos litros de caldo por Hectárea)
Parcela n.º 2 (diflubenzurón 45%)**

Incidencias	Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
		Orugas vivas	13					
	14	4						0
	15	3	5	1	1			0
	16	2	2					0
Orugas muertas al crisalidar				5		1		6 (66,6%)
Orugas muertas parasitadas			1	1				2 (22,2%)
Orugas muertas por otras causas			1					1 (11,1%)
Crisálidas								0
Adultos								0

**Cuadro 4.—Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con flufenoxurón (a 2,5 g de materia activa y un litro de caldo por Hectárea)
Parcela n.º 3: Flufenoxurón 10% (2,5 g/Ha. m.a., 1 l/Ha.)**

Incidencias		Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
Orugas vivas	13								0
	14	3	1	1					0
	15	3	5	2					0
	16	3	2						0
Orugas muertas al crisalidar									0
Orugas muertas parasitadas			1	1					2 (22,2%)
Orugas muertas por otras causas									0
Crisálidas				4	7	1			0
Adultos						5 ♂ 1 ♀	1 ♂	6 ♂ 1 ♀	(77,7%)

**Cuadro 5.—Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con flufenoxurón (a 2,5 g de materia activa y dos litros de caldo por Hectárea)
Parcela n.º 4: Flufenoxurón 10% (2,5 g/Ha. m.a., 2 l/Ha.)**

Incidencias		Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
Orugas vivas	13	1	2						0
	14	1	4	5	3				0
	15	4	4	1					0
	16	3	2						0
Orugas muertas al crisalidar						2			2 (22,2%)
Orugas muertas parasitadas				1					1 (11,1%)
Orugas muertas por otras causas						1			1 (11,1%)
Crisálidas			1	2	5	1			0
Adultos						2 ♂ 2 ♀	1 ♂	3 ♂ 2 ♀	(55,5%)

más muertes (un 20% más), en la parcela en que se empleó mayor dosis de caldo.

En todo caso, los efectos observados de flufenoxurón, no llegaron en ningún caso a la mitad de los comprobados con diflubenzurón. Las tasas de parasitismo varían poco manteniéndose entre el 0 y el 20%. Corresponden a orugas recogidas en campo en es-

tadios avanzados y mantenidas posteriormente en laboratorio.

4. Las orugas alimentadas con ramón tratado con hexaflumurón, no sufrieron en ningún caso muertes al crisalidar achacables al producto. Se obtuvieron altas tasas de emergencia (sobre el 60%), y tasas de parasitismo semejantes a las de todas las parcelas (de 0 a 22%).

Cuadro 6.-Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con flufenoxurón (a 5 g de materia activa y un litro de caldo por Hectárea) Parcela n.º 5: Flufenoxurón 10% (5 g/Ha. m.a., 1 l/Ha.)

Incidencias	Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
	Orugas vivas	13 14 15 16	8 1	3 5 1	3 2	1 3		
Orugas muertas al crisalidar						3		3 (33,3%)
Orugas muertas parasitadas								0
Orugas muertas por otras causas								0
Crisálidas				4	5	3		0
Adultos						3 ♂	2 ♂ 1 ♀	5 ♂ 1 ♀ } (66,6%)

Cuadro 7.-Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con hexaflumurón (a 15 g de materia activa y dos litros de caldo por Hectárea) Parcela n.º 6: Hexaflumurón 25% (15 g/Ha. m.a., 2 l/Ha.)

Incidencias	Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
	Orugas vivas	13 14 15 16	5 1 1 2	4 2 2	1 2 1	2		
Orugas muertas al crisalidar								0
Orugas muertas parasitadas				1	1			2 (22,2%)
Orugas muertas por otras causas			1			1		2 (22,2%)
Crisálidas				3	4	3		0
Adultos						2 ♀	2 ♂ 1 ♀	2 ♂ 3 ♀ } (55,5%)

Las orugas muertas por diflubenzurón no ofrecen dudas a este respecto, pues los síntomas son inequívocos: al intentar crisalidar, la oruga muda y no se forma nuevo tejido protector, muriendo el insecto por pérdida de fluidos vitales (ROBREDO, 1988). Los inhibidores pueden ocasionar la muerte de las orugas antes de llegar a la crisalidación

(en una muda normal entre estadios), pero en este caso no es fácil diagnosticar las causas de la muerte.

Esto demuestra la persistencia del diflubenzurón en las hojas de encina de un año para otro, permaneciendo activo contra los defoliadores potentes, como *L. dispar* y quizá contra *Malacosoma neustria* L. 1758

Cuadro 8.—Evolución de las orugas alimentadas con ramón procedente de la parcela tratada con hexaflumurón (a 30 g de materia activa y dos litros de caldo por Hectárea)
Parcela n.º 7: Hexaflumurón 25% (30 g/Ha. m.a., 2 l/Ha.)

Incidencias	Días	14-6	21-6	1-7	7-7	14-7	21-7	Conclusión
	Orugas vivas	I3	1	1				
I4		5	3	1				0
I5		1	3	3	1			0
I6		2	2	1	1			0
Orugas muertas al crisalidar								0
Orugas muertas parasitadas								0
Orugas muertas por otras causas				1		2		3 (33,3%)
Crisálidas				3	6	2		0
Adultos						2 ♂ 2 ♀	2 ♂	4 ♂ 2 ♀ } (66,6%)

(Lep. lasiocampidae), *Euproctis chrysorrhoea* L. 1758 (Lep. Lymantriidae) y *Erannis defoliaria* Clerck 1759 (Lep. geometridae).

El hecho de que en las parcelas tratadas con flufenoxurón y hexaflumurón no se hayan observado tasas de mortalidad comparables a las causadas por diflubenzurón, sobre todo en el caso de hexaflumurón, puede explicarse por varias hipótesis:

– Que estos productos carezcan realmente de persistencia selectiva, y sean eliminados de un año para otro del follaje por lixiviación o degradación microbiana.

– Que los productos no sean persistentes a las dosis normales empleadas en los tratamientos. A este respecto, se ha observado una cierta tendencia, en las parcelas tratadas con flufenoxurón, a aumentar la mortalidad de orugas en los casos en que se aumenta la dosificación de materia activa o de dosis de caldo. Es dudosa de todas maneras la utilidad de esa posible persistencia, si para lograrla es necesario incrementar las dosis normales de aplicación.

CONCLUSIONES

A las ventajas ya citadas del uso de diflubenzurón como medio de control de poblaciones de insectos defoladores, como son la selectividad ecológica y fisiológica, hay que añadir la persistencia selectiva de este producto, comprobada en el caso de encinares para el control de *L. dispar*.

Esta cualidad implica que en el año posterior a un tratamiento con diflubenzurón, las orugas de estadios avanzados de *L. dispar* seguirán siendo afectadas en un porcentaje elevado por los efectos antiquitinizantes de este insecticida.

Es de suponer que esta persistencia afecte además, a otros peligrosos defoladores totales de la encina que sean sensibles a diflubenzurón, como *Euproctis chrysorrhoea* L. y en menor medida, *Malacosoma neustria* L. y *Erannis defoliaria* Clerk., ya que estas últimas parecen responder peor a los tratamientos con diflubenzurón (OBAMA y otros, 1988) (SORIA y TOIMIL, 1983).

La encina es una especie cuyas hojas permanecen de tres a cuatro años en el árbol (CEBALLOS y RUIZ DE LA TORRE, 1979). La persistencia de diflubenzurón, por tanto, sólo tendrá repercusión en insectos defoliadores potentes, es decir, que sean capaces de alimentarse de hojas de todas las edades. A la vez, los efectos de esta persistencia no se dejarán notar en orugas que se alimenten de hojas y brotes del año, como *Tortrix viridana* L., así como también quedarán libres las orugas de primeros estadios de *L. dispar*, que por su pequeña capacidad masticadora no producen defoliación en hojas maduras.

Así mismo, se puede aventurar la eficacia de esta propiedad de DIFLUBENZURON en el caso de otros árboles caducifolios que sufren defoliaciones otoñales. Como ejemplo podemos citar las defoliaciones de *Euproctis chrysorrhoea* L. sobre los olmos (*Ulmus minor*). El tratamiento en primavera, además de repeler el ataque inicial de las orugas desarrolladas, tendría como efecto secundario el control de las poblaciones de la generación recién nacida en el otoño siguiente, y las defoliaciones que ésta produce antes de formar los nidos invernales.

ABSTRACT

ROSA CUBO, E. y MARTÍNEZ ZURIMENDI, P., 1995: La persistencia selectiva de diflubenzurón en el follaje de la encina y su influencia sobre las poblaciones de lagarta peluda, *Lymantria dispar* (L. 1785) (Lep. Lymantriidae). Bol. San. Veg. Plagas, 21(1): 75-86.

The concept of selective persistence in pesticides has already been defined in reference to pine trees (*Pinus sp.*) applied to the defoliator *Thaumtopoea pityocampa* Schiff. This paper studies the validity of this concept when pesticides are applied to the holm oak (*Quercus rotundifolia* L.) in the fight against one of its most dangerous defoliators: gypsy moth (*Lymantria dispar* L.).

Field tests carried out during June and July 1992, confirmed the persistence of diflubenzurón 45 ODC on the leaves of holm oaks treated in 1991, and its effects on gypsy moth caterpillar.

The persistence of diflubenzurón is compared with that of other pesticides used against *P. dispar*: hexaflumuron and flufenoxuron.

Based on these results, some criteria are put forward in order to take advantage of the features of diflubenzurón.

Key words: Holm oak, gypsy moth, persistence selective, diflubenzurón.

REFERENCIAS

- CADAHIA, D. y ROBREDO, F., 1988: «La persistencia selectiva del diflubenzurón. Un nuevo concepto». En *Estudios sobre los tratamientos forestales con DIFLUBENZURON y su incidencia sobre la fauna*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie técnica n.º 4. pp. 27-35.
- CEBALLOS, L. y RUIZ DE LA TORRE, J., 1979: *Arboles y arbustos de la España Peninsular*. ETSIM. Madrid.
- COBOS, J. M., 1988: *Contribución al conocimiento de la fauna de artrópodos parásitos del aliso (Alnus glutinosa L.) Gaertner y su control*. *Bol. San. Veg. Plagas, fuera de serie N.º 14*.
- OBAMA, F.; SORIA, S. y TOMÉ DE LA VEGA, F., 1988: «Grave ataque de *Malacosoma neustria* L. 1758. (Lep. Lesiocampidae) y otros lepidópteros en el encinar del monte del Pardo (Madrid); ensayos de laboratorio para control y evaluación de la campaña de lucha química.» *Bol. San. Veg. Plagas*, **14**: 27-38.
- ROBREDO, F., 1988. *Estudios sobre los tratamientos forestales con diflubenzurón y su incidencia sobre la fauna*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie técnica n.º 4.
- SÁNCHEZ HERRERA F. y SORIA, S., 1987: «La problemática del seguimiento y control de lepidópteros nocivos del encinar, con especial referencia al encinar adhesado madrileño (1)». *Bol. San. Veg. Plagas*, **13**: 213-224.
- SORIA, S. y TOIMIL, F. J., 1983: «Fuerte ataque de *Erannis defoliaria*. (Lep geometridae) en los montes de Toledo y ensayos de lucha química para su combate.» *Bol. Serv. San. Veg. Plagas*, **9**: 61-75.
- SORIA, S. 1987: *Lepidópteros defoliadores de Q. pyrenaica Will. 1805*. *Bol. Serv. San. Veg. Plagas. Fuera de serie N.º 7*.

(Aceptado para su publicación: 9 febrero 1994)