

Evaluación de métodos alternativos para el control de vegetación espontánea en márgenes de carreteras

MANSANET PEREA C¹, VARELA CASAL, N², ROMERO FRANCO R³,
FERNANDEZ LABRADA M³, ILLERA VIVES M³, LÓPEZ MOSQUERA ME³

¹Área de Sanidade Vexetal, Xefatura provincial de Ourense, Consellería do Medio Rural, r/ Florentino Cuevillas, 4-6, Baixo, 32003, Ourense, ESPAÑA.

²Axencia Galega de Infraestruturas, Servizo Provincial de Ourense, r/ Sáenz Díez, 1. 32071, Ourense, ESPAÑA.

³Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural, Campus Universitario s/n, 27002 Lugo, ESPAÑA.

miguelfernandez.labrada@usc.es; marta.illera@usc.es; melvira.lopez@usc.es

Resumen: Galicia es la segunda comunidad autónoma del estado con más kilómetros de carreteras (17.000), esto combinado con las condiciones climáticas (elevada pluviometría y temperaturas suaves) incrementa la importancia del control de la vegetación espontánea en los márgenes de vías de comunicación (siendo las familias mayoritarias en la zona de estudio compuestas y gramíneas). El objetivo de este trabajo fue comparar la aplicación de glifosato 36% (8 l·ha⁻¹) tras un desbroce, respecto a otros métodos alternativos: Ac: Ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹); DAc: Desbroce y aplicación de ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹); DSI: Desbroce y aplicación de salmuera (NaCl 118,4 kg·ha⁻¹); DAcSI: Desbroce, ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹) y salmuera (NaCl 118,4 kg·ha⁻¹).

Así, resultaron un total de cinco tratamientos que se compararon con un control desbrozado y otro sin desbrozar. Los herbicidas se aplicaron en dos ocasiones (29/06/2018 y 30/07/2018) con un pulverizador de manual y el desbrozado mecánico se realizó previamente a la primera aplicación. Todos los tratamientos se evaluaron por cuadruplicado en la carretera OU-902 Lalín (PO-534) en un total de 28 subparcelas de 150 m² que se sortearon al azar en cuatro bloques. En cada subparcela se evaluó la biomasa, frecuencia de cada especie, pH y CE del suelo un mes después de realizados los tratamientos. El empleo de sal, ácido acético o su combinación como alternativa al glifosato parece ser efectiva a corto plazo, aunque este estudio habría que hacerlo a lo largo del tiempo para poder corroborar estos resultados preliminares. Tras una única aplicación, no se produjo salinización ni acidificación secundaria con el empleo de la sal y/o ácido acético.

Palabras clave: Ácido acético, Salmuera, Glifosato, Desbroce

1. Introducción

La industria agroquímica se enfrenta críticas por el uso de pesticidas que pueden crear toxicidad y preocupación por los residuos que generan (Balogh y Anderson 1992; Barbash y Resek 1996; Huppatz 1990). Algunos productos naturales, como el vinagre, pueden ser utilizados como alternativa para el control de malezas (Evansy Bellinder, 2009). Actualmente el ácido acético es una sustancia autorizada como herbicida en varios estados miembros de la unión europea, pero en España aún no está regulado su uso. Recientemente se están publicando en distintos medios de comunicación, noticias sobre el empleo de ácido acético como herbicida a pesar de que su uso aún no está autorizado para este fin. Por otra parte, tampoco se conocen datos que evalúen su eficacia sobre el control de malezas. Teniendo en cuenta el desconocimiento actual sobre el comportamiento de la cubierta vegetal y del suelo frente a las aplicaciones de este producto, el objetivo de este ensayo es evaluar la posible eficacia de este compuesto en comparación con otras estrategias utilizadas comúnmente como son el desbroce o la aplicación de glifosato. Con el objetivo de complementar el ensayo, se ha introducido la aplicación de salmuera como tratamiento alternativo para el control de malezas.

2. Material y Métodos

Las parcelas de ensayo se eligieron en colaboración con los técnicos de la Axencia Galega de Infraestruturas (AXI) de Ourense en un trazado titularidad de la Xunta de Galicia (OU-902 Lalín (PO-534)). Se seleccionaron cuatro áreas de características similares y próximas entre ellas correspondientes a un trazado lineal de 201 m de longitud paralelos al eje de la calzada con un ancho de 5 m. Cada una de estas áreas se dividió en 7 subparcelas de 30 m (150m²) donde se realizaron las distintas estrategias propuestas distribuidas al azar.

El control de la vegetación espontánea se llevó a cabo mediante diferentes tratamientos que consistían en, la realización o no de un desbroce mecánico con desbrozadora de carretera rotativa de martillos y la posterior aplicación un tratamiento herbicida mediante pulverizador de mochila, con boquilla de abanico a 3 bar y 1,6 l·min⁻¹ a base de: i) Glifosato: Herbolex 360 (sal isopropilamina); ii) pH-tec: Ácido acético 80%; iii) Salmuera: Solución NaCl en agua 32%. La combinación de estos dos métodos derivó en los siguientes tratamientos: Ac: Ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹); DAc: Desbroce y ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹); DSI: Desbroce y salmuera (NaCl 118,4 kg·ha⁻¹); DAcSI: Desbroce y ácido acético 80% (92,5 l·ha⁻¹) y salmuera (NaCl 118,4 kg·ha⁻¹); DGI: Desbroce y Glifosato 36% (8 l·ha⁻¹); D: Desbroce; C: Control.

Todos los tratamientos herbicidas fueron aplicados manualmente con un pulverizador manual en un volumen total de 370 l·ha⁻¹ en dos fechas: 1º tratamiento 29/06/2018 y 2º tratamiento 30/07/2018. Se realizaron tres muestreos. El primero antes del tratamiento, el segundo a los 20 días de la primera aplicación y el tercero a los 46 días tras la segunda. En todos ellos se tomó muestra de 3x0,1 m² de material vegetal y en el segundo se recogió también muestras de suelo con una sonda helicoidal de 15 cm de profundidad. Se efectuó una separación botánica en las muestras vegetales recogidas y se determinó su peso seco total. En las muestras de suelo se determinó el pH y CE en una solución 1:2,5 y 1:5 (p/p) (suelo:agua), respectivamente.

El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa SPSS versión 23.0. Para estudiar las diferencias entre tratamientos se realizó un ANOVA de una vía, previa comprobación de la normalidad de los datos (prueba de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de sus varianzas (prueba de Levene). Se aplicó el test DMS para $p < 0,05$.

3. Resultados y Discusión

3.1 Evolución de las especies de malas hierbas más abundantes

Previamente al tratamiento se contabilizaron 60 especies en el conjunto de las parcelas del ensayo (Tabla 1), siendo las familias mayoritarias las compuestas y las gramíneas. Las especies dominantes fueron *Achillea millefolium*, *Andryala intergrifolia*, *Briza maxima*, *Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Rubus sp.* y *Trifolium pratense*.

Tabla 1. Especies de malas hierbas más abundantes antes y tras cada tratamiento. *:25%, **:50%, ***75% y ****:100% de frecuencia en los bloques.

Especie	Bloque Frec.				Especie	Bloque Frec.				
	1	2	3	4		1	2	3	4	
<i>Achillea millefolium</i> L.	x	x	x	x	****	<i>Linum bienne</i> Mill.	x			*
<i>Andryala intergrifolia</i> L.	x	x	x	x	****	<i>Lolium perenne</i> L.			x	*
<i>Anthemis arvensis</i> L.			x	x	**	<i>Lotus corniculatus</i> L.	x	x	x	***
<i>Arrhenatherum elatius</i> L. Beau ex Presle & Presle	x				*	<i>Malva moschata</i> L.	x	x	x	***
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		x			*	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	x	x	x	***
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	x	x	x		***	<i>Pentaglottis sempervirens</i> (L.) Tausch.	x	x		**
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.		x	x		**	<i>Plantago coronopus</i> L.	x			*
<i>Briza maxima</i> L.	x	x	x	x	****	<i>Plantago lanceolata</i> L.	x	x	x	****
<i>Bromus rigidus</i> Roth		x	x		**	<i>Plantago major</i> L.		x	x	**
<i>Bromus secalinus</i> L.				x	*	<i>Poa pratensis</i> L.		x	x	**
<i>Bromus sterilis</i> L.						<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> (Thore) Rouy			x	*
<i>Centaurea nigra</i> L.	x		x		**	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	x	x	x	***
<i>Cistus psilosepalus</i> Sweet.		x	x		**	<i>Quercus robur</i> L.			x	*
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		x	x		**	<i>Ranunculus repens</i> L.			x	*
<i>Conyza canadensis</i> L. Cronquist	x	x			**	<i>Rubus sp.</i>	x	x	x	****
<i>Crepis lampsanoides</i> Froel.	x				*	<i>Rumex acetosa</i> L.		x	x	***
<i>Crepis vesicaria</i> L.		x			*	<i>Rumex crispus</i> L.			x	*
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	x	x	x		***	<i>Salix atrocinerea</i> Brot	x	x	x	***
<i>Dactylis glomerata</i> L.	x	x	x	x	****	<i>Scrophularia scorodonia</i> L.			x	*
<i>Digitalis purpurea</i> L.		x			*	<i>Senecio gallicus</i> Vill.	x	x	x	***
<i>Echium vulgare</i> L.	x	x			**	<i>Silene latifolia</i> Poir.		x	x	**
<i>Fraxinus excelsior</i> L.		x			*	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	x			*
<i>Galium sp.</i>		x	x	x	***	<i>Spergularia sp.</i>			x	*
<i>Geranium columbinum</i> L.		x	x		**	<i>Trifolium pratense</i> L.	x	x	x	****
<i>Geranium rotundifolium</i> L.		x	x		*	<i>Trifolium repens</i> L.	x		x	**
<i>Heracleum sphondylium</i> L.		x	x	x	***	<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	x			*
<i>Holcus mollis</i> L.		x	x		**	<i>Ulex sp.</i>	x	x	x	***
<i>Hypericum perforatum</i> L.	x		x	x	***	<i>Urtica sp.</i>			x	*
<i>Hypochaeris radicata</i> L.		x	x		**	<i>Vicia angustifolia</i> L. Ex Reichard	x	x	x	***
<i>Lamium maculatum</i> L.			x		*	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Scherb.	x	x		**

La población de las especies dominantes antes de aplicar las distintas estrategias de control, se vio disminuida en su mayor parte (Tabla 2), excepto en el caso del *Plantago lanceolata*. En el caso de *Poa pratensis* y *Trifolium repens* su desarrollo pudo verse favorecido al tener menos competencia con las otras especies dominantes, además se trata de especies perennes de distribución muy amplia en Galicia que poseen sistemas de reproducción vegetativa propia que facilitan su persistencia.

Tabla 2. Evolución de la frecuencia de aparición media de las especies de adventicias más abundantes después de realizados los dos tratamientos. *:25%, **:50%, ***75% y ****:100% de frecuencia en los bloques.

Especie	Inicio sin tratar	27 días tras la primera aplicación	52 días tras la segunda aplicación	Evolución
<i>Achillea millefolium</i>	****	**	***	<
<i>Andryala intergrifolia</i>	****	-	-	<
<i>Briza maxima</i>	****	**	-	<
<i>Dactylis glomerata</i>	****	***	***	<
<i>Plantago lanceolata</i>	****	***	****	=
<i>Poa pratensis</i>	**	***	***	>
<i>Rubus</i> sp.	****	*	-	<
<i>Trifolium pratense</i>	****	**	**	<
<i>Trifolium repens</i>	**	*	****	>

3.2 Biomasa de malas hierbas segundo tratamientos

En los muestreos realizados tras la aplicación de los tratamientos herbicidas se puede observar (Tabla 3) la falta de eficacia de la aplicación de ácido acético sin desbroce (Ac) con respecto a las parcelas control, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas. Después del desbroce la aplicación de glifosato redujo la vegetación casi su totalidad, pero la adición de ácido acético (DAc), sal (DSI) o ácido acético+sal (DAcSI) después del desbroce, también mantiene el control de la vegetación, no encontrándose diferencias significativas con el glifosato, como se puede ver en las Tablas 3 y 4. A corto plazo las estrategias de control estudiadas, parecen ser efectivas, aunque para confirmar este hecho, este estudio tendrá que llevarse a cabo a más largo plazo en distintos años.

Tabla 3. Biomasa en materia seca ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) de malas hierbas segundo tratamiento bloque, media e desviación estándar 27 días tras la primera aplicación.

Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Media	Desvest
C	0,62	0,33	0,39	0,73	0,52 b	$\pm 0,19$
D	0,10	0,06	0,11	0,05	0,08 a	$\pm 0,03$
Ac	0,34	0,28	0,41	0,64	0,42 b	$\pm 0,16$
DGI	0,01	0,01	0,04	0,05	0,03 a	$\pm 0,02$
DAc	0,06	0,04	0,06	0,14	0,08 a	$\pm 0,04$
DSI	0,04	0,07	0,14	0,06	0,08 a	$\pm 0,04$
DAcSI	0,05	0,07	0,09	0,02	0,06 a	$\pm 0,03$

C: Control; D: Desbroce; Ac: Ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DGI: Desbroce y Glifosato 36% ($8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAc: Desbroce y ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DSI: Desbroce y aplicación de salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAcSI: Desbroce y aplicación de ácido acético 80% ($92,5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) y salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Tabla 4. Biomasa en materia seca ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) de malas hierbas segundo tratamiento bloque, media e desviación estándar, 52 días tras la segunda aplicación.

Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Media	Desvest
C	0,41	0,27	0,53	0,68	0,47 b	$\pm 0,18$
D	0,08	0,06	0,17	0,06	0,09 a	$\pm 0,05$
Ac	0,48	0,24	0,37	0,75	0,46 b	$\pm 0,22$
DGl	0,02	0,00	0,02	0,05	0,02 a	$\pm 0,02$
DAc	0,08	0,06	0,07	0,09	0,07 a	$\pm 0,02$
DSl	0,06	0,11	0,11	0,07	0,09 a	$\pm 0,03$
DAcSl	0,04	0,07	0,08	0,06	0,06 a	$\pm 0,01$

C: Control; D: Desbroce; Ac: Ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DGl: Desbroce y Glifosato 36% ($8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAc: Desbroce y ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DSl: Desbroce y aplicación de salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAcSl: Desbroce y aplicación de ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) y salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

3.3 Modificaciones producidas en el pH y en la salinidad del suelo a corto plazo

Las cantidades añadidas al suelo de los diferentes tratamientos no supusieron cambios apreciables en el mismo, ni en el pH ni en la salinidad medida a través de la CE. La sospecha de que la sal añadida había podido originar una salinización secundaria del suelo no ocurrió con las cantidades aplicadas. Los valores encontrados estuvieron muy por debajo de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), valor de riesgo de salinización, aunque pudo apreciarse que los valores más altos de CE se encontraron en parcelas que recibieron sal. En caso de que estos tratamientos se hicieran de forma sistemática, convendría hacer un seguimiento de la salinidad en períodos secos. En períodos húmedos, en Galicia, el agua de lluvia suele ser suficiente para lavar el exceso de cloruro sódico.

Tabla 4. Valores medios de pH, CE y desviación estándar por bloque y tratamiento.

pH 52 días tras la segunda aplicación						
Subparcela	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Media	Desvest
C	5,96	6,31	6,0	5,95	6,07	$\pm 0,17$
D	6,24	6,47	6,08	5,79	6,15	$\pm 0,28$
Ac	6,16	6,6	6,14	6,02	6,23	$\pm 0,25$
DGl	6,2	6,31	6,0	5,88	6,10	$\pm 0,19$
DAc	6,02	6,05	5,81	5,87	5,94	$\pm 0,11$
DSl	6,51	6,35	5,58	5,90	6,09	$\pm 0,42$
DAcSl	6,35	6,44	5,97	6,11	6,22	$\pm 0,21$
CE (mS cm^{-1}) 52 días tras la segunda aplicación						
Subparcela	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Media	Desvest
C	89,5	50,2	60,0	66,2	66,48	$\pm 16,70$
D	66,2	81,1	80,5	116,5	86,08	$\pm 21,42$
Ac	60,8	87,6	116,0	91,9	89,08	$\pm 22,61$
DGl	65,0	98,1	58,9	108,3	82,58	$\pm 24,30$
DAc	84,2	73,4	95,6	59,5	78,18	$\pm 15,40$
DSl	68,0	114,8	99,8	99,4	95,50	$\pm 19,68$
DAcSl	55,3	154,1	82,2	78,6	92,55	$\pm 42,73$

C: Control; D: Desbroce; Ac: Ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DGl: Desbroce y Glifosato 36% ($8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAc: Desbroce y ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$); DSl: Desbroce y aplicación de salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); DAcSl: Desbroce y aplicación de ácido acético 80% ($92,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) y salmuera ($\text{NaCl } 118,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Referencias

BALOGH JC & ANDERSON JJ (1992) Environmental impacts of turfgrass pesticides. In: *Golf Course Management and Construction—Environmental Issues* (eds. Balogh JC & Walker JW), 221–222 Chelsea.

BARBASH, J E & RESEK E A (1996) *Pesticides in ground water: distribution, trends, and governing factors*. Ann Arbor Press.

EVANS GJ & BELLINDER RR (2009) The potential use of vinegar and a clove oil herbicide for weed control in sweet corn, potato, and onion. *Weed Technology*, No.23(1), 120-128.

Evaluation of alternative methods for spontaneous vegetation control on road margins

Summary: Galicia has more than 17,000 km of roads, this fact combined with favorable climatic conditions (abundant rainfall and temperate temperatures) increases the importance of controlling spontaneous vegetation on the roads margins (being the most abundant families in the study area composite and grass).

The objective of this work was to compare the application of glyphosate 36% to other alternative methods in the control of weeds based on acetic acid and brine. The following treatments were studied: Ac: Acetic acid 80% ($92.5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$); DAc: Clearing and acetic acid 80% ($92.5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$); DSm: Clearing and brine ($\text{NaCl } 118.4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); DAcSl: Clearing and acetic acid 80% ($92.5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) and brine ($\text{NaCl } 118.4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); DGl: Clearing Glyphosate 36% ($8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$); D: Clearing; C: Control. The herbicides were applied twice (06/29/2018 and 07/30/2018) with a manual sprayer and a clearing was made before the first application. All treatments were evaluated in quadruplicate on the OU-902 Lalín (PO-534) highway in 28 sub-areas of 150 m^2 randomly ordered into four blocks. In each of them, the biomass, frequency of each species, pH and CE were evaluated. The use of salt, vinegar or its combination as an alternative to glyphosate seems to be effective in the short term, although this study should be done over time in order to corroborate these preliminary results. After a single application, there was no secondary salinization with the use of salt.

Keywords: Acetic acid, Brine, Glyphosate, Brush.