

Eficacia del control de *Borreria spinosa* con herbicidas postemergentes

Efficacy of *Borreria spinosa* control with post emergence herbicides

Burdyn, B.^{*1 2}; Tarragó, J.R.³

¹Corteva Agriscience

²Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS)

³Fac. de Ciencias Agrarias UNNE. Sargento Cabral 2131, 3400 Corrientes. Argentina.

bburdyn@gmail.com

Citar como: Burdyn & Tarragó (2026)

Eficacia del control de *Borreria spinosa* con herbicidas postemergentes en *Malezas* 15, 69-78

RESUMEN

Borreria spinosa es una maleza problemática en los sistemas agrícolas del norte de la Argentina, cuya persistencia dificulta el control químico. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de diferentes herbicidas postemergentes y sus mezclas para el control de *B. spinosa*, así como analizar la respuesta a la dosis mediante curvas dosis–respuesta. Ensayos a campo demostraron que los tratamientos de mezclas de flumioxazin + fluroxipir con o sin el agregado de glifosato, produjeron controles de *B. spinosa* superiores al 90 % tanto a los 7 como a los 15 días de aplicado. En condiciones controladas se pudo observar que la mezcla de flumioxazin + fomesafen, a la dosis normal de uso, el control no superó el 70 %, mientras que el incremento de la dosis (16X) controló el 100 % de las plantas. La mezcla de flumioxazin con fluroxipir a partir de 1/2 dosis recomendada se obtuvo el 80 % de control. Las curvas dosis–respuesta mostraron que las mezclas de herbicidas permitieron alcanzar altos niveles de control utilizando dosis menores a la suma de las recomendadas para cada principio activo aplicado individualmente. En conclusión, la combinación de flumioxazin y fluroxypyr representa una alternativa eficaz para el manejo químico de *B. spinosa*, permitiendo optimizar el uso de herbicidas, reducir las dosis totales aplicadas y contribuir a estrategias de manejo más eficientes y sostenibles.

Palabras claves: control químico, herbicidas postemergentes, curvas dosis–respuesta, manejo de malezas.

SUMMARY

Borreria spinosa is a problematic weed in agricultural systems of northern Argentina, whose persistence hinders chemical control. The objective of this study was to evaluate the efficacy of different post-emergence herbicides and their mixtures for the control of *B. spinosa*, as well as to analyze dose responses using dose–response curves. Field trials showed that treatments with mixtures of flumioxazin + fluroxypyr, with or without the addition of glyphosate, achieved control levels above 90% at both 7 and 15 days after application. Under controlled conditions, it was observed that the mixture of flumioxazin + fomesafen, at the recommended dose, did not exceed 70% control, whereas increasing the dose (16×) resulted in 100% control of the plants. The mixture of flumioxazin + fluroxypyr achieved approximately 80% control at half of the recommended dose. Dose–response curves indicated that herbicide mixtures allowed high levels of control to be achieved using doses lower than the sum of those recommended for each active ingredient applied individually. In conclusion, the combination of flumioxazin and fluroxypyr represents an effective alternative for the chemical management of *B. spinosa*, ena-

bling optimization of herbicide use, reduction of total applied doses, and contributing to more efficient and sustainable management strategies.

Keywords: chemical control, post-emergence herbicides, dose–response curves, weed management.

INTRODUCCIÓN

La eficacia de los tratamientos con herbicidas está determinada por múltiples factores, entre los que se incluyen las condiciones ambientales, las características de la especie de maleza, las características de los herbicidas en cuanto a sus propiedades, formulación y momento de aplicación, la idoneidad del operario y la calidad de la maquinaria utilizada (Padín & Passalacqua, 2018).

La eficacia lograda por un herbicida en una maleza particular está condicionada por la dosis de uso y el tamaño de la maleza (Steckel *et al.*, 1997). En este sentido, el rango de dosis recomendadas, consideran la cantidad requerida del ingrediente activo para obtener un control adecuado. Por ello, una posibilidad utilizada en aplicaciones de glifosato, es ajustarla en función de las condiciones ambientales durante la aplicación (Zoschke, 1994; Vanlieshout & Loux, 2000).

La relación entre la dosis de un herbicida y el efecto que produce sobre la planta es de fundamental importancia para la comprensión de la eficacia y el modo de acción del mismo (Seefeldt *et al.*, 1995). En su forma más simple, los ensayos dosis respuesta permiten cuantificar la sensibilidad de una planta o biotipo de maleza a un determinado herbicida, y de esta forma la selectividad y eficacia de un herbicida puede ser evaluada comparando sus respectivas curvas de dosis-respuesta (Streibig & Kudsk, 1993; Cabanne *et al.*, 1999; Brunton, *et al.*, 2018). Mediante transformaciones logarítmicas y exponenciales se logra linealizar las curvas, con el objeto de obtener ecuaciones que permitieran predecir y comparar la respuesta ante una determinada dosis de herbicida, con el mejor ajuste posible (Motulsky & Ransnas, 1987). Si bien los parámetros obtenidos de esta manera poseen estadísticas que indican la bondad de ajuste, la variancia de los parámetros permite una interpretación biológica limitada. En muchos casos resultó adecuado utilizar técnicas de comparación múltiple y separación de medias (Biediger *et al.*, 1992) y en otros casos se optó por utilizar modelos de regresión no lineal, que han sido señalados por varios autores como los más adecuados, para el análisis de datos estructurados, tal como son las dosis de herbicidas en los ensayos dosis-respuestas (Streibig *et al.*, 1993; Seefeldt *et al.*, 1995; Knezevic *et al.*, 1998).

El modelo log-logístico propuesto por Streibig *et al.*, (1993) presenta una función de la que se puede obtener, entre otros datos, la dosis que causa una disminución del 50 % o 90 % de peso seco de la maleza, lo cual es una herramienta apropiada para optimizar el uso de herbicidas y es la que se utiliza en la actualidad para la determinación de biotipos resistentes para distintos ingredientes activos y malezas (Maxwel *et al.*, 2017; Jiapeng, *et al.*, 2020).

La respuesta de una maleza a la aplicación de distintos ingredientes activos puede resultar en diversos niveles de control. En función de ello, la tolerancia a un herbicida se define como la capacidad natural o innata de una especie para sobrevivir y reproducirse a la acción de un herbicida aplicado a la dosis normal de uso. En especies tolerantes, se sugiere utilizar las dosis más altas dentro del rango, y hacer los controles en estados de crecimiento inicial, ya que a medida que las malezas avanzan en su ciclo e incrementan su tamaño, se tornan menos susceptibles a los herbicidas (Devlin *et al.*, 1991; Klingaman *et al.*, 1991; Blackshaw & Harker, 1997; Orioli *et al.*, 2014). En algunos casos, se propone una sobredosis de la cantidad recomendada para obtener un control adecuado. La estrategia de manejo de la resistencia más adecuada consiste en utilizar las dosis más efectivas dentro del rango de dosis de etiqueta, evitar la subdosis o las aplicaciones foliares tardías, ya sea cuando las malezas están demasiado grandes o cuando las malezas de emergencia tardía sobreviven a su acción (Fernández *et al.*, 2014).

Borreria spinosa Cham. & Schltld. ex DC es una especie de difícil control, especialmente en sistemas de labranza cero con aplicaciones de herbicidas, donde se han registrado grandes infestaciones en áreas productivas de soja y caña de azúcar del norte de la Argentina y el noreste de Brasil (Martins & Christoffoleti, 2014). Esta especie presenta características biológicas que favorecen su persistencia, como emergencia escalonada y rápido crecimiento en estadios inicia-

les, lo que reduce la eficacia de los tratamientos químicos cuando no se aplican en momentos oportunos (Lorenzi, 2008; Vidal & Merotto Jr., 2001). Asimismo, se han reportado dificultades en su control químico y respuestas variables a distintos herbicidas, lo que complejiza su manejo en sistemas productivos y resalta la necesidad de evaluar alternativas de control más eficientes en condiciones locales (Monquero & Christoffoleti, 2005).

A fin de optimizar la dosis de uso de distintos herbicidas para el control de *B. spinosa*, se realizaron ensayos de dosis respuestas con diferentes herbicidas en experimentos a campo y con plantas crecidas en macetas bajo condiciones semi controladas. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de diferentes herbicidas postemergentes y sus mezclas para el control de *B. spinosa*, así como analizar la respuesta a la dosis mediante curvas dosis–respuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos tipos de ensayos: 1) un ensayo a campo en un lote con alta infestación de *B. spinosa* y 2) ensayos en condiciones semi controladas realizadas en la estación experimental INTA Sáenz Peña, Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina (26° 51' 16" S; 60° 25' 25" O). En ambos ensayos, las aplicaciones se realizaron cuando las plantas se encontraban en estado vegetativo temprano (plántulas de 4–6 cm de altura).

Ensayo a campo

El ensayo a campo se llevó a cabo en un lote con presencia de *B. spinosa* de la localidad de Pampa del Infierno (26° 38' 16,01" S; 61° 19' 54,21" O), en el cual se ensayaron herbicidas con los ingredientes activos flumioxazin y fluroxipir con y sin glifosato. Las aplicaciones se realizaron sin el agregado de coadyuvantes ni humectantes. (Cuadro 1, Figura 1).



Figura 1. Foto del ensayo realizado en Pampa del Infierno (Chaco) con alta densidad de *Borreria spinosa*.

Cuadro 1. Ingredientes activos, concentración y dosis utilizados en los ensayos para el control de *Borreria spinosa* realizados a campo.

Tratamiento	Ingrediente activo	Conc. g i.a. %	Dosis ml i.a. ha ⁻¹
1	Flumioxazin	48	74,88
	Fluroxipir	33,3	149,85
2	Flumioxazin	48	74,88
	Fluroxipir	33,3	149,85
	Glifosato	54	1350

Ensayo con plantas en macetas bajo condiciones semi controladas

Plantas adultas de *B. spinosa*, con el xilopodio formado, se recolectaron en lotes con alta presencia de esta maleza y se cultivaron en macetas de polipropileno de 3 l de capacidad con suelo proveniente del sitio de recolección y con orificios de drenaje en la parte inferior (Figura 2).



Figura 2. Vista panorámica de las plantas utilizadas en el ensayo de dosis-respuesta de herbicidas para control de *Borreria spinosa*.

Las plantas se cultivaron al aire libre para reproducir las condiciones de luz y temperaturas propias del barbecho, y se regaron periódicamente a fin de mantener el contenido de humedad de suelo cercano a capacidad de campo. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm y con un promedio de tres ramas por mata, se aplicaron los herbicidas seleccionados en función a su utilización en el cultivo de soja (Cuadro 2). De la amplia gama de herbicidas disponibles utilizados en barbechos cortos, previo a la siembra de soja, se seleccionaron cinco tratamientos en un ensayo exploratorio previo, en función de su mayor eficacia.

Las aplicaciones de los herbicidas se realizaron con un pulverizador hidráulico de espalda con presión constante a CO₂ provisto de una boquilla tipo abanico plano TeeJet 8002 calibrada para descargar un volumen de aplicación de 150 l ha⁻¹

A los 30 días de la aplicación se evaluó porcentaje de control visual respecto a un testigo sin control, según escala desarrollada por la Asociación de América Latina de Malezas (ALAM, 1974) del 0 % al 100 %, donde el 0 % representa ningún control y 100 % la muerte completa de la planta.

Diseño experimental y análisis de datos

Para el ensayo a campo se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones, en el cual se evaluaron los herbicidas flumioxazin y fluroxipir, aplicados solos y en mezcla con glifosato. Mientras que en el ensayo en macetas se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal correspondió al herbicida y la subparcela a la dosis.

Las dosis ensayadas correspondieron a 1/16 X, 1/8 X, 1/4 X, 1/2 X, 1 X, 2 X, 4 X, 8 X, 16 X, donde X es la dosis normal de uso, según recomendación de la guía de productos fitosanitarios CASAFE (2017). El porcentaje de control visual y su relación con la dosis de los distintos herbicidas se analizó mediante un modelo log-logístico, según la expresión matemática: $Y = C + (D - C) / (1 + (X / I_{50})^b)$, donde **Y** es la respuesta, **C**: es el límite inferior (respuesta de control a una dosis muy alta de herbicida), **D**: es el límite superior (respuesta de control a una dosis muy baja de herbicida), **b** es la pendiente de la curva, y **X** es la dosis del herbicida e **I₅₀** es la dosis que brinda una respuesta del 50 % (Seefeldt et al., 1995).

El análisis de las curvas de dosis respuesta y los valores de la dosis efectiva del 90 % se realizó con el software estadístico R 2.12.1 (R CORE TEAM, 2010).

Las respuestas de porcentaje de control visual se analizaron mediante análisis de la varianza (ANOVA) utilizando el software Infostat 2008 (Di Rienzo, et al., 2016). La comparación de medias se realizó mediante el test de Tukey con una probabilidad del 5 %, evaluando los diferentes ingredientes activos y sus dosis a los 30 días de realizados los tratamientos. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Cuadro 2. Ingredientes activos, concentración y dosis por hectárea utilizado en los ensayos dosis respuestas.

Trat	Ingrediente activo	Dosis (g i.a. ha ⁻¹)									
		0	1/16 X	1/8 X	1/4 X	1/2 X	1 X	2 X	4 X	8 X	16 X
1	Flumioxazin (48%)	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,1
2	Flumioxazin (48%)	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,1
	Fomesafen (25%)	0	23,4	46,9	93,7	187,5	375	750	1500	3000	6000
3	Fomesafen (25%)	0	23,4	46,88	93,7	187,5	375	750	1500	3000	6000
4	Fluroxipir (33%)	0	10,4	20,8	41,7	83,3	166,7	333,3	666,6	1333,2	2666,4
5	Fluroxipir (33%)	0	10,4	20,8	41,7	83,3	166,7	333,3	666,6	1333,2	2666,4
	Flumioxazin (48%)	0	4,7	9,7	18,7	37,4	74,9	149,8	299,5	599,0	1198,1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo a campo

Los tratamientos de mezclas de flumioxazin + fluroxipir con y sin el agregado de glifosato, produjeron controles de *B. spinosa* superiores al 90 % tanto a los 7 como a los 15 días de aplicado, no pudiéndose encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en esos períodos de aplicación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Control en el ensayo de flumioxazin y fluroxipir con y sin el agregado de glifosato. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según el test de Tukey $\alpha = 0,05$. DDA: días después de la aplicación. E. E.: error estándar. Las comparaciones entre tratamientos se realizaron dentro de cada momento de evaluación (7 y 15 DDA), sin considerar comparaciones entre ambos momentos.

Tratamiento	Ingrediente activo	DDA	% Control	E. E.
1	Flumioxazin + Fluroxipir	7	93,75	0,56 a
		15	97,25	0,44 a
2	Flumioxazin + Fluroxipir + Glifosato	7	94,25	0,56 a
		15	97	0,44 a

Para el control de otras malezas difíciles como ser *Spermacoce latifolia* Aubl. y *Richardia brasiliensis* Gomes, una técnica es utilizar herbicidas PPO, como por ejemplo flumioxazin, en mezcla con glifosato, lo que mejora el control del herbicida PPO respecto a su uso solo (Ferreira *et al.*, 2006). Este efecto de mejora, si bien fue reportado por Ashigh & Hall (2010), para varias malezas e inclusive para biotipos resistentes, el control con flumioxazin + fluroxipir + glifosato no mejoró respecto a flumioxazin + fluroxipir, probablemente porque la respuesta estuvo más asociada al fluroxipir, que es un herbicida hormonal. Recientemente, Fadin *et al.*, (2018) reportaron la limitada absorción y translocación del glifosato en *S. verticillata* (sinónimo de *B. verticillata*) por lo que sustenta la posibilidad de que el control observado en este experimento sea debido principalmente al fluroxipir.

Como se mencionó, el uso intensivo de glifosato redujo la abundancia de muchas especies de malezas previamente presentes. Sin embargo, al mismo tiempo favoreció el incremento de otras especies con alto grado de tolerancia y de biotipos resistentes, que antes no estaban presentes en densidades elevadas en los lotes cultivados (Vitta *et al.*, 2004; Christoffoleti, 2008). La optimización de control es sumamente importante, no solo para evitar la competencia de las malezas con el cultivo, sino también para reducir los costos económicos y ambientales gracias a un uso más racional de los herbicidas.

Ensayo con plantas en macetas en condiciones semi controladas

Las respuestas obtenidas para los tres ingredientes activos y dos mezclas ensayadas en dosis crecientes muestran que las dosis más bajas (1/16X, 1/8X y 1/4X), presentaron controles inferiores al 60 %, el rango de dosis medias (1/2X; 1X y 2X) presentaron controles de hasta 80 % y en las dosis altas (4X, 8X y 16X) los controles fueron superiores (Figura 3).

El control producido por flumioxazin, a su dosis normal (1X) fue del 86,6 % y los incrementos en la dosis no arroja grandes cambios en el control, el cual llega en su dosis de 16X a un 96 % (Figura 3 A).

El tratamiento con fluroxipir, a su uso normal (1X) produce solo un 60 % de control el cual aumenta significativamente con el incremento de la dosis siendo de 80 % cuando la dosis fue de 4X y del 100 % de control con la dosis 16 veces la de uso (Figura 3 B). El comportamiento del herbicida fomesafen fue similar al del fluroxipir que incrementó su control del 66,6 % en la dosis de marbete al 98,8 % en la dosis de 16X (Figura 3 C).

Con la mezcla de flumioxazin + fomesafen a la dosis normal de uso, el control no superó el 70 %, mientras que el incremento de la dosis (16X) controla el 100 % de las plantas (Figura 3 D). En cambio, con la mezcla de flumioxazin con fluroxipir a partir de 1/2 dosis recomendada se obtuvo el 80 % de control (Figura 3 E).

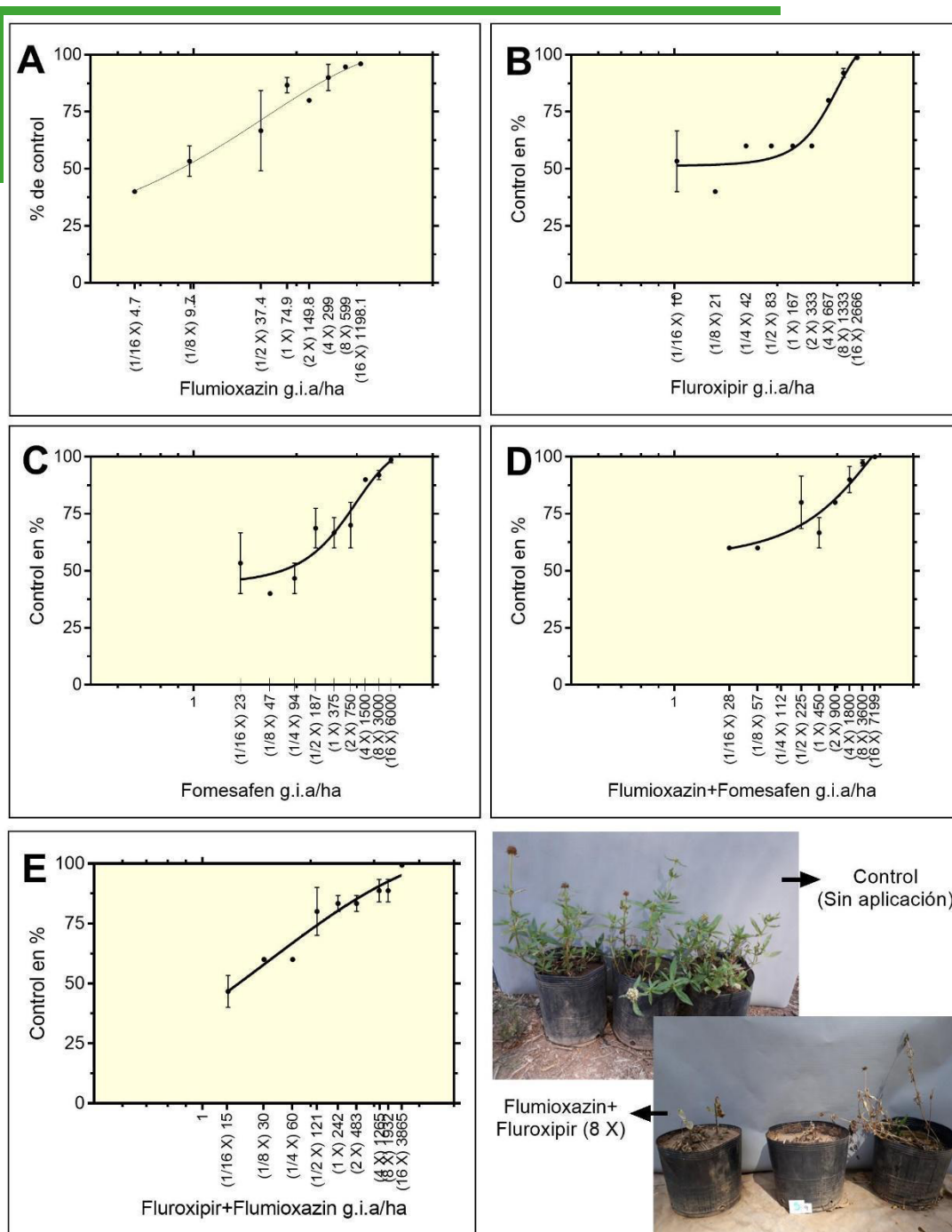


Figura 3. Curvas dosis-respuestas de diferentes tratamientos herbicidas. A) flumioxazin; B) fluroxipir; C) fomesafen; D) flumioxazin + fomesafen y E) fluroxipir + flumioxazin. En todos los casos se representa la dosis en escala logarítmica en función del control expresado en porcentaje.

El tratamiento con flumioxazin aplicado solo, presenta una DL_{50} de 1,3 g i.a. ha^{-1} , lo cual indica que para lograr un 50 % de control de las plantas de *B. spinosa* se necesita apenas 0,01 de la dosis normal de uso (75 g i.a. ha^{-1}). Mientras que DL_{90} fue de 216,7; este valor indicaría que se necesita aplicar 2,9 veces la dosis de uso para obtener un 90 % de control. En relación con la dosis recomendada, el tratamiento con fomesafen arrojó una DL_{50} 1,7 g i.a. ha^{-1} y una DL_{90} 17,2 veces superior a la dosis de uso, mientras que el fluroxipir DL_{50} es 4,7 g i.a. ha^{-1} y la DL_{90} 28,9 veces superior a la dosis recomendada. Las mezclas de ingredientes activos tuvieron un comportamiento diferente al uso del ingrediente activo solo, probablemente debido a un efecto sinérgico que se observa en la disminución de la DL_{90} respecto a la dosis de uso recomendada, la cual fue de 273,7 g i.a. ha^{-1} para flumioxazin + fomesafen y de 25,44 g i.a. ha^{-1} flumioxazin + fluroxipir, lo cual correspondería a 0,6 y 0,1 veces respecto a la dosis de marbete para las mezclas respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros de regresión estimados DL_{50} ; DL_{90} estimados para distintos ingredientes activos y mezclas a los 30 días de aplicados los tratamientos.

Trat.	Ingredientes activos	B	C	D	DL_{50}	DL_{90}	R^2
1	Flumioxazin	0,43	-73,6	105,5	1,3	216,7	0,758
2	Fomesafen	0,97	44,4	104,7	663,2	6420	0,718
3	Fluroxipir	1,22	51,1	111	795,9	4813	0,803
4	Flumioxazin + Fomesafen	1,6	58,1	1168	69,8	273,7	0,717
5	Fluroxipir + Flumioxazin	1,66	27,1	70,7	4,72	5,44	0,82

Del análisis de la relación entre la dosis y la respuesta observada en las plantas de *B. spinosa* se observa en general una reducción de la DL_{90} cuando se utilizan mezclas de dos ingredientes activos (fluroxipir o fomesafen con flumioxazin); lo cual indicaría la posibilidad de reducir la dosis de uso sin disminuir la eficacia del control. Este resultado se correlaciona con lo observado en el ensayo a campo en el cual el tratamiento de flumioxazin + fluroxipir permitió un control superior al 97 % a los 15 días, asimismo, coincidentes con estudios reportados por Luna & Druetta (2018), presentaron controles superiores al 70 % a los 21 DDA.

El control químico de *B. spinosa* fue eficaz con la mezcla de flumioxazin y fluroxipir, mientras que la adición de glifosato no mejoró el nivel de control.

CONCLUSIONES

En el control químico de *B. spinosa*, se destacó la eficiencia de control de la mezcla con los ingredientes activos flumioxazin (herbicida inhibidor de PPO) más fluroxipir (herbicida hormonal), y en la cual la adición de glifosato no evidenció mejoras del nivel de control. Las curvas de dosis respuestas indicaron que, los tratamientos con mezclas permitirían utilizar dosis inferiores a la suma de las recomendadas en el marbete para cada ingrediente activo aplicado en forma individual, sin disminuir el porcentaje de control. Estos resultados permiten optimizar estrategias de manejo químico de *B. spinosa*, reduciendo dosis totales aplicadas y promoviendo un uso más racional y eficiente de herbicidas.

Equipo de investigación



BIBLIOGRAFÍA

- ASHIGH J & HALL JC (2010) Bases for Interactions between saflufenacil and glyphosate in plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 7335-7343.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, ALAM (1974) Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. *ALAM*, **1 (1)**, 35-38.
- BIEDIGER DL, BAUMANN PA, WEAVER DN, CHANDLER JM & MERKLER MG (1992) Interaction between primisulfuron and selected soil applied insecticides in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, **6**, 807-812.
- BLACKSHAW EB & HARKER N (1997) Scentless chamomile (*Matricaria perforata*) growth, development, and seed production. *Weed Science*, **45**, 701-705.
- BRUNTON DJ, BOUTSALIS P, GILL G & PRESTON C (2018) Resistance to multiple pre herbicides in a field-evolved rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) population. *Weed Science*. doi:10.1017/wsc.2018.31.
- CABANNE F, GAUDRY JC & STREIBIG JC (1999) Influence of alkyl oleates on efficacy of phenmedipham applied as an acetone: water solution on *Galium aparine*. *Weed Research*, **39 (1)**, 57-67.
- CÁMARA DE SANIDAD AGROPECUARIA Y FERTILIZANTES (2017). Guía de productos fitosanitarios. Buenos Aires, Argentina: CASAFE.
- CHRISTOFFOLETI PJ (2008) Glyphosate sustainability in South American cropping systems. *Pest Management Science*, **64**, 422-427.
- DEVLIN DL, LONG JH & MADDUX LD (1991) Using reduced rates of post-emergence-herbicides in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology*, **5**, 834-840.
- DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M & ROBLEDO C W (2016). InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FADIN DA, TORNISIELO VL, BARROSO AAM, RAMOS S, DOS REIS FC, MONQUERO PA (2018) Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control. *Weed Research*, **58 (5)**, 389-396.
- FERNÁNDEZ L, LEGUIZAMÓN ES, ACCIARESI HA, TROIANI HO & VILLAMIL CB (2014) *Malezas e invasoras de la Argentina*. Tomo I: Eco-

- logia y manejo*. Bahía Blanca: Editorial Ediuns. 435p.
- FERREIRA EA, SANTOS JB, SILVA AA, OLIVEIRA JA & VARGAS L (2006) Glyphosate translocation in Italian ryegrass biotypes (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*, **24 (2)**, 365-370.
- JIA PENG F, ZONGZHE H, TINGTING L, JUN L & LIYAO D (2020) A novel mutation Asp-2078-Glu in ACCase confers resistance to ACCase herbicides in barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **168**, 104634, <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104634>
- KLINGAMAN TE, KING CA & OLIVER RL (1991) Effect of application rate, weed species and weed stage of growth on imazethapyr activity. *Weed Science*. **40**: 227-232.
- KNEZEVIC SZ, SIKKEMA PH, TARDIF F, HAMIL AS, CHANDLER K, SWANTON CJ (1998) Biologically effective dose and selectivity of RPA 201772 for pre-emergence weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, **12**, 670-676.
- LORENZI, H (2008). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4ª edición. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 640 p
- LUNA IM & DRUETTA M (2018) Eficacia en el control *Borreria spinosa* (L) de herbicidas desecantes y su interacción con el momento de aplicación y la mezcla con fluroxypir. Actas del II Congreso Argentino de Malezas (ASACIM). Rosario, Santa Fe, Argentina, 73-77.
- MARTINS BAB & CHRISTOFFOLETI PJ (2014) Herbicide efficacy on *Borreria densiflora* control in pre and postemergence conditions. *Planta Daninha*, **32 (4)**, 817-825.
- MAXWELL, C *et al.* (2017) Confirmation and control of HPPD-inhibiting herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in Nebraska. *Weed Technology*, **31**, 67-79.
- MONQUERO PA & CHRISTOFFOLETI PJ (2005). Effect of glyphosate on weed species composition in sugarcane. *Planta Daninha*, **23(2)**, 319-326.
- MOTULSKY HJ & RANSNAS LA (1987) Curvas de ajuste a los datos mediante regresión no lineal: un examen práctico y no matemático. *The FASEB Journal*, **1(5)**, 365-374.
- ORIOLI G, ARREGUI C & LEGUIZAMÓN E S (2014) La selectividad de los herbicidas. En: OA Fernández, ES Lequizamón, HA Acciaresi (eds.), *Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo*. EdiUNS, Bahía Blanca, Argentina. pp. 407-422.
- PADÍN SB & PASSALACQUA SA (2018) Protección vegetal. Una mirada hacia el cuidado del ambiente y la salud humana. Facultad de Ciencias agrarias y 76 forestales. Universidad Nacional de La Plata. Editorial de la Universidad de La Plata.
- R CORE TEAM (2010). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
- SEEFELDT SS, JENSEN JE & FUERST PE (1995) Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, **9**, 218-227.
- STECKEL GJ, WAX LM, SIMMONS FW & PHILLIPS WH (1997) Glufosinate efficacy on annual weeds influenced by rate and growth stage. *Weed Technology*, **11**, 484-488.
- STREIBIG JC & KUDSK P (1993) Herbicide bioassays. Boca Raton: CRC Press. 294.
- STREIBIG JC, RUDEMO M & JENSEN J (1993) Dose-response curves and statistical models. En: JCSreibig. & P Kudsk (Eds.) *Herbicide Bioassays*. CRC Press, Boca Raton, F L. 30-55.
- VANLIESHOUT LA & LOUX MM (2000) Interactions of glyphosate with residual herbicides in no till soybean (*Glycine max*) production I. *Weed Technology*, **14 (3)**, 480-487.
- VIDAL RA, & MEROTTO JRA (2001). Herbicide efficiency and weed emergence dynamics. *Ciencia Rural*, Santa Maria, Brasil. **31(3)**, 497-502.
- VITTA J, TUESCA D & PURICELLI E (2004) Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environments*, **103**, 621-624.
- ZOSCHKE A (1994) Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. *Weed Technology*, **8**, 376-386.