

## Herbicidas residuales para *Vicia villosa* Roth: una síntesis de las experiencias en la Argentina

Madias, A.<sup>1,2\*</sup>; Niccía, E.<sup>1</sup>; Tibaldi, J.C.<sup>1</sup>; Ruiz, A.<sup>3</sup>; Sciarresi, C.S.<sup>4</sup>; Marzetti, M.<sup>4</sup>; Bedmar, F.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. <sup>2</sup>Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Rosario. <sup>3</sup>Iowa State University. <sup>4</sup>Asesor privado. <sup>5</sup>Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata. \*madias@aaapred.org.ar

Citar como: Madias et al. (2022) Herbicidas residuales para *Vicia villosa* Roth: una síntesis de las experiencias en la Argentina. *Malezas* 7, 52-60



### RESUMEN

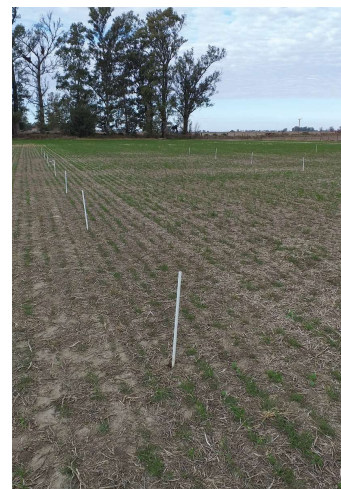
Los cultivos de servicio (CS) son una herramienta en el manejo integrado de malezas. *Vicia villosa* Roth es la fabácea más usada como CS por los productores en la Argentina. Sin embargo, la información sobre herbicidas para este cultivo es reducida. El objetivo del presente trabajo fue analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina. Para ello, se recopiló información de 13 experimentos, publicados y no publicados, conducidos en diferentes ambientes de la región chaco-pampeana, para analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa*. Para la evaluación de fitotoxicidad se utilizó la escala visual propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas. Los herbicidas residuales aplicados en pre emergencia del cultivo de *V. villosa* que generaron niveles aceptables de fitotoxicidad fueron: imazetapyr, metolacolor, pendimetalin, piroxasulfone, amicarbazone, atrazina, prometrina, terbutilazina, flumioxazin,

saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican y fluorecloridona. Es importante que estos herbicidas selectivos sean registrados para su uso en *V. villosa* de modo que, cumplidos los requisitos legales, puedan ser utilizados por los productores.

**Palabras clave:** fitotoxicidad, cultivos de servicios, pre emergentes, selectividad, modo de acción.

### SUMMARY

Service crops (SC) are a tool for integrated weed management. Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) is the most common legume used as SC by Argentinean farmers. However, information on herbicides for this crop is limited. The objective of this work was to analyze the phytotoxicity generated by pre-emergent herbicides on hairy vetch throughout a wide range of environments in the Argentinian chaco-pampean region. To achieve this goal, information was collected from 13 published and unpublished experiments conducted under different environments from the chaco-pampean region, to analyze the phytotoxicity gener-



Autores del trabajo

ated by pre-emergent herbicides on hairy vetch. The visual scale proposed by the European Weed Research Society was used for the evaluation of phytotoxicity. Residual herbicides that generated acceptable levels of phytotoxicity applied in hairy vetch pre-emergence were: imazethapyr, metolachlor, pendimethalin, pyroxasulfone, amicarbazone, atrazine, prometryn, terbutylazine, flumioxazin, saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican, and flurochloridone. It is important that these selective herbicides are registered for use on hairy vetch so can be used by farmers, after fulfilling argentinean legal requirements.

**Key words:** phytotoxicity, service crops, pre-emergent, selectivity, mode of action

## INTRODUCCIÓN

Las malezas generan pérdidas productivas y económicas en diversos cultivos en todo el mundo (Swanton *et al.*, 1993; Soltani *et al.*, 2017; Gharde *et al.*, 2018). Esta problemática se incrementa cada año debido a la constante aparición de biotipos de malezas resistentes a herbicidas pertenecientes a diferentes modos de acción, tanto en la Argentina como a nivel mundial (Heap, 2021; REM, 2021).

Los cultivos de servicios (CS) son una alternativa viable para una agricultura sustentable, a través de sus aportes al manejo de malezas, entre otros (Teasdale, 1996). Los CS son aquellos incluidos en las rotaciones para proveer diferentes funciones o servicios ecosistémicos, diferentes a su uso directo como grano, forraje o bioenergía (Piñeiro *et al.*, 2014). La adopción de CS por los productores aumentó de forma constante a lo largo de los últimos 10 años en la Argentina, siendo utilizados actualmente por el 19% de los productores (Brihet *et al.*, 2021). Aunque los CS se siembran buscando diferentes objetivos, como por ejemplo incrementar la materia orgánica del suelo, reducir la compactación, fijar nitrógeno desde la atmósfera, entre otros, el control de malezas es el objetivo buscado por la mayor parte de los productores (Madias, 2020).

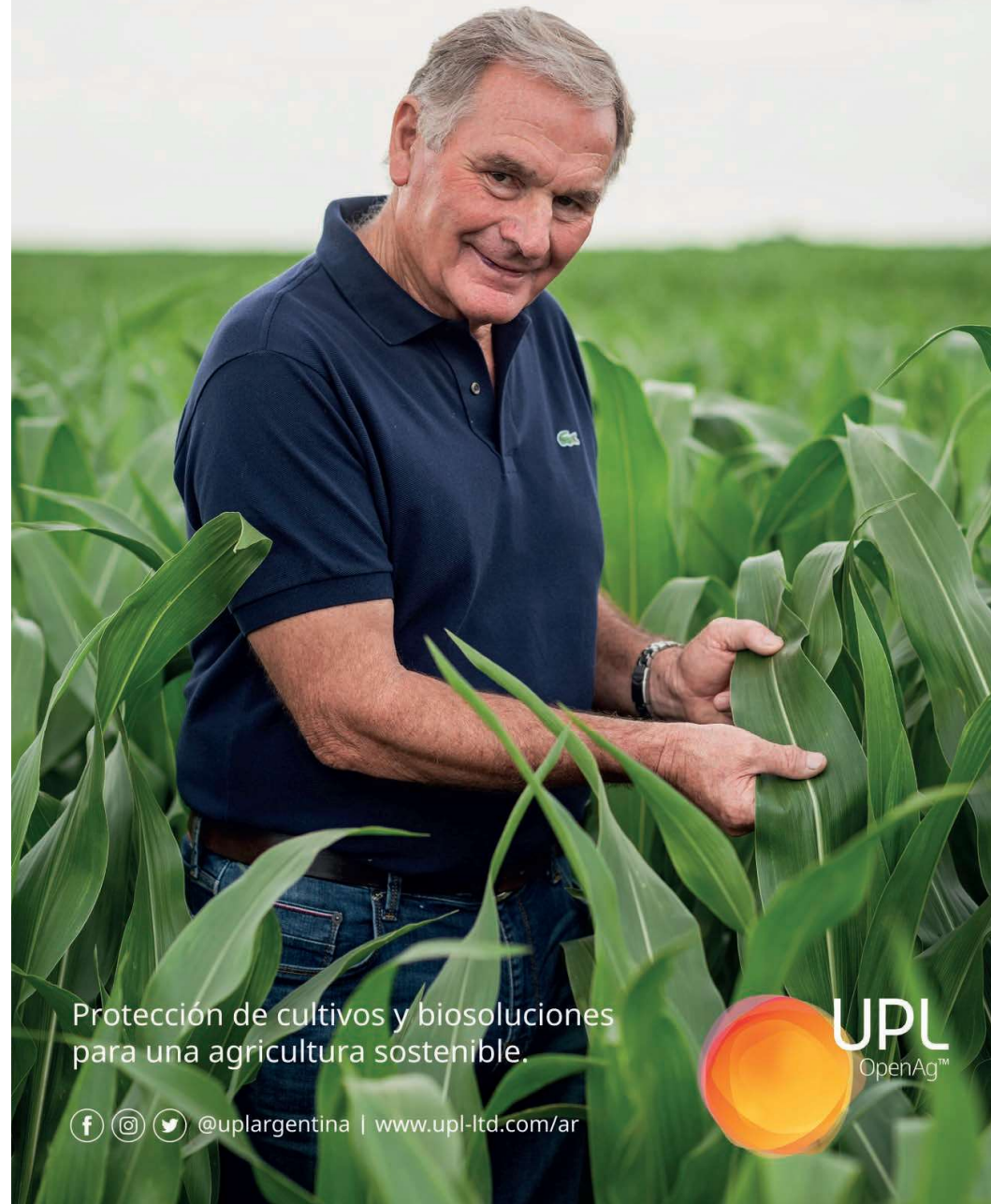
Los CS son una herramienta en el manejo integrado de malezas que tiene el potencial de retardar y agrupar la emergencia de malezas, y reducir su crecimiento y abundancia (Proctor, 2021). A su vez, Teasdale *et al.* (2005) han demostrado que puede haber sinergismo entre los residuos de un CS y el uso de herbicidas sobre la reducción de la emergencia y del crecimiento inicial de malezas. Sin embargo, en algunas situaciones, la supresión de malezas realizada por los CS puede ser inconsistente, requiriendo la integración con otras estrategias dentro de un programa de manejo integrado (Williams *et al.*, 1998). *Vicia villosa* Roth es la fabácea más ampliamente usada como CS por los productores en la Argentina (Bertolotto & Marzetti, 2017; Madias, 2020). A pesar de ello, existe sólo un herbicida registrado (terbutilazina) para el uso en pre emergencia (Anónimo, 2021). Por otra parte, la información generada en la Argentina sobre herbicidas para *V. villosa*, es reducida y mucha de esta no ha sido publicada, ni tampoco analizada en conjunto para evaluar la selectividad de los herbicidas a lo largo de diferentes ambientes.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la fitotoxicidad generada por herbicidas aplicados como pre emergentes sobre el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La fecha de siembra de *V. villosa* varió entre el 2 de abril y el 9 de julio, y las aplicaciones de los principios activos (PA) evaluados se realizaron tanto en presiembra (entre 18 y 2 días antes de la siembra) como en pre emergencia (entre 1 y 5 días luego de la siembra) (Cuadro 1). Los PA evaluados fueron agrupados según su modo de acción en: (i) inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS), (ii) inhibidores de la división celular (DC), (iii) inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II (FSII), (iv) inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO) y (v) inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (SC) (Cuadro 2). El diseño experimental varió

Nuestro compromiso es hacer una red agrícola sostenible, mirándonos a los ojos y mirando el futuro.  
Nuestro propósito es OpenAg.



Protección de cultivos y biosoluciones  
para una agricultura sostenible.



   @upl argentina | www.upl-ltd.com/ar

entre sitios, siendo en bloques completos aleatorizados o en franjas con testigo apareado (Cuadro 1). Los suelos donde fueron realizados los experimentos tuvieron en el estrato 0 a 20 cm contenidos de arena entre 2 y 78 %, materia orgánica entre 1,6 y 3,3 %, y pH entre 5,9 y 7,5 (Cuadro 1).

La evaluación de fitotoxicidad se realizó entre los 22 y 63 días después de la aplicación. En el sitio PIQ\_20 (Figura 1) hubo más de una fecha de evaluación; en este caso solo se consideró la fecha de evaluación que mayor fitotoxicidad promedio registró para todos los herbicidas evaluados (63 días después de la aplicación; Cuadro 2) (Oliva, 2020). Para la evaluación de fitotoxicidad se utilizó, en la mayoría de los sitios, la escala visual propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS, según sus siglas en inglés) (Frans *et al.*, 1986). La escala EWRS tiene valores de 1 a 9, donde 1 indica sin efecto

y 9 indica muerte completa; a su vez propone como límite de aceptabilidad un valor máximo de 4 (Cuadro 3). Para asignar el valor de fitotoxicidad a cada parcela en todos los sitios se contó con testigos sin aplicación de herbicidas que se utilizaron como referencia visual (Cuadro 1). En los sitios LAB\_19 y TAL\_19 (Figura 1) se utilizó una escala diferente con siete categorías: SF (sin fitotoxicidad), 0 (daño menor a 5 %), 1 (daño entre 5 y 10 %), 2 (daño entre 10 y 20%), 3 (daño entre 20 y 30 %), 4 (daño entre 30 y 45 %), y 5 (daño mayor a 50%). Luego se realizó un pasaje a la escala ERWS, sobre la base de la descripción porcentual de fitotoxicidad, para SF, 0, 1, 2, 3, 4 (equivalencias en la escala EWRS= 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, respectivamente). Para asignar el valor de la escala, en la mayoría de los sitios se comparó visualmente la totalidad de la parcela con el testigo sin aplicación, y luego se asignó un valor

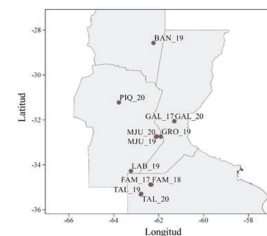
**Cuadro 1.** Características edáficas (0-20 cm) y meteorológicas, fechas de siembra y de aplicación, momento de evaluación y diseño experimental, de los sitios donde se realizaron los 13 experimentos incluidos en el análisis.

Año	Localidad	Código	Clase textural	Arena	MO	pH	FDS	FDA	MDE	LL <sub>0-10</sub>	TM <sub>0-10</sub>	Diseño	Tamaño parcela	Fuente
				%	%	d m	d m	dda	mm	°C	m			
2017	Ameghino	FAM_17	FA	59	2,3	6,3	9/5	10/5	60	69	12,0	FTA	2,5x7	Lobos <i>et al.</i> (2017)
		GÁL_17	FL	2	2,3	5,9	1/5	2/5	38	83	14,1	BCA <sub>2</sub> *	2,5x10	Marzetti, M. (NP)
	Marcos Juárez	MJU_17	FL	6	3,3	6,4	9/5	6/5	60	48	13,7	BCA <sub>2</sub> **	2,5x10	Bellocini <i>et al.</i> (NP)
2018	Ameghino	FAM_18	AF	78	1,6	6,1	16/4	18/4	48	126	15,3	BCA <sub>2</sub> *	2x10	Telechea & Luzzi (2018)
2019	Bandera	BAN_19	FL	14	2,5	7,5	5/7	10/7	35	38	13,0	BCA <sub>2</sub> *	2,5x8	Dorsch <i>et al.</i> (2020)
	General Roca	GRO_19	FL	5	2,5	6,4	9/7	20/7	22	47	11,4	BCA <sub>2</sub> **	5x10	Dorsch <i>et al.</i> (2020)
	Laboulaye	LAB_19	FA	50	2,2	6,3	23/4	24/4	45	59	13,4	FTA	2x3,5	Andreoni <i>et al.</i> (NP)
	Marcos Juárez	MJU_19	FL	6	3,3	6,4	7/5	8/5	30	30	14,4	BCA <sub>2</sub> **	2,5x10	Bellocini <i>et al.</i> (2020)
	Tres Algarrobos	TAL_19	FA	64	2,3	6,2	9/6	22/5	30	44	11,6	FTA	2,5x8	Liggera, M. (NP)
2020	Gálvez	GAL_20	FL	2	2,3	5,9	22/4	24/4	45	120	15,8	BCA <sub>2</sub> *	2,5x10	Marzetti, M. (NP)
	Marcos Juárez	MJU_20	FL	6	2	6	2/4	4/4	53	67	17,4	BCA <sub>2</sub> **	5x10	Dorsch, A. (NP)
	Piquillín	PIQ_20	FL	13	2,5	6,8	2/5	30/4	63	12	10,3	FTA	2,5x25	Oliva, J. (2020)
	Tres Algarrobos	TAL_20	F	49	2,1	6,1	20/5	17/5	30	26	12,1	FTA	2,5x8	Liggera, M. (NP)

Clase textural: F: franco; FL: franco limoso; FA: franco arenoso; AF: arenoso franco.  
 MO: materia orgánica; FDS: fecha de siembra; FDA: fecha de aplicación; MDE: momento de evaluación; dda: días después de la aplicación; LL<sub>0-10</sub>: precipitaciones entre aplicación y evaluación; TM<sub>0-10</sub>: temperatura media entre aplicación y evaluación.  
 Diseño experimental BCA<sub>2</sub>: bloques completos al azar con 2 repeticiones; BCA<sub>3</sub>: bloques completos al azar con 3 repeticiones; BCA<sub>4</sub>: bloques completos al azar con 4 repeticiones; FTA: franjas únicas con testigo apareado (los testigos sin aplicación tuvieron en todos los sitios un ancho entre 1 y 2 m, e igual largo que las parcelas aplicadas); \*con un testigo sin aplicación dentro de cada bloque; \*\* con testigo apareado a cada tratamiento dentro de cada bloque.  
 Tamaño parcelas: ancho x largo de las parcelas experimentales en cada sitio. N P: no publicado.

**Cuadro 2.** Dosis utilizadas de cada principio activo (PA) en cada sitio y caudal de aplicación. Los principios activos fueron agrupados según su modo de acción en inhibidores de la enzima

Modo de acción	Principio activo	Sitios (n)	Dosis utilizada (g de PA ha <sup>-1</sup> )												
			BAN_19	FAM_17	FAM_18	GAL_17	GAL_20	GRO_19	LAB_19	MJU_17	MJU_19	MJU_20	PIQ_20	TAL_19	TAL_20
ALS	Clorimuron	5	-	-	-	4,8	-	13	-	-	-	13	-	27	27
	Flumetsulam	12	36	36	-	24/72	60	60	80	72	60	60	36	60	60
	Imazetapir	10	106	106	-	53/106	106	106	64	53	100	106	79	-	-
	Metsulfuron	6	-	-	3	-	-	-	3	-	6	-	2,4	4,2	4,2
DC	Metolachloro	6	-	960	960	960/1920	-	-	1152	-	960	-	960	-	-
	Pendimetalin	7	-	1365	1365	-	-	-	1365	1137	-	990	1365	1365	
	Piroxasulfone	7	-	-	102	-	-	85	136	-	102	85	-	153	153
FSII	Amicarbazone	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	280	280
	Atazina	4	-	-	-	-	-	1000	-	-	-	1000	-	900	900
	Metribuzin	6	240	-	-	120/240	384	216	240	-	480	216	-	-	-
	Prometrina	7	500	-	500	-	-	500	-	1000	-	500	-	1000	1000
	Terbutilazina	4	-	-	-	-	750	-	-	-	-	500	-	750	750
PPO	Flumioxazin	7	-	-	58	48/96	72	58	-	72	72	58	-	-	-
	Saflufenil	9	49	49	49	-	-	49	25	49	-	49	53	49/98	72
	Sulfentrazone	8	-	150	150	-	-	200	-	200	200	200	-	74	49
SC	Diffenican	9	100	100	-	-	150	125	100	150	150	150	-	-	100
	Flurocloridona	5	-	-	-	-	-	250	625	-	-	250	125	-	100
Caudal de aplicación (l ha <sup>-1</sup> )			160	100	100	70	70	105	110	115	115	105	130	20	20



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los 13 experimentos incluidos en el análisis: BAN\_19, PIQ\_20, GAL\_17, GAL\_20, MJU\_20, GRO\_19, MJU\_19, LAB\_19, FAM\_17, FAM\_18, TAL\_19 y TAL\_20.

por parcela. La excepción fueron PIQ\_20 y BAN\_19 (Figura 1) donde se definieron tres y cuatro estaciones de puntuación por parcela, respectivamente; los valores obtenidos se promediaron para obtener el valor medio de fitotoxicidad de la parcela (Oliva, 2020; Zaizer, comunicación personal).

**Análisis de los datos**

La fitotoxicidad generada por cada PA se analizó mediante gráficos de cajas, para facilitar la observación de los valores promedio y la variabilidad de los datos. En los casos que un PA mostró valores de fitotoxicidad por encima del límite de aceptabilidad

**Cuadro 3.** Escala utilizada para evaluar la fitotoxicidad de herbicidas sobre el cultivo de *Vicia villosa* Roth, propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS).

Valor	Efecto en el cultivo	Fitotoxicidad en el cultivo (%)
1	Sin efecto	0 a 1
2	Síntomas muy ligeros	1 a 3,5
3	Síntomas ligeros	3,5 a 7,0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7 a 12,5
-----Límite de aceptabilidad-----		
5	Daño medio	12,5 a 20
6	Daño elevado	20 a 30
7	Daño muy elevado	30 a 50
8	Daño severo	50 a 99
9	Muerte completa	99 a 100

(Cuadro 3) en al menos uno de los sitios, se analizó el grado de asociación, mediante el coeficiente de correlación de Pearson, entre el nivel de fitotoxicidad observado y diferentes variables de suelo, meteorológicas y de manejo (Cuadros 1 y 2).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información generada por diferentes grupos de trabajo en la Argentina se sintetizó identificando principios activos (PA) pertenecientes a diferentes modos de acción, que se comportaron como selectivos para el cultivo de *V. villosa* a lo largo de un amplio rango de ambientes de la región chaco-pampeana argentina.

Entre los herbicidas pertenecientes al grupo de los inhibidores de la acetolactato sintetasa, imazetapyr fue el PA que generó menor fitotoxicidad promedio a lo largo de diferentes ambientes (2,3) (Figura 2), siendo la misma inferior al límite de aceptabilidad en el 82% de los casos. Estos resultados son coincidentes con lo observado por otros autores, quienes tampoco han en-

contrado efectos adversos relevantes por el uso de imazetapyr en pre emergencia de *V. villosa* (Renzi & Cantamutto, 2013; Palhano *et al.*, 2018). Flumetsulam tuvo un promedio de fitotoxicidad de 4,1 (rango 1 a 9) y clorimuron de 3,8 (rango 1 a 8) (Figura 2). El nivel de fitotoxicidad de clorimuron se asoció positivamente con el porcentaje de arena del suelo de a 0-20 cm ( $r: 0,95$ ;  $p < 0,05$ ) y con la dosis utilizada ( $r: 0,94$ ;  $p < 0,05$ ). La fitotoxicidad de flumetsulam no se asoció a ninguna de las variables relevadas (Cuadro 1). Cornelius & Bradley (2017) encontraron que flumetsulam aplicado como herbicida residual en el cultivo de soja, generaba efectos fitotóxicos sobre la *V. villosa* que sigue en la rotación (reducción del 39% de la biomasa).

Metsulfuron fue el PA que mostró mayor fitotoxicidad, con un promedio de 5,4 (rango 2,3 a 9), generando fitotoxicidad (> 4) en el 75% de los sitios donde se evaluó. No generó fitotoxicidad solo en dos sitios: (i) en PIQ\_20, posiblemente debido a la baja dosis utilizada (2,4 gr i.a. ha<sup>-1</sup>; Cuadro 2) y/o a una limitada incorporación al suelo

por la ocurrencia de escasas precipitaciones entre la aplicación y la evaluación (12 mm; Cuadro 1); y (ii) en FAM\_18, donde los 126 mm de lluvias entre aplicación y evaluación (Cuadro 1), pueden haber generado una lixiviación del herbicida en el suelo. James *et al.* (2004) demostraron que metsulfuron, con más de 100 mm de lluvias después de la aplicación, puede lixiviar a más de 16 cm de profundidad.

Los PA pertenecientes al grupo de los inhibidores de la división celular se destacaron por los bajos niveles de fitotoxicidad generados. Pendimetalin y piroxasulfone tuvieron un promedio de 1,1 con poca variación entre sitios (rango de 1 a 2 para ambos) (Figura 2). Sharp & Kells (2000) encontraron que pendimetalin causó reducciones leves (menores a 10%) en la producción de biomasa de trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.). Por su parte, Palhano *et al.* (2018) no encontraron problemas de fitotoxicidad en *V. villosa* con piroxasulfone, en concordancia con los resultados del presente trabajo. Metolacloro presentó un promedio de fitotoxicidad de 2 con un rango de 1 a 5, solo sobrepasando el límite de aceptabilidad en MJU\_19. Según otros autores, metolacloro no ha generado problemas de fitotoxicidad importantes en *V. villosa* (Palhano *et al.*, 2018), ni en otra fabácea como trébol encarnado (Sharp & Kells, 2000).

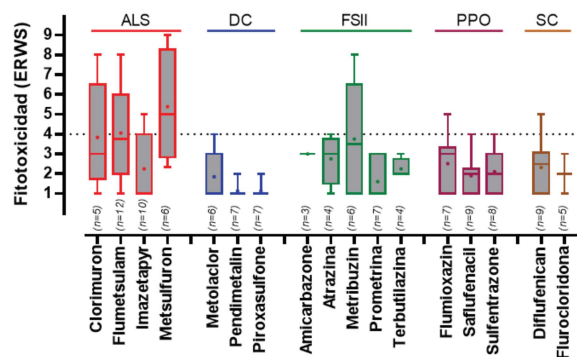
Entre los inhibidores del fotosistema II, metribuzin fue el PA que mayor fitotoxicidad generó, con un promedio de 3,8 (Figura 2), sobrepasando el límite de aceptabilidad en el 50% de los casos (LAB\_19, BAN\_19, MJU\_19 y MJU\_20). Se encontró asociación positiva entre el porcentaje de arena del suelo a 0-20 cm y la fitotoxicidad ( $r: 0,75$ ;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, Palhano *et al.* (2018) no reportaron problemas de fitotoxicidad por aplicación de metribuzin en *V. villosa*. Los demás PA evaluados, pertenecientes a este grupo, mostraron un buen desempeño, no superando en ningún caso el límite aceptable de fitotoxicidad. La fitotoxicidad promedio generada fue de 1,3 para prometrina (rango 1 a 3), 2,3 para terbutilazina (rango 2 a 3), 2,8 para

atrazina (rango 1 a 4) y 3 para amicarbazone (3 en todos los casos). Si bien atrazina no sobrepasó el límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios donde fue evaluada, otros autores han reportado problemas de fitotoxicidad de este PA sobre *V. villosa*, con reducciones del 25% de la biomasa producida (Palhano *et al.*, 2018).

Dentro de los herbicidas del grupo de los inhibidores de protoporfirinógeno oxidasa incluidos en el trabajo se destacaron saflufenacil y sulfentrazone, con valores promedio de fitotoxicidad de 1,9 y 2,1, respectivamente (Figura 2), los cuales no sobrepasaron el límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios (rango 1 a 4). No se han encontrado reportes de otros autores respecto a la fitotoxicidad que generan sobre *V. villosa*. Por su parte, flumioxazin también mostró nivel promedio de fitotoxicidad aceptable (2,5), solamente superó el límite de aceptabilidad en GAL\_17. En este sitio se utilizó una dosis de 93 g i.a. ha<sup>-1</sup>, mientras que en el resto de los casos fue evaluado con dosis de 48 y 72 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2). Debido a esto sería de interés realizar estudios específicos sobre dosis de uso de este PA.

Entre los PA del grupo de los inhibidores de la biosíntesis de carotenoides, flurocloridona, con un promedio de 2, no generó fitotoxicidad por encima del límite de aceptabilidad en ninguno de los sitios donde se evaluó. Diflufenican mostró una fitotoxicidad promedio de 2,3, sobrepasando el límite de aceptabilidad solo en uno de los diez sitios donde se evaluó (LAB\_19). Se encontró una asociación positiva entre el porcentaje de arena del suelo y la fitotoxicidad ( $r: 0,69$ ;  $p < 0,05$ ).

En futuros trabajos, sería recomendable evaluar, además de la fitotoxicidad, otras variables de importancia sobre los CS, como la producción de biomasa, la altura o el porcentaje de cobertura de suelo lograda. Esto permitiría determinar los efectos específicos de cada herbicida, tal cual lo realizado por algunos autores (Oliva, 2020). Asimismo, es de especial interés realizar evaluaciones del nivel de control logrado por cada herbicida sobre las malezas pre-



**Figura 2.** Fitotoxicidad sobre el cultivo de *Vicia villosa* Roth de diferentes principios activos (PA) aplicados en presiembra o pre emergencia, según la escala por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS). La línea punteada indica el límite de aceptabilidad (4) por encima del cual no se recomienda el uso de un determinado PA. Las cajas contienen el 50% de los datos, el punto indica la media, la línea la mediana y los bigotes los valores máximos y mínimos encontrados. ALS: inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa; DC: inhibidores de la división celular; FSII: inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II; PPO: inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa; SC: inhibidores de la biosíntesis de carotenoides.

sentes en el experimento (Bellucini *et al.*, 2020), ya que esta información es de gran relevancia en la toma de decisión por parte de asesores y productores. Finalmente, sería importante desarrollar estudios locales sobre el uso de herbicidas en postemergencia de *V. villosa* y otras especies utilizadas como CS.

En la actualidad, los asesores y productores tienen la necesidad de contar con herbicidas pre emergentes selectivos para *V. villosa* a fin de utilizarlos en situaciones donde las malezas puedan generar competencia en la etapa inicial de establecimiento del cultivo. Hasta el momento, existe un solo PA registrado en la Argentina para su uso en pre emergencia de esta especie (terbutilazina) (Anónimo, 2021). Por tanto, es importante que se inicien los registros correspondientes de estos u otros herbicidas selectivos para el cultivo de *V. villosa* de manera de ampliar las opciones dispo-

nibles para los productores. Por otro lado, no solo es importante contar con diferentes herbicidas registrados para manejar distintas comunidades de malezas, sino también implementar una correcta rotación de los mismos para retrasar evolución de la resistencia a herbicidas en las malezas.

## CONCLUSIONES

A través del análisis de la información generada en experimentos realizados a lo largo de diferentes ambientes de la Argentina se pudieron identificar herbicidas que generaron niveles aceptables de fitotoxicidad aplicados como residuales en el cultivo de *V. villosa*. Entre estos herbicidas se encuentran: imazetapyr, metolacloro, pendimetalin, piroxasulfone, amicarbazone, atrazina, prometrina, terbutilazina, flumioxazin, saflufenacil, sulfentrazone, diflufenican y flurocloridona. Estos herbicidas poseen diferentes modos de acción lo

que permitiría generar un abanico amplio de opciones para la planificación de la rotación de modos de acción dentro de una secuencia de cultivos, si fuese propuesto y aprobado su registro.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los productores y técnicos que realizaron los experimentos a campo y brindaron su información. «

## Bibliografía

- ANÓNIMO (2021) Terbyne® etiqueta de producto. Disponible en: <https://sipcam.com.ar/uploads/products/documents/MARBETE%20TERBYNE%202021-BAN-DA%20AZUL.pdf>. [Último acceso: 10 de julio de 2021].
- BELLUCINI P, BAIGORRIA T, CAZORLA C, PAPA JC (2020) Top 10 de tratamientos residuales para el control de malezas en *Vicia villosa*. Revista Red de Innovadores Aapresid, 183, 78-80.
- BERTOLOTTO M & MARZETTI M (2017) Cultivos de cobertura: Bases para su manejo en sistemas de producción. REM-AAPRESID. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2017/09/AAP-Original-Cultivos-de-cobertura.pdf> [Último acceso: 10 de julio de 2021].
- BRIHET J, GAYO S & REGEIRO D (2021) Cultivos de cobertura. Informe mensual N° 42. Bolsa de Cereales. Disponible en: <https://www.bolsadecereales.com/tecnologia-informes>. [Último acceso: 9 de julio de 2021].
- CORNELIUS CD & BRADLEY KW (2017) Carryover of common corn and soybean herbicides to various cover crop species. Weed Technology, 31, 21-31.
- DORSCH A, ZAISER E, ZORZIN JL, MIOTTI H, RUIZ A & SOARRESI C (2020) Fitotoxicidad de herbicidas pre emergentes sobre cultivos de servicios. Revista técnica de cultivos de invierno AAPRESID.
- FRANS R, TALBERT R, MARX D & CROWLEY H (1986) Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER ND (Ed.), Research Methods in Weed Science, 3rd edition, 29-46. Champaign, Illinois, USA: Southern Weed Science Society.
- GHARDE Y, SINGH PK, DUBEY RP & GUPTA PK (2018) Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. Crop Protection 107, 12-18.
- HEAP I (2021) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponible en: [www.weedsdatabase.org](http://www.weedsdatabase.org) [último acceso: 10 de julio de 2021].
- JAMES TK, RAHMAN A, MELLISOP JM & TROLOVE M (2004) Effect of rainfall on the movement and persistence of Metsulfuron-methyl and clopyralid applied to pasture. New Zealand Plant Protection 57, 271-276.
- LOBOS M, MIRANDA W, RAMPO M *et al.* (2018) Cultivos de cobertura invernales y herbicidas pre emergentes: incidencia en la densidad de una población natural de malezas. Memoria Técnica 2017-2018. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- MADIAS A (2020) Cultivos de servicios: Actualidad, utilización y perspectivas. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/relevamiento-2020-de-culti->
- vos-de-servicios-actualidad-y-perspectivas/ [último acceso: 7 de julio de 2021].
- OLIVA J (2020) Herbicidas pre emergentes en el cultivo de *Vicia villosa* Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del Área Central de la Provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- PALHANO MG, NORWORTHY JK & BARBER T (2018). Sensitivity and likelihood of residual herbicide carryover to cover crops. Weed Technology 32, 236-243.
- PIÑEIRO G, PINTO P, APANA S *et al.* (2014) Cultivos de servicio: integrando la ecología con la producción agrícola. XXVI Reunión Argentina de Ecología. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Chubut, Argentina, 2 de mayo de 2014.
- PROCTOR C (2021) Using cover crops as an IPM tool for managing hard-to-control weeds. Crops & Soils 54, 36-41.
- RED DE MANEJO DE PLAGAS-REM (2021) Mapa de malezas. Aapresid. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/> [último acceso: 10 de julio de 2021].
- RENI J & CANTAMUTTO M (2013) Vicias: Bases agronómicas para el manejo en la Región Pampeana I. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- SOLTANI N, DILLE J, BURKE I *et al.* (2016) Potential corn yield losses from weeds in North America. Weed Technology 30, 979-984.
- SWANTON C, HARKER K & ANDERSON R (1993) Crop losses due to weeds in Canada. Weed Technology 7, 537-542.
- TEASDALE J (1996) Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of production agriculture 9, 475-479.
- TEASDALE JR., PILLAI P & COLLINS RT (2005) Synergism between cover crop residue and herbicide activity on emergence and early growth of weeds. Weed science, 53, 521-527.
- TELECHEA P & LUZZI M (2018) Taller de resultados de ensayos agrícolas INTA General Villegas. Agosto de 2018. Disponible en: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/taller\\_de\\_resultados\\_de\\_ensayos\\_agricolaspt.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/taller_de_resultados_de_ensayos_agricolaspt.pdf). [último acceso: 5 de julio de 2021].
- THARP BE & KELLS JJ (2000) Effect of Soil-Applied Herbicides on Establishment of Cover Crop Species. Weed technology 14, 596-601.
- WILLIAMS MM, MORTENSEN DA & DORAN JW (1998) Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. Weed science 46, 595-603.

