ITEA (2004), Vol. **100V N.° 2,** 103-117

CONTROL DE LA FLORA INVASORA EN EL CULTIVO DE TABACO MEDIANTE DOSIS REDUCIDAS DE HERBICIDAS

J.E. Lozano Garrido[1], J.L. Villarías Moradillo

RESUMEN

Para evaluar la técnica de dosis reducidas de herbicidas se elaboró durante los años 1995 y 1996 un inventario de flora arvense asociada al cultivo en la comarca del Bierzo (León, España), cuantificándose la incidencia de las distintas especies. En 1997, 1998 y 1999 se realizaron experiencias de campo utilizando combinaciones de nueve materias activas.

Se empleó un diseño en bloques completos al azar, con parcelas testigo para facilitar las observaciones sobre la eficacia de las distintas combinaciones de herbicidas. Se realizó el análisis de varianza, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan para establecer qué tratamientos son significativamente diferentes y el método de Dunnett en los ensayos del año 1999 para comparar un control (pendimetalina 0,990 kg m.a. ha^{-1}) con cada uno de los tratamientos.

Las especies arvenses con mayor incidencia en el cultivo fueron: *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum* spp. (*hydropiper*, *lapathifolium*, *persicaria*), *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum*, *Solanum physalifolium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Amaranthus hybridus* y *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*.

Las combinaciones (kg m.a. ha^{-1}) "metobromuron 0,25 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,12 + propaquizafop 0,05" y "linuron 0,225 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,12 + propaquizafop 0,05", presentaron mejores resultados para el conjunto de flora arvense, con eficacias medias del 92,6% y 89% respectivamente.

En los anteriores tratamientos hay una reducción del volumen de herbicida a utilizar, en relación con el tratamiento control. El empleo de materias activas complementarias amplía la eficacia de los tratamientos y se impide la selección de flora resistente. No se constató parada vegetativa y la tolerancia del cultivo a las distintas combinaciones fue satisfactoria.

Palabras clave: *Nicotiana tabacum*, oxyfluorfen, oxadiargyl.

SUMMARY

WEED CONTROL IN THE TOBACCO CROP THROUGH HERBICIDE LOW RATE CONCEPT

In order to evaluate the herbicide low rate concept, the weed flora associated to the crop was surveyed during 1995 and 1996 to estimate the importance of the different species. Between 1997 and 1999 field herbicide trials were made using mixtures of nine active ingredients.

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia (c/ Tte. Cnel. Teijeiro, 11 – 2° izda • 33013 Oviedo)

Randomized complete block design is arranged, with untreated check plots to make easier the studies about the efficiency of the different herbicide mixtures. The analysis of variance is made. Duncan's multiple range test is used to establish which treatments are significantly different and also Dunnett method in field trials (1999) to compare a particular check treatment (pendimetalina 0.990 kg a.i. ha^{-1}) with each of the other different treatments.

The weed species with more importance in the tobacco crop were: *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum* spp. (*hydropiper*, *lapathifolium*, *persicaria*), *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum*, *Solanum physalifolium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Amaranthus hybridus* and *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*.

The mixtures (kg a.i. ha^{-1}) "metobromuron 0.25 + (oxadiargyl 0.06 + aclonifen 0.2) + oxyfluorfen 0.12 + propaquizafop 0.05" and "linuron 0.225 + (oxadiargyl 0.06 + aclonifen 0.2) + oxyfluorfen 0.12 + propaquizafop 0.05", have given the best results for all the weed species, with average efficiencies of 92.6% and 89% respectively.

Thus, we can conclude that in the former treatments there was a decrease of herbicide volume used, in comparison with the check treatment. Indeed, it has been confirmed that the use of active complementary ingredients amplifies the efficiency of this kind of treatments and prevents the selection of resistance flora. Finally, a stop of the vegetative growth has not been shown and the crop tolerance to the different herbicide mixtures has been satisfactory.

Key words: *Nicotiana tabacum*, oxyfluorfen, oxadiargyl.

Antecedentes

En la comarca del Bierzo (León) se cultiva tabaco tipo Havana, utilizado en las labores de cigarro puro (tripa) y en la liga de cigarrillos negros (picadura).

La producción de tabaco en la zona ha ido disminuyendo desde la cosecha de 1985 en la que se produjeron 563,35 t de tabaco curado hasta 118 t en la cosecha 2003. Igualmente se observa un descenso significativo en la contribución de la producción del Bierzo al total de la producción nacional de tabaco tipo Havana, pasando del 69% en la campaña 1984 al 36% en la campaña 2003.

Las malas hierbas interfieren en el desarrollo del cultivo de tabaco causando una disminución del rendimiento de la cosecha al sustraer parte de los elementos nutritivos disponibles en el suelo, ser huéspedes de parásitos y enfermedades que se propagan posteriormente al tabaco y dificultar la recolección originando roturas en las hojas. Además, la incorrecta utilización de los herbicidas, debido en gran medida al desconocimiento de la flora invasora presente en las parcelas, está causando un gran impacto ambiental y originando selección de flora tolerante, más difícil de combatir con los herbicidas disponibles.

Con el fin de racionalizar el empleo de herbicidas en la lucha contra las especies arvenses que infestan las parcelas de tabaco, se procedió a elaborar durante los años 1995 y 1996 un inventario de flora arvense asociada al cultivo y posteriormente, en 1997, 1998 y 1999, realizar experiencias de campo

para evaluar la técnica de dosis reducidas de herbicidas (VILLARÍAS, 1996), al objeto de reducir costes en los tratamientos y disminuir el impacto ambiental causado por estos productos.

Materiales y métodos

Flora invasora

Se efectuó una prospección de la zona tabaquera durante los años 1995 y 1996, visitando un total de 42 parcelas en los términos municipales de Carracedelo, Quilós, Cacabelos y Camponaraya, en los cuales se concentraba más del 90% de la producción de tabaco. La superficie muestreada supuso, aproximadamente, un 18% de la superficie de cultivo, siendo el tamaño medio de las parcelas de 0,3 ha. La altitud de la zona se sitúa entre los 450 y 550 m, con una pluviometria de 86,1 mm y 19,8 °C de temperatura media mensual durante la fase de cultivo (junio-septiembre) en el año 1996.

El primer año se visitaron 20 parcelas en pretrasplante del cultivo (junio), en las que no se había efectuado tratamiento herbicida. El segundo año se inspeccionaron 13 parcelas con el cultivo iniciando la fase de botón floral (julio) y nueve parcelas después de efectuada la recolección (octubre).

Se recorrieron los campos en zigzag, siguiendo su diagonal y lanzando diez veces un aro de 0,1 m^2, anotando el número de plantas que se encontraban en su interior por especies (plantas/m^2). Se recogieron muestras de suelo de los 30 cm superiores.

Las parcelas disponían de riego por surcos, presentando texturas franca, franco-arcillosa y franco-arenosa, materia orgánica entre 1,5% y 2,5% y rango de pH de 5 a 6,5.

Parámetros calculados

Se identificó la flora arvense (VIGGIANI, 1991; GARCÍA, 1996; VIGGIANI y ANGELINI, 1998; VILLARÍAS, 2000), cuantificándose la incidencia de las distintas especies, para lo cual se calcularon los siguientes parámetros (TABERNER, 1996):

Frecuencia absoluta (FA): Número de parcelas en las que se ha observado una determinada especie, calculadas por diferencia entre las visitadas (V) y las que están exentas (e) de la misma. $FA = V - e$

Frecuencia relativa (FR): Relación entre el número de parcelas en las que se ha observado la especie y el total de parcelas visitadas (V), expresada en tanto por ciento.

$$FR = \left(\frac{V - e}{V} \right) * 100$$

Densidad media de las parcelas infestadas (DMpi): Media de plantas por metro cuadrado de una especie en las parcelas infestadas.

Densidad media (DM): Media de plantas por metro cuadrado de una especie en las (V) parcelas visitadas.

Contribución específica a la infestación total (CEIT): Relación entre el total del número de plantas de una determinada especie y el total de arvenses por metro cuadrado, expresada en tanto por ciento.

Características de los ensayos de campo

Las experiencias de campo para evaluar la técnica de dosis reducidas de herbicidas se ubicaron en los términos municipales de Carracedelo y Quilós, utilizándose combinaciones de nueve materias activas. Atendiendo a la clasificación del Herbicide Resistance

Action Committee (CPRH, 1997) se emplearon dos materias activas pertenecientes al grupo A (cycloxydim, propaquizafop), dos al grupo C_2 (linuron, metobromuron), dos al grupo E (oxyfluorfen, oxadiargyl), una al grupo F_3 (aclonifen) y dos al grupo K_1 (butralina, pendimetalina).

Cuadro 1. Combinaciones de herbicidas
Table 1. Herbicide mixtures

Año	Ensayo	Trat.	Nombre comercial	Materia activa	Dosis por hectárea	
					Producto comercial (l)	Materia activa (g)
1997	1	A	Nuflon	linuron	0,5	225
			Goal	oxyfluorfen	1	240
		B	Patoran	metobromuron	1	500
			Goal	oxyfluorfen	1	240
		C	Nuflon	linuron	0,5	225
			Challenge	aclonifen	0,5	300
		D	Patoran	metobromuron	1	500
			Challenge	aclonifen	1	600
		E	Stomp	pendimetalina	1	330
			Challenge	aclonifen	1	600
		F	Stomp	pendimetalina	1	330
			Amex	butralina	0,5	240
1998	2	A	Nuflon	linuron	0,5	225
			Goal	oxyfluorfen	1	240
		B	Patoran	metobromuron	1	500
			Goal	oxyfluorfen	1	240
		C	Nuflon	linuron	0,5	225
			Challenge	aclonifen	0,5	300
		D	Patoran	metobromuron	1	500
			Challenge	aclonifen	1	600
		E	Stomp	pendimetalina	1	330
			Challenge	aclonifen	1	600
		F	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
	3	G	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	1	120 + 400
		H	Patoran	metobromuron	1	500
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	1	120 + 400
		I	Stomp	pendimetalina	2	660
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	1	120 + 400
		J	Stomp	pendimetalina	2	660
			Goal	oxyfluorfen	1	240

(1) oxadiargyl + aclonifen

Cuadro 1. Combinaciones de herbicidas (continuación)
Table 1. Herbicide mixtures

Año	Ensayo	Trat.	Nombre comercial	Materia activa	Dosis por hectárea	
					Producto comercial (l)	Materia activa (g)
1998	3	K	Stomp	pendimetalina	2	660
			Nuflon	linuron	0,5	225
		L	Stomp	pendimetalina	2	660
			Patoran	metobromuron	1	500
	4	M	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
		N	Goal	oxyfluorfen	1	240
			Amex	butralina	0,5	240
		O	Patoran	metobromuron	1	500
			Amex	butralina	0,5	240
		P	Nuflon	linuron	0,5	225
			Amex	butralina	0,5	240
		R	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
		S	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
1999	5	A(2)	Stomp	pendimetalina	3	990
		B	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
		C	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
			Focus ultra	cycloxydim	1	100
		D	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
			Agil	propaquizafop	1	100
		E	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
			Focus ultra	cycloxydim	0,5	50
		F	Nuflon	linuron	0,5	225
			Exp.31483-A(1)	exp.31483-A(1)	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
			Agil	propaquizafop	0,5	50

(1) oxadiargyl + aclonifen, (2) tratamiento control

Cuadro 1. Combinaciones de herbicidas (continuación)
Table 1. Herbicide mixtures

Año	Ensayo	Trat.	Nombre comercial	Materia activa	Dosis por hectárea	
					Producto comercial (l)	Materia activa (g)
1999	6	G[2]	Stomp	pendimetalina	3	990
		H	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A[1]	exp.31483-A[1]	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
		I	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A[1]	exp.31483-A[1]	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
			Focus ultra	cycloxydim	1	100
		J	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A[1]	exp.31483-A[1]	0,5	60 + 200
			Stomp	pendimetalina	0,5	165
			Agil	propaquizafop	1	100
		K	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A[1]	exp.31483-A[1]	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
			Focus ultra	cycloxydim	0,5	50
		L	Patoran	metobromuron	0,5	250
			Exp.31483-A[1]	exp.31483-A[1]	0,5	60 + 200
			Goal	oxyfluorfen	0,5	120
			Agil	propaquizafop	0,5	50

(1) oxadiargyl + aclonifen, (2) tratamiento control

Las combinaciones de herbicidas utilizadas y las características de realización de los ensayos figuran en el cuadro 1.

La aplicación se realizó mediante pulverizador de mochila, con campana protectora y boquilla de hendidura, presión de trabajo de 2 bar y volumen de caldo 200 $l.ha^{-1}$. Los tratamientos se realizaron en postrasplante del tabaco (cuadro 2). El control del efecto herbicida se efectuó mediante el conteo de la flora observada en una superficie de un metro cuadrado elegida al azar, lanzando un aro de 0,1 m^2 diez veces en cada parcela elemental (tratamientos y testigos). La parcela elemental consta de cuatro filas de 25 plantas cada una para los tratamientos y de dos filas de 25 plantas cada una para los testigos.

Para la realización de los ensayos 5 y 6 se seleccionaron las materias activas que presentaron mejores resultados en los ensayos 1, 2, 3 y 4, con arreglo a los criterios de eficacia media y significación estadística. El objetivo fue doble, por una parte comparar los tratamientos basados en las materias activas seleccionadas con un control y por otra comprobar si existen diferencias significativas entre los tratamientos seleccionados. El tratamiento control fue pendimetalina a 0,990 kg m.a. ha^{-1}, ya que la experiencia de

Cuadro 2. Características de realización de los ensayos
Table 2. Field trials characteristics

		1	2	3	4	5	6
Localidad		Quilós	Quilós	Carracedelo	Carracedelo	Carracedelo	Quilós
Textura suelo		Franco--arcillo -arenosa	Franco--arenosa	Franca	Franco--arenosa	Franco--arenosa	Franca
PH (1:2,5)		7,20	5,30	5,20	6,10	5,97	5,71
M. O. (%)		1,05	2,75	1,24	3,18	3,60	2,61
Riego		Surcos	Surcos	Surcos	Surcos	Surcos	Surcos
Fecha trasplante		14/6/97	5/6/98	19/5/98	19/5/98	11/6/99	28/5/99
Marco plantación (cm)		90 x 50	80-110 x 50(3)	90 x 40	80 x 50	80 x 50	80-110 x 50(3)
Fecha aplicación herbicidas		24/6/97	15/6/98	28/5/98	28/5/98	24/6/99	8/6/99
Condiciones meteorológicas durante la aplicación	*T^a (°C)*	10,4	8	8,6	8,6	16,8	6
	H. R. (%)	90	92	87	87	82	94
	Viento (km/h)	4	0	7	7	4	0
	Precipitación diaria (mm)	0	0	0,4	0,4	0	0
Fecha de conteo		8/7/97	27/6/98	13/6/98	12/6/98	5/7/99	18/6/99

(3) líneas pareadas

los cultivadores en la zona demuestra que la utilización de una dosis más elevada produce paralización vegetativa, alargando aproximadamente quince días el ciclo de cultivo.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (seis tratamientos y tres repeticiones), con parcelas testigo para facilitar las observaciones sobre la eficacia de las distintas combinaciones de herbicidas. Los tratamientos se atribuyeron aleatoriamente a cada bloque mediante una tabla de números aleatorios. Cada tratamiento se asignó una única vez a cada bloque.

El procedimiento de cálculo de la eficacia del tratamiento herbicida se describe a continuación:

• Conteo de plantas en las parcelas testigo y obtención, por especie, de la media de plantas por metro cuadrado de todos los testigos del ensayo.

• Conteo de plantas por metro cuadrado en las parcelas de los tratamientos.

• Cálculo de la media ponderada de testigos mediante la expresión:

$$MPT = \frac{Tm + 2Ta}{3}, \text{ siendo:}$$

MPT: Media ponderada de testigos

Tm: Testigo medio (plantas/m^2)

Ta: Testigo adyacente a cada tratamiento (plantas/m^2)

• Por último, cálculo de la eficacia de cada tratamiento, utilizando la fórmula:

$$E = \frac{MPT - P}{MPT} x\ 100, \text{ siendo:}$$

MPT: Media ponderada de testigos

P: Plantas/m^2 en cada tratamiento

E: Eficacia de cada tratamiento

Calculada la eficacia se realiza el ANOVA para aquellas especies que alcanzan, como mínimo, el 75% de presencia en los testigos y para el total de dicotiledóneas, monocotiledóneas y arvenses. No se realiza el análisis de varianza para las especies o totales estudiados cuando faltan más de dos datos (observaciones).

Se comprobaron los supuestos en los que se basa el análisis de varianza: normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk (CASAS, 1997); homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Bartlett (BENNET y FRANKLIN, 1954) cuando se cumple el supuesto de normalidad y la prueba de Burr-Foster (ANDERSON y McLEAN, 1974) cuando no se cumple dicho supuesto; independencia mediante el coeficiente de correlación serial de separación 1 (TEJEDOR, 1999) y aditividad utilizando la prueba de Tukey (SNEDECOR y COCHRAN, 1978). Se efectuó la transformación angular de los datos (BARTLETT, 1947; LI, 1969) cuando no se cumplen los supuestos.

Si en la prueba F aparecen valores menores que la unidad (TEJEDOR, 1999) se comprueba la hipótesis de igualdad de medias.

La separación de medias se realizó mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (LITTLE y HILLS, 1991) y también se utilizó el método de Dunnett (LI, 1969), prueba de una cola, en los ensayos 5 y 6 para comparar los distintos tratamientos con el "tratamiento control".

Resultados

Inventario de flora invasora

Se observaron 47 especies de dicotiledóneas pertenecientes a 19 familias y seis especies de monocotiledóneas pertenecientes a una única familia. Se detalla el listado

Cuadro 3. Inventario de flora invasora
Table 3. Weed survey results

ESPECIES	FR (%)	DM plantas/m^2	DMpi plantas/m^2	CEIT (%)
Echinochloa crus-galli (L.) Beauvais	92,86	60,33	64,97	24,14
Polygonum spp.[4]	64,29	12,48	19,41	4,99
Stellaria media (L.) Vill.	57,14	49,90	87,33	19,96
Chenopodium album L.	52,38	7,95	15,18	3,18
Portulaca oleracea L.	47,62	14,19	29,80	5,68
Solanum nigrum L.	45,24	15,33	34,50	2,52
Solanum physalifolium Rusby	40,48	9,62	23,76	3,85
Capsella bursa-pastoris Moench.	40,25	13,40	31,56	2,51
Amaranthus hybridus L.	35,71	8,62	24,13	3,45
Polygonum aviculare L.	33,33	2,76	8,29	1,10
Arrhenatherum elatius subsp. *bulbosum* (Wild.) S. y M.	30,95	6,55	21,15	2,62
Geranium spp [5]	21,43	7,07	33,00	2,83

Cuadro 3. Inventario de flora invasora (continuación)
Table 3. Weed survey results

ESPECIES	FR (%)	DM plantas/m^2	DMpi plantas/m^2	CEIT (%)
Senecio vulgaris L.	19,05	5,90	31,00	2,36
Cynodon dactylon (L.) Pers.	16,67	4,19	25,14	1,68
Chenopodium opulifolium L.	14,29	0,62	4,33	0,25
Oxalis latifolia Kunth	14,29	1,10	7,67	0,44
Convolvulus arvensis L.	11,90	0,83	7,00	0,33
Anthemis arvensis L.	11,90	3,29	27,60	1,31
Fumaria officinalis L.	9,52	1,60	16,75	0,64
Trifolium spp (6)	9,52	4,26	44,75	1,70
Lamium amplexicaule L.	9,52	13,62	143,00	5,45
Brassica nigra Koch	7,14	0,93	13,00	0,37
Galinsoga parviflora Cav.	7,14	2,52	35,33	1,01
Cirsium arvense (L.) Scop.	4,76	0,10	2,00	0,04
Rumex crispus L.	4,76	0,17	3,50	0,07
Vicia sativa L.	4,76	3,19	67,00	1,28
Amaranthus retroflexus L.	4,73	0,48	10,00	0,19
Achillea millefolium L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Picris echioides L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Silybum marianum (L.) Gaertner	2,38	0,02	1,00	0,01
Sonchus asper All.	2,38	0,02	1,00	0,01
Diplotaxis erucoides (L.) DC.	2,38	0,02	1,00	0,01
Malva sylvestris L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Oxalis corniculata L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Papaver rhoeas L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Plantago lanceolata L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Veronica persica Poir.	2,38	0,02	1,00	0,01
Panicum capillare L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Poa annua L.	2,38	0,02	1,00	0,01
Raphanus raphanistrum L.	2,38	0,05	2,00	0,02
Daucus carota L.	2,38	0,05	2,00	0,02
Lolium multiflorum Lamk.	2,38	0,05	2,00	0,02
Chenopodium vulvaria L.	2,38	0,07	3,00	0,03
Sinapis arvensis L.	2,38	0,07	3,00	0,03
Matricaria chamomilla L.	2,38	0,10	4,00	0,04
Sonchus oleraceus L.	2,38	0,38	16,00	0,15
Ranunculus arvensis L.	2,38	0,38	16,00	0,15
Cardamine hirsuta L.	2,38	1,07	45,00	0,43
Erigeron canadensis L.	2,38	2,69	113,00	1,08
Erodium cicutarium (L.) L' Héritier	2,38	2,93	123,00	1,17
Lactuca virosa L.	2,38	2,98	125,00	1,19

FR: frecuencia relativa, DM: densidad media, DMpi: densidad media parcelas infestadas, CEIT: contribución específica a la infestación total, (4) *hydropiper* L., *lapathifolium* L., *persicaria* L., (5) *molle* L., *dissectum* L., *lucidum* L., (6) *arvense* L., *campestre* Schreber, *glomeratum* L.

de flora arvense detectada en las prospecciones con indicación de los valores que cuantifican su incidencia.

Ensayos de campo

En el cuadro 4 se exponen los valores de eficacia media de los distintos tratamientos y el resultado de las pruebas estadísticas para las especies y totales estudiados. Igualmente, se refleja la tolerancia del cultivo a las combinaciones de herbicidas mediante la escala propuesta por la European Weed Research Society (CIBA-GEIGY, 1992), en la cual se puntúan los síntomas de fitotoxicidad de la planta de 1 (sin síntomas) a 9 (muerte total de la planta).

Cuadro 4. Eficacia media de los tratamientos y fitotoxicidad para el cultivo
Table 4. Average efficiency on treatments and crop phyitotoxicity

Año	Ensayo	Especie	Eficacia media (%)					
1997	1		A	B	C	D	E	F
		Amaranthus hybridus	95,0 a	95,9 a	91,3 a	97,7 a	87,1 a	37,1 b
		Stellaria media	87,8 ab	91,6 ab	91,6 ab	98,7 a	65,8 bc	34,3 c
		Arrhenatherum elatius(7)	55,7	37,2	37,9	35,2	26,7	32,1
		Total dicotiledóneas	89,0 a	90,1 a	73,9 a	83,0 a	65,3 a	24,4 b
		Total monocotiledóneas(7)	56,2	37,6	37,7	41,4	27,6	32,0
		Total arvenses	73,7 a	66,9 ab	57,9 ab	66,5 ab	44,6 bc	31,0 c
		Fitotoxicidad media(8)	1	2	1	1	1	2
	2		A	B	C	D	E	F
		Amaranthus hybridus(7)	99,5	90,3	96,9	95,2	90,7	99,1
		Chenopodium album(7)	95,6	98,7	94,4	100	100	100
		Echinochloa crus-galli(7)	87,6	89,7	91,1	91,4	86,8	93,4
		Total dicotiledóneas(7)	95,5	90,4	97,1	89,9	90,2	98,8
		Total monocotiledóneas(7)	87,1	89,1	91,1	91,4	86,8	93,4
		Total arvenses(7)	91,1	89,6	94,3	90,9	88,6	95,7
		Fitotoxicidad media(8)	2	1	1	1	1	2
1998	3		G	H	I	J	K	L
		Capsella bursa-pastoris(7)	100	100	100	100	90,8	96,6
		Polygonum spp.(7)	97,5	88,1	96,4	95,0	94,5	93,1
		Solanum nigrum(7)	92,7	87,7	100	77,6	72,6	63,7
		Solanum physalifolium(7)	100	92,9	100	100	85,9	96,4
		Echinochloa crus-galli	91,7 a	63,9 b	100 a	96,6 a	100 a	93,9 a
		Total dicotiledóneas(7)	96,8	91,0	97,4	95,1	89,9	90,1
		Total monocotiledóneas	91,8 ab	64,4 b	100 a	96,6 a	100 a	90,1ab
		Total arvenses(7)	96,3	89,1	97,7	95,1	90,7	89,7
		Fitotoxicidad media(8)	1	1	1	2	1	1

Cuadro 4. Eficacia media de los tratamientos y fitotoxicidad para el cultivo (continuación)
Table 4. Average efficiency on treatments and crop phyitotoxicity

Año	Ensayo	Especie	Eficacia media (%)					
1998	4		M	N	O	P	R	S
		Capsella bursa-pastoris(7)	100	100	100	66,7	100	100
		Galinsoga parviflora(7)	53,7	79,1	87,0	52,2	100	93,9
		Polygonum spp.	95,9 a	99,2 a	100 a	85,4 b	100 a	99,6 a
		Solanum nigrum(7)	100	93,1	65,1	81,4	98,4	100
		Solanum physalifolium(7)	92,8	94,4	92,0	66,2	100	66,7
		Total dicotiledóneas(7)	92,4	96,0	89,1	77,9	95,6	89,2
		Total monocotiledóneas(7)	66,7	100	100	100	66,7	66,7
		Total arvenses(7)	92,0	96,0	89,1	77,9	95,2	88,3
		Fitotoxicidad media(8)	3	3	2	3	3	3
1999	5		A(9)	B	C	D	E	F
		Capsella bursa-pastoris	8,1 b	100 a	100 a	83,9 a	100 a	100 a
		Polygonum spp.	24,1 b	98,3 a	99,6 a	92,1 a	67,7 b	84,6 a
		Senecio vulgaris(7)	4,6	39,6	58,0	55,7	60,0	82,2
		Solanum physalifolium(7)	63,2	90,6	76,8	86,0	86,5	87,1
		Total dicotiledóneas	13,7 b	87,4 a	88,9 a	80,1 a	83,9 a	89,2 a
		Total monocotiledóneas(7)	100	100	66,7	66,7	100	66,7
		Total arvenses	13,7 b	87,4 a	88,7 a	80,0 a	83,9 a	89,0 a
		Fitotoxicidad media(8)	1	1	1	1	1	1
	6		G(9)	H	I	J	K	L
		Amaranthus hybridus	41,8 b	84,0 a	93,0 a	85,8 a	83,8 a	93,9 a
		Capsella bursa-pastoris(7)	85,7	96,3	98,4	97,4	98,1	93,5
		Chenopodium album(7)	56,3	82,8	70,1	96,0	85,1	91,0
		Polygonum spp.(7)	93,1	100	82,1	86,6	88,5	94,6
		Portulaca oleracea(7)	86,8	90,9	100	96,2	95,6	100
		Echinochloa crus-galli(7)	87,6	91,5	93,6	83,6	84,1	82,1
		Total dicotiledóneas	61,8 b	89,2 a	89,2 a	91,0 a	90,0 a	94,9 a
		Total monocotiledóneas(7)	86,8	92,2	94,1	84,9	82,1	83,6
		Total arvenses	72,2 b	89,8 a	91,9 a	90,2 a	88,3 a	92,6 a
		Fitotoxicidad media(8)	1	1	1	2	1	1

(7) Sin diferencias estadísticamente significativas, (8) Escala European Weed Research Society, (9) Tratamiento control.

Ensayos 1, 2, 3, 4: valores que difieren en todas sus letras son significativamente diferentes en la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Ensayos 5, 6: valores con letras distintas a la del tratamiento control superan a éste en el método de Dunnett ($p < 0,05$).

Discusión

Incidencia de flora invasora

El cuadro 3 muestra el inventario de flora arvense observada en la zona, indicando la incidencia de las distintas especies. *Echinochloa crus-galli* con frecuencia relativa muy próxima al 93% y CEIT del 24% es la especie que presenta mayor incidencia. Valores de frecuencia relativa entre el 50% y 70% se registran para *Chenopodium album*, *Stellaria media* y *Polygonum* spp., alcanzando *S. media* un 19,96% de CEIT. Muestran frecuencias relativas entre el 30% y 50% *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, *Polygonum aviculare*, *Amaranthus hybridus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Solanum physalifolium*, *Solanum nigrum* y *Portulaca oleracea*, presentando esta última especie el valor más elevado de CEIT (5,68%). Por último, con frecuencias relativas inferiores al 30% destacan *Geranium* spp. y *Senecio vulgaris* cuyos valores CEIT se hallan en torno al 2,5%. Las densidades medias oscilan entre 2,76 plantas/m^2 para *P. aviculare* y 60,33 plantas/m^2 para *E. crus-galli*.

Por términos municipales señalar que en Carracedelo la especie más importante es *E. crus-galli*, con una frecuencia relativa del 89%, densidad media de 57 plantas/m^2 y CEIT del 18%. Entre las dicotiledóneas, *S. media*, *C. album*, *S. nigrum*, *S. physalifolium*, *P. oleracea* y *Polygonum* spp. registran valores de frecuencia relativa en torno al 70%, si bien *S. media* muestra los valores más elevados de CEIT (12%) y densidad media (38 plantas/m^2). Por el contrario, *S. nigrum* ofrece los valores más bajos de CEIT (2,97%) y densidad media (9 plantas/m^2).

En Cacabelos, *E. crus-galli* vuelve a presentar los valores más elevados de CEIT (26,5%), frecuencia relativa (85,7%) y densidad media (28 plantas/m^2). En las dicotiledóneas, *S. media*, *P. oleracea* y *Anthemis arvensis* tienen valores similares de CEIT (en torno al 11%), frecuencia relativa (28,5%) y densidad media (entre 11 y 12 plantas/m^2). *Geranium* spp. muestra una frecuencia relativa muy elevada (72%), pero densidad media y CEIT más bajas que las anteriores especies.

En el término municipal de Quilós, *S. media* presenta el valor más elevado de CEIT (33%), ligeramente superior a *E. crus-galli* (32%), si bien esta última se encuentra en la totalidad de las parcelas visitadas. Reseñar igualmente la elevada presencia de *A. elatius*, con frecuencia relativa del 87% pero con un bajo valor de CEIT (7%). Las densidades medias de *E. crus-galli* y *S. media* en torno a 85 plantas/m^2 son muy superiores al resto de especies, cuyos valores oscilan entre 8 y 29 plantas/ m^2.

En Camponaraya destacar los valores CEIT de *E. crus-galli* (30,21%) y *C. album* (26,04%).

Los valores más elevados de densidades medias para dicotiledóneas y arvenses (247,72 plantas/m^2 y 314,56 plantas/m^2 respectivamente), se presentan en Carracedelo, mientras que para monocotiledóneas (103,80 plantas/m^2) aparecen en Quilós.

Ensayos

Los tratamientos A, B, C y D del ensayo 1, con diferencias significativas en la prueba de rango múltiple de Duncan, presentan eficacias medias que superan el 70% y el 57% para el conjunto de dicotiledóneas y arvenses respectivamente, aunque se observa un descenso muy significativo en la eficacia de los distintos tratamientos en el control de monocotiledóneas (máximo 56%). Por especies, destaca el 98% de eficacia media alcanzada por el tratamiento D en el control

de *A. hybridus* y *S. media* y únicamente un 56% en el tratamiento A para *A. elatius*.

En el ensayo 2, aunque no ha habido significación estadística, se puede destacar un considerable aumento de eficacia (superior al 85%) en el control de monocotiledóneas con relación al ensayo anterior. El tratamiento F alcanzó, globalmente, los mejores valores de eficacia media.

Atendiendo a *E. crus-galli* y total de monocotiledóneas, que presentaron significación estadística en el ensayo 3, destacan las eficacias medias de los tratamientos I, J y K para las monocotiledóneas (superiores al 96%), si bien el tratamiento I alcanza los mejores valores de eficacia para los totales y especies estudiadas con excepción de *Polygonum* spp. Cualquiera de estos tres tratamientos ha resultado más eficaz en el control de monocotiledóneas que las combinaciones de los ensayos precedentes.

En el ensayo 4 cabe destacar la escasa incidencia de monocotiledóneas, obteniendo los tratamientos N y R valores similares de eficacia media (superiores al 95%) para dicotiledóneas y arvenses. En este ensayo únicamente *Polygonum* spp. presentó significación estadística, mostrando el tratamiento P el menor valor de eficacia media.

En el ensayo 5, se utilizaron herbicidas antigramíneas específicos, aunque ninguna de las especies de monocotiledóneas superó el 75% de presencia en los testigos y por ello no se puede extraer ninguna conclusión respecto al comportamiento de las combinaciones en el control de monocotiledóneas. En *Polygonum* spp. el tratamiento E no supera al control. Para los totales de dicotiledóneas y arvenses todos los tratamientos superaron al control y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Cabe resaltar la baja eficacia mostrada por el tratamiento control para el conjunto de arvenses (13,7%) que contrasta con la alcanzada por el tratamiento F (89%).

En el ensayo 6 todos los tratamientos superaron al control en la especie y totales con significación estadística. Al igual que en el ensayo anterior no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos que superan al control. La eficacia media alcanzada por el tratamiento control para el conjunto de arvenses fue del 72,2%, si bien con el tratamiento L se obtuvo el 92,6%. En el control de monocotiledóneas la eficacia más elevada fue obtenida por la combinación I, que lleva en su composición cycloxydim como herbicida antigramíneas específico, aunque resulta notable que tanto la combinación H que no lleva herbicida antigramíneas, como el control, hayan alcanzado una eficacia superior a las dos combinaciones con propaquizafop.

Conclusiones

Principales especies infestantes del tabaco

Teniendo en cuenta valores de frecuencia relativa y contribución específica a la infestación total superiores al 30% y 2,5% respectivamente, las especies arvenses con mayor incidencia en el cultivo de tabaco en la comarca son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauvais (Poaceae), *Polygonum* spp. (*hydropiper* L., *lapathifolium* L., *persicaria* L.) (Polygonaceae), *Stellaria media* (L.) Vill. (Caryophyllaceae), *Chenopodium album* L. (Chenopodiaceae), *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae), *Solanum nigrum* L. (Solanaceae), *Solanum physalifolium* Rusby (Solanaceae), *Capsella bursa-pastoris* Moench. (Brassicaceae), *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae) y *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum* (Willd.) S. y M. (Poaceae).

Herbicidas para su control

A la vista de los resultados obtenidos, se podrían aconsejar las siguientes combinaciones (kg m.a. ha^{-1}) para el control de infestaciones donde predominen las especies que se citan (únicamente las que presentaron significación estadística) y para el conjunto de flora arvense:

- *Amaranthus hybridus*: "metobromuron 0,5 + aclonifen 0,6"
- *Echinochloa crus-galli*: "pendimetalina 0,660 + linuron 0,225"
- *Capsella bursa-pastoris*: "linuron 0,225 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + pendimetalina 0,165"
- *Polygonum* spp.: "metobromuron 0,250 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,120" y "linuron 0,225 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,120"
- *Stellaria media*: "metobromuron 0,5 + aclonifen 0,6"
- Control general: "metobromuron 0,250 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,120 + propaquizafop 0,05" y "linuron 0,225 + (oxadiargyl 0,06 + aclonifen 0,2) + oxyfluorfen 0,120 + propaquizafop 0,05"

Hay que reseñar que el plazo máximo de utilización del metobromuron finalizó el 31 de diciembre de 2003.

Tratamientos propuestos

Por último, se puede concluir:

- En los tratamientos propuestos hay siempre una reducción del volumen de herbicida a utilizar, en relación con el tratamiento control, lo que conlleva una disminución del impacto ambiental causado por estos productos.
- Se dispone de tratamientos con un menor coste que el del control.
- El empleo de materias activas complementarias amplía la eficacia de los tratamientos y se impide la selección de flora resistente.
- No se ha constatado parada vegetativa y la tolerancia del cultivo a las distintas combinaciones ha sido satisfactoria.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento a D. Aníbal Arias Carbajo, D. Félix Fernández Álvarez, D. Manuel Guerrero González, D. Abelardo Corullón Fernández y D. Juan Pacios Garnelo por su inestimable colaboración en la realización de los ensayos, así como al profesor D. José Luis Valencia Delfa, por sus consejos en el tratamiento estadístico de los datos.

Bibliografía

ANDERSON V., MCLEAN R., 1974. *Desing of experiments. A realistic approach*. New York; Basel: Marcel Dekker, Inc., 418 pp.

BARTLETT M.S., 1947. *The use of transformations*. Biometrics, 3, pp. 39-52.

BENNET C., FRANKLIN N., 1954. *Statical analysis in chemistry and the chemical industry*. Fourth printing. New York; London; Sidney: Jhon Wiley & Sons, Inc., 724 pp.

CASAS SÁNCHEZ J.M., 1997. *Inferencia estadística*. 2ª ed. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces S.A., 895 pp.

CIBA-GEIGY, 1992. *Manual for field trials in plant protection*. 3th edition. Switzerland: Plant Protection Division, Ciba-Geigy Limited, 271 pp.

COMITÉ DE PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS A HERBICIDAS (CPRH), 1997. *Clasificación de los herbicidas según su modo de acción*. Servicio Protección Vegetales. A. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida. 8 pp.

GARCÍA ROLLÁN M., 1996. *Atlas clasificatorio de la flora de España peninsular y balear*. Madrid: Mundi - Prensa. 2 v.

LI C.C., 1969. *Introducción a la estadística experimental*. Traducido por Griselda Ribó. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 496 pp.

LITTLE T.M., HILLS, F.J., 1991. *Métodos estadísticos para la investigación en agricultura*. Traducido por Anatolio de Paula Crespo. 2ª reimpr. de la 2ª ed. Méjico: Trillas. 270 pp.

SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1978. *Métodos estadísticos*. Traducido por J.A. Reinosa Fuller. 1ª ed. en español de la 6ª ed. en ingles, 5ª reimp. Méjico: Compañía Editorial Continental S.A., 703 pp.

TABERNER PALOU A., 1996. *Biología de "Lolium rigidum Gaud." como infestante del cultivo de cebada. Aplicación al establecimiento de métodos de control*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Lérida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Lérida, 1996. 125 pp.

TEJEDOR TEJEDOR F.J., 1999. *Cuadernos de estadística. Análisis de varianza*. Madrid: La Muralla S.A., 132 pp.

VIGGIANI P., 1991. *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento. Dicotiledoni*. Milán: Edagricole. 271 pp.

VIGGIANI P., ANGELINI R., 1998. *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento. Graminacee*. Milán: Edagricole, 352 pp.

VILLARÍAS MORADILLO J.L., 1996. *Tratamientos herbicidas con dosis reducidas en remolacha azucarera*. Agricultura, 768, pp. 596-603

VILLARÍAS MORADILLO J.L., 2000. *Atlas de malas hierbas*. 3ª ed., rev. y amp. Madrid; Barcelona; México: Mundi – Prensa, 536 pp.

(Aceptado para publicación el 15 de abril de 2004).