

Comparación de la eficacia de distintos productos químicos aplicados mediante tratamiento aéreo en el control del muérdago (*Viscum album*) sobre *Pinus halepensis*

A. PERDIGUER BRUN, J.F. CAÑADA MARTÍN, F. FERNÁNDEZ LÓPEZ, C. COLINAS GONZÁLEZ

El objetivo de este trabajo fue comparar la eficacia de diversos productos químicos en el control del muérdago (*Viscum album* var *austriacum*) sobre *Pinus halepensis*. La experiencia consistió en la aplicación mediante tratamiento aéreo de diversas concentraciones de etefon, ácido giberélico y glifosato. Las combinaciones de ácido giberélico y glifosato obtuvieron las mayores eficacias, especialmente la que aplicó 7,8 g/ha de ácido giberélico y 540 g/ha de glifosato.

A. PERDIGUER BRUN, F. FERNÁNDEZ LÓPEZ: Servicio Provincial de Agricultura. Plaza Cervantes, 3 - 22.003 Huesca.

J.F. CAÑADA MARTÍN: Servicio Provincial de Medio Ambiente. C/ General Lasheras, 8 - 22.071 Huesca.

C. COLINAS GONZÁLEZ: Universitat de Lleida. E.T.S.E.A. Alcalde Rovira Roure, 177 - 25.918 Lleida.

Palabras clave: Muérdago, tratamiento aéreo, control químico, etefon, glifosato, giberélico, fitotoxicidad, *Viscum album*, *Pinus halepensis*.

INTRODUCCIÓN

El muérdago europeo o muérdago blanco (*Viscum album* L.) es una planta hemiparásita que toma agua y nutrientes minerales de la planta hospedante y realiza su propia función clorofílica. La extracción de nutrientes produce un empeoramiento del estado vegetativo de la planta que se traduce en una disminución progresiva del crecimiento en altura y en diámetro (BAILLON y FROCHOT, 1987).

Si a la subalimentación producida por el muérdago en el árbol se le unen otros factores, como la localización de la planta en suelos pobres y poco profundos, o períodos prolongados de sequía, el árbol puede llegar a morir al no poder hacer frente a sus propias necesidades. Estas carencias edafoclimáticas se dan en muchas zonas de la provincia de

Huesca (especialmente en su parte meridional), ésto hace que el problema generado por el muérdago se agrave sobre el estrato arbóreo pudiéndose dar, a medio plazo, un problema sanitario de gran envergadura.

Aunque no hay ningún tratamiento completamente efectivo contra el muérdago, se han utilizado diversos métodos de control tales como la supresión manual de las matas de muérdago (lucha mecánica), la aplicación de productos químicos por pulverización foliar o mediante inyecciones en el tronco de los árboles afectados (lucha química), mediante el uso de animales predadores (lucha biológica), con la mejora genética de la planta hospedante (lucha genética) o los tratamientos selvícolas.

Desde el año 1965, en el que se iniciaron los primeros tratamientos químicos contra el muérdago, se han llevado a cabo distintas

experiencias en campo (DELABRACE y LANIER, 1972; FROCHOT y DELABRACE, 1979; FROCHOT *et al.*, 1983; BAILLON, 1985) y en laboratorio (BAILLON *et al.*, 1983; BAILLON *et al.*, 1988) que han señalado a la lucha química como una de las vías más prometedoras hasta el momento a la hora de combatir el muérdago. En 1998 el Servicio Provincial de Agricultura y Medio Ambiente de Huesca realizó un ensayo piloto de tratamientos terrestres para evaluar la eficacia de diversos productos en el control del muérdago sobre *Pinus halepensis* (ver cuadro 1).

El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia de unos determinados productos químicos en el control del muérdago y sus efectos en la especie que hace de hospedante (en este caso *Pinus halepensis*) y las especies acompañantes que forman el sotobosque.

MATERIAL Y MÉTODOS

Instalación del estudio

El ensayo se realizó en el monte público nº 337 de la localidad de Ontiñena (Huesca).

La masa forestal sobre la que se realizaron los tratamientos estaba formada por *Pinus halepensis* de unos 50 años de edad media y con un desarrollo vegetativo similar, dicha especie estaba parasitada por la planta hemiparásita *Viscum album austriacum*. El sotobosque de la masa forestal estaba formado mayoritariamente por *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Lonicera hispanica*, *Genista hispanica* y *Juniperus oxycedrus*.

Tratamientos químicos

Se aplicaron por vía foliar mediante tratamiento aéreo los siguientes productos químicos: etefon, ácido giberélico y glifosato (ver cuadro 2).

El tamaño de cada una de las parcelas tratadas fue de 8.000 metros cuadrados (20 x 400)

El etefon es un fitoregulator con propiedades sistémicas que penetra en los tejidos por vía foliar y es traslocado, progresivamente se transforma en etileno y modifica el metabolismo de las auxinas, interfiere en los procesos

Cuadro 1.—Ensayo piloto - tratamiento terrestre

Ref.	Productos ensayados	Cantidad de muérdago (kg/árbol) ¹	Producto por litro de agua	Eficacia Abbot (%) ²
1	Nitrato amónico (31-4-0)	2,16 ± 1,22 b	200 g/l	53,74
2	Extracto de algas 8 % + Urea 5 %	3,78 ± 1,98 bc	10 c.c./l	18,98
3	Polialcoholes 35 % + Polisacáridos 25 %	5,00 ± 2,94 c	10 c.c./l	0
4	Ácido láctico 82 %	4,90 ± 1,51 c	3 c.c./l	0
5	L. Cysteina 5 % + Ácido fólico 0,10 %	3,52 ± 1,06 bc	2 c.c./l	24,59
6	Ácido naftalenoacético (A.N.A.) 10 %	3,92 ± 0,82 bc	2 c.c./l	16,04
7	Quinmerac 10 %	4,15 ± 0,54 bc	0,5 g/l	11,23
8	Ácido giberélico 9 % + Fosfato potásico 7 %	2,50 ± 0,69 b	0,036 g/l	46,52
9	Glifosato 36 %	0,017 ± 0,22 a	4 c.c./l	96,21
10	Testigo	4,67 ± 1,01 c	—	—

¹ kg. de muérdago por árbol (media ± desviación típica). Tratamientos con las mismas letras no difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) con la prueba de comparación de medias de Fisher

² Eficacia Abbot del tratamiento (media ± desviación típica). La eficacia del tratamiento viene medida por la relación entre la cantidad de muérdago por árbol en las parcelas testigo y la cantidad de muérdago por árbol en las parcelas tratadas (100 - kg. muérdago parcela/kg. muérdago testigo x 100).

Diseño: Se trataron varios árboles seleccionados previamente y a los 7 meses se recolectó el muérdago existente en cada uno de ellos. Los árboles elegidos tenían entre siete y once puntos de desarrollo del muérdago en ramas y fuste, y un peso medio estimado del mismo de cuatro kilogramos. Se realizaron un total de cuatro repeticiones por cada tratamiento. El volumen de caldo empleado fue de ocho litros por árbol.

Resultados: Las referencias 1,8 y 9 presentaron diferencias significativas con el testigo. La uno nitrato amónico provocó una quemadura aguda en las hojas del muérdago y una defoliación casi total, pero progresivamente se fue recuperando. La ocho giberélico obtuvo una eficacia del 46,52 % a los siete meses, con una acción continua pero lenta. La nueve glifosato obtuvo la mayor eficacia con un 96,21 %, mostrando una acción rápida y que perduró al menos siete meses. El resto de tratamientos no presentó diferencias significativas con el testigo.

Cuadro 2.-**Productos utilizados en los tratamientos y dosis de aplicación**

Referencia tratamiento	Regulación l/ha	Pasadas avión	Caldo l/ha	Materia activa y riqueza del producto comercial ¹	g materia activa/l de caldo	g materia activa/ha
1	6	1	6	Etefon 48% p/v LS	120	720
2	6	2	12		120	1440
3	6	1	6	Ácido giberélico 90% p/p PS	1,18	7,1
4	6	2	12		1,18	14,2
5	6	1	6	Glif. 36% p/v LS + Ác. gib. 90% p/p PS	1,18 + 360*	7,1 + 540**
6	6	2	12		1,18 + 360*	14,2 + 540**
7	6	1	6	Glifosato 36% p/v LS	360	2160
8	6	2	12		360	4320
9	3	1	3		360	1080
10	3	2	6		360	2160
11	—	—	—	Testigo no tratado	—	—

¹ Formulación: LS: líquido soluble; PS: polvo soluble

² Además de las pasadas con ácido giberélico se aplicaron 1,5 l de caldo/ha de glifosato 36% mediante otra pasada de avioneta.

* g de giberélico / l de caldo + g de glifosato / l de caldo.

** g de giberélico / ha + g de glifosato / ha.

de crecimiento y estimula la síntesis de fenoles y ligninas. Con el etefon provocaríamos la caída de los tallos aéreos, flores y frutos.

El otro fitorregulador utilizado es el ácido giberélico, éste se trasloca en el interior de la planta y acelera el crecimiento vegetativo de los brotes, produciendo plantas más grandes. Con el ácido giberélico se pretende provocar alteraciones en el crecimiento que debiliten a la planta y la hagan más sensible frente a agentes externos como heladas, patógenos, etc. También puede afectar a la floración e incluso producir partenocarpia.

El glifosato es un herbicida que se caracteriza por una buena traslocación, alta actividad y amplio espectro de acción. Actúa inhibiendo una de las enzimas que controla la síntesis de los aminoácidos aromáticos esenciales. Con el glifosato buscaríamos interferir en el metabolismo de la planta de muérdago, debilitándola e incluso matándola. Además de esto, el glifosato se trasloca y afecta al sistema endofítico del muérdago que permanece en el interior de la planta hospedante. La destrucción de este sistema endofítico imposibilita un posterior rebrote del parásito.

Realización de los tratamientos

Previamente a los tratamientos se visitó la zona para delimitar las parcelas de 8.000

metros cuadrados (20x400) con pértigas y de esta forma orientar al piloto del avión a la hora de realizar los tratamientos. También se seleccionaron y marcaron los árboles de los que posteriormente se tomarían las muestras de muérdago.

Se eligieron árboles de porte similar con siete a once puntos de parasitación del muérdago en la totalidad del árbol (ramas y fuste), y con un peso medio estimado del muérdago de cuatro kilos.

En Octubre de 1999 se realizaron los tratamientos con avión a ultra bajo volumen. El volumen de caldo aplicado fue de 1,5 l/ha, 3 l/ha o 6 l/ha dependiendo del tratamiento, y se dieron 1 ó 2 pasadas para aplicar la dosis adecuada de producto químico.

Metodología para la evaluación de la eficacia de los tratamientos

La distribución de las parcelas elementales en la zona de estudio se realizó según un diseño completamente aleatorizado. Se eligió como variable dependiente la cantidad de muérdago en el árbol.

Se realizaron cuatro observaciones (octubre 99, febrero 00, junio 00 y octubre 00) por parcela elemental, cada observación consistía en cortar la totalidad del muérdago existente en cada árbol.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de la varianza para ver si los efectos de los tratamientos eran significativamente diferentes y posteriormente un test LSD de Fisher para ver si existían diferencias con respecto al testigo.

RESULTADOS

Eficacia de los tratamientos

El análisis de varianza (ANOVA) reveló que existían diferencias significativas entre los distintos tratamientos. El test de comparación de medias LSD reveló que todos los tratamientos presentaban diferencias significativas con respecto al testigo no tratado. Las eficacias que se detallan a continuación se acompañan con la desviación típica (ver cuadro 3).

DISCUSIÓN

Etefon

Los tratamientos que aplicaron 6 y 12 l de caldo/ha de solución con etefon no presentaron diferencias significativas entre ellos y redujeron la cantidad de muérdago de los ár-

boles en la misma cantidad. Ambos presentaron una eficacia del 37,5% respecto al testigo no tratado (ver cuadro 3).

Ambos tratamientos tuvieron una acción muy lenta, al mes de tratamiento no se había producido defoliación alguna. A partir de los cuatro meses desde el tratamiento se encontraron matas de muérdago muy afectadas, sobre todo las que estaban poco protegidas por la masa foliar del pino. Con el paso del tiempo las matas de muérdago fueron recuperándose y al cabo de un año presentaban un aspecto completamente normal, no viéndose ninguna afección ni en frutos ni en brotes nuevos.

Ácido giberélico

El tratamiento que aplicó 12 l de caldo/ha de la solución con ácido giberélico obtuvo un $57,9 \pm 7,3\%$ de eficacia y presentó diferencias con el tratamiento que aplicaba 6 l de caldo/ha de la solución con giberélico, que obtuvo una eficacia de $37,3 \pm 23,5\%$ (ver cuadro 3).

Los dos tratamientos actuaron de forma lenta pero continua, comenzando a producirse las primeras defoliaciones al mes del tratamiento. Aunque la aparición de síntomas fue más rápida que la producida por el

Cuadro 3.—Resultados y Análisis estadístico

Ref.	Producto	caldo l/ha	Cantidad de muérdago (kg/árbol) ¹	CV (%) ²	Eficacia Abbot (%) ³	Comparación de media ⁴
1	Etefon	6	2,97 ± 0,54	18,3%	37,5 ± 11,3	b
2	Etefon	12	2,96 ± 1,12	37,8%	37,5 ± 23,5	b
3	Giberélico	6	2,97 ± 1,12	37,7%	37,3 ± 23,5	b
4	Giberélico	12	2,00 ± 0,35	17,6%	57,9 ± 7,3	a
5	Giberélico +Glifosato	6 + 1,5	1,95 ± 0,75	38,7%	58,8 ± 15,7	a
6	Giberélico+Glifosato	12 + 1,5	1,52 ± 0,53	34,8%	68,0 ± 11,1	a
7	Glifosato	6	2,57 ± 0,32	12,6%	45,9 ± 6,7	a b
8	Glifosato	12	2,23 ± 0,61	27,5%	52,9 ± 12,8	a
9	Glifosato	3	3,43 ± 0,63	18,4%	27,7 ± 13,2	b
10	Glifosato	6	2,08 ± 0,19	9,1%	56,1 ± 4,0	a
11	Testigo		4,75 ± 0,74	15,5%	—	c

¹ kg. de muérdago por árbol (media ± desviación típica).

² CV: Coeficiente de variación, se calcula como el cociente de la desviación típica dividida por la media aritmética y multiplicada por 100 para expresarlo en tanto por ciento%.

³ Eficacia Abbot del tratamiento, relación entre la cantidad de muérdago por árbol en las parcelas testigo y en las parcelas tratadas (media ± desviación típica).

⁴ Tratamientos con las mismas letras no difirieron significativamente ($p \leq 0,05$) con la prueba de comparación de medias LSD de Fisher.

etefon, fue también más tardía que en el caso del glifosato y con una respuesta mucho más lenta y progresiva. El producto afectó de forma generalizada a las hojas nuevas, sin embargo su acción se mostró insuficiente y al final del período de estudio los brotes del año y los frutos no parecían afectados.

Glifosato

Todos los tratamientos con glifosato produjeron defoliaciones al mes del tratamiento. Las matas de muérdago correspondientes a las parcelas tratadas con 3 l de caldo/ha de la solución con glifosato fueron recuperándose progresivamente, los frutos y los brotes nuevos no parecían dañados al final del período de estudio. Esporádicamente aparecieron brotes nuevos necrosados y frutos estropeados, en algunos casos parte de la planta aparecía completamente muerta. En los tratamientos con 6 l de caldo/ha los brotes nuevos y frutos no presentaban nada anormal, aunque también esporádicamente se presentaban los mismos síntomas que en el tratamiento con 3 l de caldo/ha. En el tratamiento con 12 l de caldo/ha de la solución con glifosato aunque el muérdago se recuperara y los brotes nuevos se presentaban normales (salvo algunas excepciones aisladas), los frutos aparecían marchitos o muy estropeados de forma muy generalizada.

Mezcla de giberélico y glifosato

La aplicación de 12 l de caldo/ha de la solución con giberélico combinada con la

aplicación de 1,5 l de caldo/ha de la solución con glifosato no presentó diferencias con la otra mezcla que aplicaba 6 l de caldo/ha de la solución con giberélico y 1,5 l de caldo/ha de solución de glifosato. Estos tratamientos combinados de giberélico y glifosato fueron lo que mejores resultados presentaron, con eficacias del $68 \pm 11,1\%$ en el primero y del $58,8 \pm 15,7$ en el segundo (ver cuadro 3).

Fitotoxicidad de los tratamientos

Los tratamientos realizados sobre *Pinus halepensis* no produjeron una fitotoxicidad apreciable pese a tener las hojas expuestas a las materias activas.

Las especies *Genista hispanica* y *Juniperus oxycedrus* no parecieron verse afectadas por los tratamientos. Sin embargo sí se produjo fitotoxicidad en otras especies del sotobosque, como *Lonicera hispanica*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis* y *Arctostaphylos uva-ursi*, que se mostraron sensibles a los tratamientos con glifosato. El tratamiento que aplicó 3 l de caldo/ha de la solución con glifosato no fue suficiente para afectar a la coscoja, aunque sí lo hicieran el resto de concentraciones, especialmente la de 12 l de caldo/ha.

El distinto grado de afección de las especies del sotobosque podría ser explicado por su propio temperamento, de esta manera las especies más umbrófilas estarían más protegidas al crecer bajo el follaje de *Pinus halepensis*, por el contrario las heliófilas al huir de la sombra del árbol estarían más expuestas a la acción de los productos químicos.

ABSTRACT

A. PERDIGUER, J.F. CAÑADA, F. FERNÁNDEZ, C. COLINAS: Effectiveness of several chemical products in the control of mistletoe (*Viscum album* var *austriacum*) on *Pinus halepensis*.

The aim of this work was to compare the effectiveness of several products (such as ethephon, gibberelic acid and glyphosate) in the chemical control of mistletoe (*Viscum album* var *austriacum*) on *Pinus halepensis*. The experiment consisted in applying va-

rious concentrations of these products by aerial treatment. The combinations of gibberelic acid and glyphosate appeared to be the most effective treatments, especially the treatment that applied gibberelic acid - 7,8 g/ha and glyphosate - 540 g/ha.

Key words: Mistletoe, aerial treatment, chemical control, ethephon, gibberelic acid, glyphosate, phytotoxicity, *Viscum album*, *Pinus halepensis*,

REFERENCIAS

- BAILLON, F., CHAMEL, A. y FER, A. 1983. Comportement du 2,4-DB et du glyphosate marques appliqués sur le gui. *Compte Rendu de la 12e Conference du Columa*, 1, 149-155.
- BAILLON, F. 1985. Etude physiologique du Gui des feuillus (*Viscum album* L.) pour la recherche d'une méthode de lutte chimique contre ce parasite: pénétration et transport de deux herbicides phloèmes-mobiles (2,4-DB et glyphosate). Thèse d'Université de Grenoble, 103 p.
- BAILLON, F. y FROCHOT, H. 1987. La lutte chimique contre le gui des "feuillus". Penetration et distribution dans le gui de 2 herbicides a absorption foliaire (2,4-DB, 2,4-MCPB). *Phytoma*, 391, 16-21.
- BAILLON, F., CHAMEL, A., FER, A. y FROCHOT, H. 1988. Lutte chimique contre le gui (*Viscum album* L.): Penetration, transport, efficacité de deux herbicides phloème-mobiles (2,4-DB et glyphosate). *Annales des Sciences Forestieres*. 45: 1, 1-16.
- DELABRACE, P. y LANIER, L. 1972. Contribution à la lutte chimique contre le gui (*Viscum album* L.). *European Journal of Forest Pathology*, 2: 2, 95-103.
- FROCHOT, H. y DELABRACE, P. 1979. Efficacité d'herbicides du groupe des aryloxyacides sur le gui du sapin. 10^{ème} Conference du Columa, Paris, 2, 798-804.
- FROCHOT, H., PITSCH, M. y WEHRLIN, L. 1983. Efficacité d'herbicides sur le Gui des feuillus (*Viscum album mali*) installé sur le peuplier. 12^{ème} Conférence de Columa, Paris, 1, 157-165.

(Recepción: 19 de julio de 2001)
(Aceptación: 17 de septiembre de 2001)