

Seletividade e eficiência do controle químico
de plantas daninhas em áreas de produção de
sementes forrageiras de clima temperado



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sul
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO**
48

**Seletividade e eficiência do controle químico
de plantas daninhas em áreas de produção
de sementes forrageiras de clima temperado**

*Fabiane Pinto Lamego
Dalvane Rockenbach
Andre Andres
Gustavo Martins da Silva*

*Embrapa Pecuária Sul
Bagé, RS
2021*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul
Embrapa Pecuária Sul
EBR 153, Km 632,9. Caixa postal 242
796401-970 - Bagé - RS
Fax: 55.53.32404650
www.embrapa.br/pecuaria-sul
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Pecuária Sul

Presidente
Marcos Flávio Silva Borba

Secretário-Executivo
Gustavo Trentin

Membros

Gustavo Martins da Silva, Graciela Olivella Oliveira, Marco Antonio Karam Lucas, Ana Cristina Mazzocato, João Carlos Pinto Oliveira, Magda Vieira Benavides, Márcia Cristina Teixeira da Silveira, Lisiâne Bassols Brisolara, Suplentes Emanuelle Baldo Gaspar e Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos,

Supervisão editorial
Lisiâne Bassols Brisolara

Revisão de texto
Felipe Santos da Rosa

Normalização bibliográfica
Graciela Olivella Oliveira

Tratamento das ilustrações
Daniela Garcia Collares

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Daniela Garcia Collares

Foto da capa
Gustavo Silva

1^a edição
Publicação digitalizada (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Nome da unidade catalogadora

Seletividade e eficiência no controle químico de plantas daninhas em áreas de produção de

sementes forrageiras de clima temperado / Fabiane Pinto Lamego... [et al.] . — Bagé:
Embrapa Pecuária Sul, 2021.

PDF (41 p.).— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Pecuária Sul, ISSN

1. Erva daninha. 2. Semente. 3. Forrageira. 4. Leguminosa forrageira. I. Lamego, Fabiane Pinto. II. Rockenbach, Dalvane. III. Andres, Andre. IV. Silva, Gustavo Martins da. V Título. VI. Série.

CDD 632.5

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Introdução.....	6
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão.....	13
Considerações finais	37
Agradecimentos.....	37
Referências	39

Seletividade e eficiência do controle químico de plantas daninhas em áreas de produção de sementes forrageiras de clima temperado

Fabiane Pinto Lamego¹

Dalvane Rockenbach²

Andre Andres³

Gustavo Martins da Silva⁴

Resumo – Diversas práticas podem ser utilizadas pelos produtores de sementes de modo a minimizar a infestação das áreas pelas plantas daninhas. Contudo, estas práticas isoladas não têm sido eficientes em evitar a contaminação de lotes, muitas vezes inviabilizando sua comercialização por não se enquadrarem nos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Assim, o uso do controle químico torna-se importante para agregar eficiência no controle de plantas daninhas. Entretanto, no Brasil, não existem herbicidas seletivos registrados para uso em forrageiras de clima temperado como trevos e cornichão. Deste modo, estudos conduzidos pela Embrapa em parceria com a UFPel avaliaram a seletividade de herbicidas às forrageiras de clima temperado cornichão (cv. URS BRS Posteiro), trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) e trevo-vermelho (cv. URS Mesclador). O herbicida flumetsulam mostrou potencial seletivo para cornichão e trevo-branco quando aplicado em pré emergência. Em áreas de produção de sementes de segundo ano, este herbicida pode ser utilizado logo após uma roçada de uniformização das forrageiras, contribuindo no controle de plantas daninhas e favorecendo a produção de lotes de sementes com maior pureza, sem afetar a produção de sementes. Ressalta-se a importância da necessidade de registro deste produto e outros avaliados junto aos órgãos competentes primeiramente, visando sua recomendação de uso pelos produtores de sementes forrageiras de clima temperado.

¹ Doutora, pesquisadora, Embrapa Pecuária Sul

² Mestre, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas

³ Doutor, pesquisador, Embrapa Clima Temperado

⁴ Doutor, pesquisador, Embrapa Pecuária Sul

Termos de indexação: semente nociva, trevo-branco, cornichão, herbicida, manejo integrado

Selectivity and efficacy of chemical control of weeds in areas of temperate climate forage seeds production

Abstract – Several practices can be used by seed producers aiming to minimize weed infestations. However, these practices isolated do not being enough to avoid batch contamination, often making their commercialization unfeasible because they do not fit the standards established by Brazilian legislation. Thus, the use of chemical control become important to add efficacy in weed control. However, in Brazil, there are not selective herbicides registered to use in temperate climate forage as white-clover and itchy. Thus, studies were conducted by Embrapa in partnership with UFPel, evaluating the selectivity of herbicides to forage plants with temperate itchy (cv. URS BRS Posteiro), white clover (cv. BRS URS Entrevero) and red clover (cv. URS Mesclador). Flumetsulam herbicide showed selective potential to itchy and white-clover when applied in pre emergence, avoiding late applications as in forage flowering. In seed area production of second year, this herbicide can be used after forage mowing, contributing to weed control and favoring the production of seed lots with greater purity without affecting seed production. It is emphasized the importance of the need to register this product and others evaluated with the competent agencies first, aiming at its recommendation for use by temperate forage seed producers.

Index terms: Harmful seed, white-clover, itchy, herbicide, integrate management.

Introdução

Um dos aspectos mais importantes e que pode, inclusive, inviabilizar a produção de sementes forrageiras é a presença de plantas daninhas. Os danos causados são diretos pela competição entre as espécies, mas também pela depreciação dos lotes de sementes das forrageiras pela presença de sementes das plantas daninhas. Na maioria dos casos, o tamanho das sementes é semelhante, o que dificulta ou até mesmo impede o processo de separação no momento do beneficiamento (Rana; Rana, 2018). No Brasil, sementes de plantas daninhas em lotes de sementes comerciais são classificadas como nocivas toleradas e nocivas proibidas (Brasil, 2013).

Diversas práticas podem ser utilizadas pelos produtores de sementes de modo a minimizar a infestação das áreas pelas plantas daninhas, a começar pela escolha de uma área sem histórico de invasoras (controle preventivo). O uso de roçadas para uniformização do florescimento das sementeiras pode ser uma estratégia mecânica de controle, assim como o arranquio manual (roguing) e o beneficiamento ou a separação das sementes após a colheita (Silva et al., 2011; Tyagi et al., 2018). Todavia, estas práticas isoladas não têm sido eficientes em evitar a contaminação de lotes, muitas vezes inviabilizando sua comercialização por não se enquadrarem nos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (IN 44) (Brasil, 2016).

Uma das ferramentas eficientes do manejo de plantas daninhas é o controle químico. Entretanto, no Brasil, não existem herbicidas seletivos registrados para uso em forrageiras de clima temperado como trevos e cornichão. Na Nova Zelândia, por exemplo, produtos como MCPB, bentazon, flumetsulam, diquat, haloxifop e imazethapyr são usados em trevo-branco e trevo-vermelho (New Zealand Novachem, 2020). No Uruguai, Rios (2007) indica o uso de 2,4-D, 2,4-DB éster, flumetsulam, chlorimuron e imazethapyr para controle de plantas daninhas latifoliadas em áreas de trevo-branco. Nas áreas de produção de sementes de cornichão, há indicação do uso de clorsulfuron, diuron e bromacil, além dos herbicidas citados anteriormente (Rios, 2007).

Para Gawn et al. (2012) o herbicida flumetsulam apresentou bons resultados de controle de plantas daninhas e não causou danos às forrageiras avaliadas.

Outros herbicidas que apresentaram boa seletividade ao trevo-branco e ao trevo-vermelho foram 2,4-DB, imazethapyr e bentazon, indicando que esses poderiam ser usados em áreas com cultivo de forrageiras (Machado et al., 2013; McCurdy et al., 2013; Sinare et al., 2017). Em trevo alexandrino (*Trifolium alexandrinum* L.), os herbicidas imazethapyr em pós-emergência da cultura e butachlor em pré-emergência, foram efetivos no controle das plantas daninhas presentes na área, sem causar prejuízos ao trevo (Priyanka et al., 2018).

Wasnik et al. (2017) sugerem que áreas com cultivo de trevos devem ser mantidas sem a presença de plantas daninhas desde o início do seu desenvolvimento até 35 a 40 dias após a semeadura (DAS), visando evitar reduções na produtividade. Sempre é preferível que o sementeiro se estabeleça na ausência de plantas daninhas, evitando a disputa por recursos do meio, embora exista período de convivência entre as plantas daninhas e as culturas denominado Período Anterior a Interferência - PAI (ou competição) (Agostinetto et al., 2008). Isso é reforçado pelo fato das forrageiras Fabaceae de clima temperado como trevos e cornichão, apresentarem lento estabelecimento inicial (Barcellos et al., 2008), muitas vezes reforçado por um manejo não adequado como baixo uso de corretivos e fertilizantes, desconhecimento dos processos de inoculação e peletização de sementes, entre outros fatores que em conjunto acabam favorecendo a ocupação do espaço primeiramente pelas invasoras.

O pleno estabelecimento das forrageiras é fator primordial para elevada produtividade (Lustosa et al., 2011). Portanto, alguns aspectos culturais e/ou de manejo podem favorecer o melhor estabelecimento do sementeiro como semeadura na ausência de plantas daninhas e uso de densidade de semeadura adequada ou superior, visando cobrir rapidamente o solo e com isso aumentando o potencial de competição (Balbinot Junior et al., 2003).

Em adição, pode-se acrescentar as práticas: correção de solo e a fertilização que promovem desenvolvimento da forrageira. Essas práticas podem compensar o lento estabelecimento das forrageiras (Barcellos et al., 2008), podendo ser complementadas pelo uso de herbicidas aplicados em pré-e-emergência das plantas daninhas, atingindo o banco de sementes do solo e garantindo que a forrageira se estabeleça e ocupe com vantagem o espaço.

Contudo, é necessário um conhecimento prévio do histórico da área, visando identificar a prevalência de plantas daninhas de folha estreita ou aquelas de folhas largas. Posteriormente, evitando a contaminação da área, em pós-emergência das plantas daninhas, é possível utilizar outros herbicidas, visando garantir a obtenção de lotes em conformidade aos padrões legais estabelecidos.

Um aspecto importante a ser levado em consideração quando do uso do controle químico é o estádio de desenvolvimento das plantas daninhas, uma vez que aquelas menores, ou seja, com 2-4 folhas no caso de folhas largas e até início de afilhamento para gramíneas, apresentam maior sensibilidade a herbicidas. O uso de herbicidas em plantas daninhas em estádios de desenvolvimento mais avançados pode implicar na necessidade de aumento de dose (Christoffoleti et al., 2005; Dors et al., 2010), o que pode levar a perda da seletividade pela forrageira. Ainda, a seletividade à planta forrageira é fundamental para indicação de herbicida.

Embora eficiente e rápido, o controle químico caracteriza-se apenas como mais uma ferramenta do manejo integrado de plantas daninhas, sendo dependente da seleção adequada do herbicida e das plantas daninhas presentes na área (Tyagi et al., 2018). Esta prática requer responsabilidade de uso e atenção à tecnologia de aplicação.

Deste modo, avaliou-se a seletividade de herbicidas às forrageiras de clima temperado cornichão (cv. URS BRS Posteiro), trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) e trevo-vermelho (cv. URS Mesclador).

Esta publicação contribui com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS 2) contidos na agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, cujo objetivo visa “garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo” e com o ODS 15 “implementar medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar as espécies prioritárias.”

Materiais e Métodos

Seletividade de herbicidas

Três experimentos fatoriais (2x15) foram conduzidos em casa-de-vegetação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)/UFPEL, Capão do Leão/RS, em 2016. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em vasos de 1L, preenchidos com solo. As forrageiras avaliadas foram cornichão (cv. URS BRS Posteiro), trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) e trevo-vermelho (cv. URS Mesclador), cultivares desenvolvidas pela Embrapa.

Os tratamentos em fatorial foram compostos por A: estádios de aplicação dos herbicidas em pós-emergência inicial (um trifólio e/ou cotilédone aberto - POS1) e pós-emergência tardia (com 3-4 trifólios e/ou folhas – POS2); B: herbicidas mais a testemunha (Tabela 1). A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando pulverizador costal de precisão com CO₂, com pressão constante e volume de calda de 150L ha⁻¹. Foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade nas forrageiras aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA), de acordo com a escala visual proposta por Velini et al. (1995), onde é atribuída a nota cem (100) % quando da morte da planta e zero (0) % quando da ausência de sintoma. Aos 28DAA, foi realizada a coleta da parte aérea para determinação de massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA) das forrageiras (material seco em estufa e, posteriormente pesado em g planta⁻¹).

Tabela 1. Herbicidas utilizados em teste para seletividade em trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão, FAEM/UFPel, Capão do Leão – RS, 2016.

Herbicida (ingrediente ativo)	Mecanismo de ação	Dose recomendada (g ia ha ⁻¹)	Dose utilizada (g ia ha ⁻¹)	Culturas recomendadas ²
Haloxifop	inibidor da 1ACCCase	algodão, feijão, soja	48	algodão, feijão, soja
Paraquat	inibidor do fotossistema I	algodão, arroz, milho, trigo, soja, feijão	350	algodão, arroz, milho, trigo, soja, feijão
Atrazina	inibidor do fotossistema II	milho, sorgo	2500	milho, sorgo
Bentazon	inibidor do fotossistema II	arroz, feijão, milho, soja, trigo	900	arroz, feijão, milho, soja, trigo
Chlorimuron	inibidor da ALS	soja	17,5	soja
Metsulfuron-metil	inibidor da ALS	arroz, aveia, cevada, trigo	3	arroz, aveia, cevada, trigo
Iodossulfuron-metílico	inibidor da ALS	arroz, trigo	4,25	arroz, trigo
Imazaquin	inibidor da ALS	soja	150	soja
Imazetapyr	inibidor da ALS	soja	100	soja
Flumetsulam	inibidor da ALS	soja	105	soja
Pyroxulam	inibidor da ALS	trigo	15,75	trigo
Glyphosate	inibidor da EPSPS	fumo, algodão, arroz, feijão, milho, soja, trigo	1080	fumo, algodão, arroz, feijão, milho, soja, trigo
2,4 - D	mimetizador de auxina	milho, arroz, soja, trigo, aveia, sorgo, braquiária	1005	milho, arroz, soja, trigo, aveia, sorgo, braquiária
Dicamba	mimetizador de auxina	algodão, soja	600	algodão, soja
MCPA	mimetizador de auxina	aveia, cevada, trigo	480	aveia, cevada, trigo

¹ De acordo com Vidal e Merotto (2001);² De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento .

Estudo a campo - Seletividade de herbicidas potenciais

Dois experimentos foram conduzidos a campo em 2017/18 e repetidos no tempo em 2018/19, na área experimental da Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas - ETB, no Capão do Leão/RS. Cultivares de cornichão (cv. URS BRS Posteiro) e trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) foram semeadas manualmente em parcelas (1,53 x 3,0 m) com espaçamento de 17cm, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A semeadura ocorreu em Julho/2017 e Junho/2018. O solo da área foi caracterizado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (Santos et al., 2006). A área foi adubada manualmente com 250 kg ha⁻¹ de 05-20-20 (N-P-K) e os tratamentos utilizados estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos utilizados nos experimentos de seletividade herbicidas em diferentes estádios de desenvolvimento em cornichão e trevo-branco. Embrapa ETB, Capão do Leão - RS, 2017/2018 e 2018/2019.

Tratamentos	Dose (g i.a ha ⁻¹)
Testemunha capinada	----
Testemunha infestada	----
Flumetsulam pré-emergência	105
Flumetsulam pós-emergência	105
Flumetsulam floração	105
Iodossulfuron-metílico pós emergência ¹	4,25
Iodossulfuron-metílico floração ¹	4,25
Bentazon pós emergência ²	900
Bentazon floração ²	900

¹ Iodossulfuron-metílico usado exclusivamente em cornichão. ²Bentazon usado exclusivamente em trevo-branco.

¹ Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

A aplicação de herbicida em pré-emergência das forrageiras foi realizada no dia seguinte à semeadura, utilizando pulverizador de precisão, de CO_2 com pressão constante e volume de calda de 150L ha^{-1} . Embora flumetsulam seja de aplicação em pré-emergência nas culturas que é recomendado, o mesmo foi testado comparativamente aos demais produtos também na pós-emergência. Para aqueles aplicados em pós-emergência, a aplicação foi realizada quando as plantas de cornichão estavam, em média, com estatura de 20 cm e as de trevo-branco com 15 cm.

Em ambos os anos, foram realizadas avaliações da fitotoxicidade dos herbicidas e controle de plantas daninhas, de forma visual conforme escala proposta por Velini et al. (1995); contagem de flores/inflorescências m^{-2} e legumes/capítulos m^{-2} das forrageiras em dois quadros de $25\times25\text{cm}$ amostrados aleatoriamente nas parcelas na época da floração; a produtividade de sementes (em kg ha^{-1}) foi em área útil de $2,55\text{m}^2$ da parcela, seguidamente corrigida para 13% de umidade.

As sementes colhidas foram avaliadas quanto a sua viabilidade, sendo os testes conduzidos em Laboratório na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, investigando o efeito da fitotoxicidade dos herbicidas, especialmente quando da aplicação dos herbicidas no período mais tardio (florescimento), através de testes de germinação conforme a RAS (Brasil, 2009).

Os dois experimentos conduzidos (cornichão e trevo-branco) em 2017/18, após serem colhidos, permaneceram na área e em agosto/2018 optou-se por realizar uma roçada a 15 cm de altura para avaliar o comportamento da produção de sementes. Neste caso, os herbicidas aplicados foram os mesmos utilizados no experimento de 1º ano.

Os experimentos de segundo ano (agosto/2018) foram analisados individualmente. Os experimentos semeados em 2017 e em 2018 foram analisados individualmente, e seguindo critério proposto por Pimentel-Gomes (2009), foi verificada a possibilidade da análise conjunta dos mesmos. O critério leva em conta o quadrado médio dos resíduos, de todas as variáveis dos experimentos, onde os mesmos não devem ultrapassar a relação de aproximadamente 7:1. Todas as variáveis atenderam esse requisito, então procedeu-se a análise conjunta dos experimentos, e passou-se a considerar o ano como um fator.

Os resultados obtidos em todos os estudos foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade. Não sendo necessária a transformação dos mesmos, procedeu-se a análise de variância, sendo que ao apresentar significância pelo teste F ($P \leq 0,05$), os valores foram submetidos ao teste de médias de Tukey ($P \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Seletividade de herbicidas

Dentre os 15 herbicidas testados para o cornichão no estádio de POS1 (Figura 1), os que apresentaram menores valores de fitotoxicidade aos 28DAA foram os herbicidas flumetsulam, chlorimuron, haloxifop, imazaquin e iodosulfuron-metílico (Tabela 3). Comportamento semelhante foi verificado na aplicação em POS2 (Figura 2), com destaque para as menores fitotoxicidades dos mesmos herbicidas, não diferindo da testemunha. Para a MMSPA, na aplicação em POS1, não houve diferença estatística entre todos os herbicidas testados, não havendo também diferença em relação à testemunha sem aplicação de herbicida (Tabela 3).

Entretanto, na aplicação em POS2, as maiores produções de MMSPA foram aquelas de plantas submetidas à aplicação de flumetsulam, haloxifop e iodosulfuron-metílico, corroborando com os resultados de fitotoxicidade, onde menores sintomas visuais foram observados quando da utilização destes herbicidas.

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 1. Avaliação visual de cornichão 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS1: A) iodossulfuron-metílico ($4,25 \text{ g ia.ha}^{-1}$), B) flumetsulam (105 g ia.ha^{-1}). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 2. Avaliação visual de cornichão 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS2: A) iodossulfuron-metílico ($4,25 \text{ g ia.ha}^{-1}$), B) flumetsulam (105 g ia.ha^{-1}). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Tabela 3. Fitotoxicidade e produção de matéria seca da parte aérea (MMSPA) de plantas de cornichão, submetidas a aplicação de diferentes herbicidas, em pós-emergência inicial - POS1 (5 – 6 pentafolíolos) e pós-emergência tardia POS2 (10 – 15 pentafolíolos), 28 dias após a aplicação dos tratamentos. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2016.

Tratamento	Fitotoxicidade (%)				MMSPA (g planta ⁻¹)			
	Pós inicial (POS1)	Pós tardia (POS2)	Pós Inicial		Pós tardia			
Testemunha	A ¹	0g	A	0g	B	0,130	ns ²	A 0,282 bcde
Haloxifop	A	0g	A	0g	B	0,188		A 0,674 A
Paraquat	A	100a	A	95a	A	0,016		A 0,097 E
Atrazina	A	92a	A	97a	A	0,023		A 0,051 E
Bentazon	A	70bc	B	41d	B	0,034		A 0,289 bcde
Chlorimuron	A	11f	A	6fg	B	0,140		A 0,467 abcd
Metsulfuron-metil	A	36e	B	19e	B	0,062		A 0,490 abc
Iodossulfuron-metílico	A	14a	A	10efg	B	0,038		A 0,577 A
Imazaquin	A	12f	A	7fg	B	0,073		A 0,527 Ab
Imazethapyr	A	55d	B	16ef	B	0,070		A 0,444 abcd
Flumetsulam	A	6fg	A	5g	B	0,125		A 0,572 A
Pyroxulam	A	67c	A	67c	B	0,043		A 0,285 bcde
Glyphosate	A	100a	A	100a	A	0,016		A 0,071 E
2,4 – D	B	60cd	A	71bc	A	0,053		A 0,144 E
Dicamba	A	79b	B	72bc	B	0,038		A 0,245 Cde
MCPA	B	61cd	A	79b	B	0,081		A 0,239 De
CV%	9,53				48,01			

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.²ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Para o trevo-branco, em POS1, a menor fitotoxicidade foi encontrada com a aplicação do herbicida haloxifop, que não diferiu da testemunha sem aplicação de herbicida (Tabela 4), seguidos do herbicida flumetsulam e bentazon, que não diferiram estatisticamente entre si, resultando em fitotoxicidade de 29 e 25%, respectivamente (Figura 3).

No estádio de POS2 (Figura 4), as menores fitotoxicidades foram de haloxifop e bentazon, que não diferiram da testemunha sem aplicação do herbicida. Os demais herbicidas causaram fitotoxicidade com valores superiores a 50%, na média.

Tabela 4. Fitotoxicidade e produção de matéria seca da parte aérea (MMSPA) de plantas de trevo-branco, submetidas a aplicação de diferentes herbicidas, em pós-emergência inicial - POS1 (5 – 6 pentafolíolos) e pós-emergência tardia POS2 (10 – 15 pentafolíolos), 28 dias após a aplicação dos tratamentos. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2016.

Tratamento	Fitotoxicidade (%)						MMSPA (g planta ⁻¹)					
	Pós inicial (POS1)		Pós tardia (POS2)				Pós Inicial		Pós tardia			
Testemunha	A ¹	0	e	A	0	h	B	0,142	ns	A	0,709	a
Haloxifop	A	0	e	A	0	h	B	0,121		A	0,665	a
Paraquat	A	100	a	A	100	a	A	0,002		A	0,040	e
Atrazina	A	100	a	A	100	a	A	0,002		A	0,047	e
Bentazon	A	25	d	B	5	h	B	0,047		A	0,476	b
Chlorimuron	A	90	b	B	75	ef	B	0,025		A	0,196	d
Metsulfuron-metil	A	96	ab	B	85	bcd	B	0,015		A	0,197	d
Iodosulfuron-metilico	A	92	ab	B	87	bc	B	0,042		A	0,263	d
Imazaquin	A	90	b	B	77	cde	B	0,017		A	0,270	cd
Imazetapyr	A	77	c	B	54	g	B	0,017		A	0,489	b
Flumetsulam	B	29	d	A	55	g	B	0,069		A	0,417	bc
Pyroxulam	A	92	ab	A	92	ab	B	0,018		A	0,241	d
Glyphosate	A	100	a	A	100	a	B	0,008		A	0,136	de
2,4 – D	A	90	b	B	77	def	B	0,022		A	0,244	d
Dicamba	A	94	ab	B	80	cde	B	0,014		A	0,179	de
MCPA	A	77	c	B	71	f	B	0,034		A	0,255	d
CV%	4,66						35,26					

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 3. Avaliação visual de trevo-branco 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS1: A) bentazon (900 g ia.ha^{-1}), B) flumetsulam (105 g ia.ha^{-1}). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 4. Avaliação visual de trevo-branco 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS2: A) bentazon (900 g ia.ha^{-1}), B) flumetsulam (105 g ia.ha^{-1}). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Para a produção de MMSPA de trevo-branco, em POS1, não houve diferença estatística entre todos os herbicidas testados (Tabela 4). Em POS2, a maior produção de MMSPA foi do herbicida haloxifop, que não diferiu estatisticamente da testemunha sem aplicação de herbicidas. Na sequência, com maiores produções de MMSPA vieram dos herbicidas flumetsulam, imazetapyr e bentazon, indicando que os mesmos apresentaram boa seletividade para trevo-branco, cv. BRS Entrevero.

Para trevo-vermelho, em POS1 (Figura 5), os herbicidas haloxifop e bentazon foram seletivos, não diferindo estatisticamente da testemunha sem aplicação de herbicidas (Tabela 5). Na sequência, ainda com menores fitotoxicidades, ficaram flumetsulam e MCPA, equivalentes a 25 e 27%, respectivamente. Em POS2, os herbicidas flumetsulam, haloxifop e bentazon apresentaram as menores fitotoxicidades, não diferindo estatisticamente da testemunha sem aplicação de herbicidas (Figura 6).

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 5. Avaliação visual de trevo-vermelho 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS1: A) bentazon (900 g ia.ha⁻¹), B) flumetsulam (105 g ia.ha⁻¹). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Tabela 5. Fitotoxicidade e produção de matéria seca da parte aérea MMSPA) de plantas de trevo-vermelho submetidas a aplicação de diferentes herbicidas, em pós-emergência inicial - POS1 (1 – 2 trifólios) e pós-emergência tardia POS2 (6 – 8 trifólios), 28 dias após a aplicação dos tratamentos. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2016.

Tratamento	Fitotoxicidade (%)						MMSPA (g planta ⁻¹)					
	Pós inicial (POS1)			Pós tardia (POS2)			Pós Inicial		Pós tardia			
Testemunha	A ¹	0	f	A	0	E	B	0,260	ns ²	A	0,884	bc
Haloxifop	A	0	f	A	0	E	B	0,261		A	1,331	a
Paraquat	A	100	a	A	100	A	A	0,033		A	0,113	g
Atrazina	A	100	a	A	100	A	B	0,190		A	0,234	fg
Bentazon	A	6	f	A	6	E	B	0,265		A	1,101	ab
Chlorimuron	A	86	bc	B	65	C	B	0,084		A	0,504	def
Metsulfuron-metil	A	77	cd	B	64	C	B	0,058		A	0,493	def
Iodossulfuron-metílico	B	72	d	A	80	B	B	0,071		A	0,506	def
Imazaquin	A	70	d	A	66	C	B	0,073		A	0,501	def
Imazetapyr	A	70	d	B	62	C	B	0,075		A	0,668	cde
Flumetsulam	A	25	e	B	5	E	B	0,130		A	0,903	bc
Pyroxulam	A	82	bc	A	86	B	B	0,054		A	0,389	defg
Glyphosate	A	100	a	A	100	A	A	0,050		A	0,257	fg
2,4 – D	A	84	bc	B	66	C	B	0,062		A	0,489	def
Dicamba	A	91	ab	A	96	A	B	0,045		A	0,318	efg
MCPA	B	27	e	A	36	D	B	0,212		A	0,716	cd
CV%	6,35						43,01					

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fotos: Dalvane Rockenbach



Figura 6. Avaliação visual de trevo-vermelho 28 dias após a aplicação dos herbicidas, em estádio POS2: A) bentazon (900 g ia.ha^{-1}), B) flumetsulam (105 g ia.ha^{-1}). Em cada imagem, da esquerda para a direita, o primeiro vaso é a testemunha e os outros quatro são as repetições do tratamento herbicida.

Para a produção de MMSPA de trevo-vermelho em POS1, não houve diferença estatística entre todos os herbicidas testados (Tabela 5). Em POS2, a maior produção de MMSPA foi do tratamento haloxifop, juntamente de bentazon, flumetsulam e MCPA que não diferiram da testemunha sem aplicação de herbicidas.

Dentre os herbicidas que atuam em plantas de folhas largas, o herbicida flumetsulam apresentou seletividade para as três forrageiras testadas, considerando a variável MMSPA. Ele é registrado no Brasil para o controle de plantas daninhas na cultura da soja, mas apresenta boa seletividade para forrageiras como trevo-branco e cornichão (Formoso, 2011; Gawn et al., 2012), e para o trevo-vermelho (cv. URS Mesclador).

À exceção do graminicida haloxifop, os herbicidas com ação em plantas de folhas largas, flumetsulam e iodossulfuron-metílico, para cornichão e, flumetsulam e bentazon para trevo-branco e trevo-vermelho, são potenciais produtos para indicação de uso como seletivos para essas forrageiras.

Estudo a campo - Seletividade de herbicidas potenciais

Cornichão

Para a avaliação de fitotoxicidade dos herbicidas para cornichão a campo (Tabela 6) em 2017/18, houve interação significativa entre os anos aos 7DAA e na colheita, conforme especificado no material e métodos. Aos 7DAA, as maiores fitotoxicidades foram verificadas com a aplicação do iodossulfuron-metílico em pós emergência do cornichão, seguido das aplicações de flumetsulam em pós emergência e na floração e da aplicação do iodossulfuron-metílico na floração. Em 2018/19, as maiores fitotoxicidades foram encontradas com as aplicações na floração (Tabela 6).

Aos 28DAA, não houve diferença entre os anos de condução para o nível de fitotoxicidade das plantas de cornichão. A aplicação de iodossulfuron-metílico em pós emergência sempre se manteve com níveis elevados de fitotoxicidade, apresentando pouca variação entre os anos e momentos de avaliação até os 28DAA. E entre os tratamentos, novamente a aplicação do iodossulfuron-metílico em pós emergência e na floração causaram as maiores fitotoxicidades observadas visualmente nas plantas de cornichão.

Na colheita, houve diferença entre os anos apenas nas aplicações realizadas na floração, onde as fitotoxicidades foram maiores no ano de 2018/19 (Tabela 6).

Tabela 6. - Fitotoxicidade (%) de cornichão, aos 7 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos e na colheita. Embrapa/ETB, Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

Tratamento	Fitotoxicidade													
	7DAA						COLHEITA							
	2017		2018		28 DAA		2017		2018					
Testemunha capi-nada	A ¹	0	c	A	0	d	0	d	A	0	d	A	0	b
Testemunha infes-tada	A	0	c	A	0	d	0	d	A	0	d	A	0	b
Flumetsulam pré emergência	A	0	c	A	0	d	15	c	A	8	c	A	4	b
Flumetsulam pós emergência	B	6	b	A	11	c	14	c	A	8	c	A	5	b
Flumetsulam floração	B	6	b	A	29	a	23	bc	B	15	b	A	23	a
Iodossulfuron-metílico pós emergência	A	15	a	A	12	c	32	a	A	6	cd	A	6	b
Iodossulfuron-metílico floração	B	5	bc	A	19	b	25	ab	B	23	a	A	28	a
2017													15ns ²	
2018													16	
CV%	32,71			36,75			37,25							

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.²ns: diferenças não significativas ao nível de 5%. Nas linhas inferiores desta tabela, há dados 15ns e 16 que podem indicar os resultados dos 28 DAA dos anos de 2017 e 2018.

Analisando cada um dos anos, é possível verificar variações na resposta do cornichão em relação à aplicação na floração; em 2017/18, aplicações dos herbicidas na floração da forrageira causaram os maiores níveis de fitotoxicidade, sendo iodossulfuron-metílico mais fitotóxico nesta época que flumetsulam. Em 2018/19, ambos herbicidas não diferiram na floração.

Para avaliação de impacto dos tratamentos na floração, optou-se então pela contagem do número de flores por m² (Tabela 7). Aos 21 DAA houve interação entre os tratamentos e os anos ($P \leq 0,05$). Em 2017/18, os tratamentos que resultaram em maior número de flores foram aqueles com iodossulfuron-metílico aplicado em pós emergência, seguido da aplicação do flumetsulam em pré e pós emergência e da testemunha capinada. Todavia, iodossulfuron-metílico na floração foi o que resultou em menor número de flores. No ano de 2018, o comportamento foi distinto do ano anterior, onde as plantas demonstraram capacidade de recuperação com emissão de novas flores a partir da aplicação dos herbicidas na floração, tendo estes tratamentos resultado no maior número de flores de cornichão.

Aos 28 DAA, o número de flores não diferiu entre os anos e nem mesmo entre os tratamentos. Por ocasião da colheita, em ambos os anos, foi realizada contagem do número de legumes de cornichão m⁻² (Tabela 7), não sendo constatada diferença estatística significativa e por isso, é apresentada a média dos anos.

Tabela 7. Número de flores (flores m⁻²) de cornichão aos 21 e 28 dias após (DAA) dos tratamentos na floração e número de legumes (legumes m⁻²) de cornichão na colheita. Embrapa/ETB, Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

Tratamento	Número de flores				Número de legumes	
	21DAA		28DA		Colheita	
	2017	2018				
Testemunha capinada	A ¹ 8	39 8	abc A	18 6	b c	48 2
Testemunha infestada	A 8	27 8	bc A	23 2	b c	45 1
Flumetsulam pré emergência	A 4	52 4	ab B	13 6	c	43 6
Flumetsulam pós emergência	A 0	31 0	abc A	18 2	b c	53 0
Flumetsulam floração	B 0	19 0	bc A	66 2	a	73 3
Iodosulfuron-metilico pós emergência	A 8	63 8	a B	25 4	b c	30 2
Iodosulfuron-metilico floração	B 68	68 c	A 8	52 b	a 5	59 5
2017					35 7	3921 ns
2018					65 1	3183 ns
CV%		49,95		63,83	49,96	

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²ns: diferenças não significativas ao nível de 5%.

Para a MMSPA avaliada na pré-colheita, não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 8). As produtividades do experimento semeado em 2018/19 foram maiores que as produtividades de 2017/18, a exceção no tratamento com aplicação do iodossulfuron-metílico na floração do cornichão, que em 2018 alcançou produtividade de apenas 57 kg de sementes ha⁻¹. Em 2017/18, as melhores produtividades de sementes foram alcançadas com a aplicação do flumetsulam em pré emergência e do iodossulfuron-metílico em pós emergência, que em números absolutos alcançou a maior produtividade de sementes. Estes dois tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha capinada e da aplicação do flumetsulam em pós emergência.

As menores produtividades de sementes, nos 2 anos, foram obtidas nos tratamentos com aplicação de flumetsulam e iodossulfuron-metílico na floração, causando prejuízos significativos nas sementes de cornichão de 93 e 98%, respectivamente, em relação ao tratamento mais produtivo (iodossulfuron-metílico em pós emergência) (Tabela 8).

Tabela 8. Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA)(kg ha⁻¹) na pré-colheita, produtividade de grãos(kg ha⁻¹) e germinação de sementes (%) de cornichão pós-colheita, submetido a diferentes tratamentos. Embrapa/ETB, Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

Tratamento	MMSPA	Produtividade				Germinação			
		2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Testemunha capinada	3946	ns ¹	B ²	137	Ab	A	423	a	A
Testemunha infestada	3596	B	52	Bc	A	395	a	A	53
Flumetsulam pré emergência	3880	B	182	a	A	416	a	A	54
Flumetsulam pós emergência	4105	B	93	abc	A	408	a	A	48
Flumetsulam floração	4422	B	14	c	A	86	c	A	49
Iodosulfuron-metilico pós emergência	2900	B	195	a	A	288	b	A	22
Iodosulfuron-metilico floração	3838	A	4	c	A	57	C	A	45
2017	3557	ns	97 ³				296 ⁴		
2018			4068						
CV%		34,90					24,07		
								30,32	

¹ns: diferenças não significativas ao nível de 5%. ²Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.³Média da produtividade de sementes em 2017/18. 4 Média da produtividade de sementes em 2018/19.

Para a análise de viabilidade de sementes realizada através do teste de germinação das sementes colhidas nos experimentos, em 2017/18, a aplicação do flumetsulam na floração foi o tratamento que resultou em menor viabilidade das sementes isoladamente (Tabela 8) e em 2018/19, não diferiu estatisticamente de iodossulfuron-metílico também na floração. Isto indica que a aplicação tardia dos referidos herbicidas, além de efeitos na produtividade de grãos também pode ter causado danos na qualidade da semente. Apesar da maior produção de flores pelo cornichão em 2018/19 quando da aplicação de herbicidas após floração, como descrito anteriormente, contudo, essas novas flores não foram capazes de produzir sementes viáveis, como pode ser visto na análise de produtividade de sementes (Tabela 8). Na média, a germinação não superou 54% indicando que algum outro fator poderia estar afetando a germinação (dormência ou dureza, possivelmente). A dormência de sementes é um fator que se manifesta de diferentes formas, e ocorre muito em Fabaceae, pelo fenômeno da dureza de sementes.

Em relação às plantas daninhas ocorrentes na área, estiveram presentes principalmente *Cyperus* spp, *Silene gallica*, *Echinochloa* spp., as quais foram controladas em nível médio acima de 90% por todos os tratamentos avaliados até a colheita, à exceção da testemunha infestada e daqueles aplicados na floração quando as plantas daninhas já se encontravam em estádio muito avançado de desenvolvimento (dados não apresentados).

Trevo-branco

A fitotoxicidade de herbicidas sobre as plantas de trevo-branco pode ser verificada na Tabela 9. Aos 7 DAA, a maioria dos tratamentos parecem afetar o trevo-branco. Todavia, flumetsulam aplicado na floração em 2018/19 e este mesmo herbicida aplicado em pós emergência em 2018/19 aos 28 DAA se destaca, chegando a 38%, o que cai para 19% na colheita. Bentazon aplicado em pós emergência causou a menor fitotoxicidade entre os tratamentos testados considerando todos os anos e épocas de avaliação, indicando a boa seletividade deste herbicida. Mesmo aqueles tratamentos com as maiores fitotoxicidades, essas afetaram de maneira pouco significativa a produção de sementes do trevo-branco, apresentada posteriormente.

Tabela 9. Fitotoxicidade(%) de plantas de trevo-branco aos 7 e 28 dias após a aplicação(DAA) dos tratamentos e na colheita. Embrapa/ETB, Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

Tratamentos	Fitotoxicidade											
	7DAA				28DAA				COLHEITA			
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Testemunha capinada	A ¹	0	c	A	0	c	A	0	c	A	0	c
Testemunha infestada	A	0	c	A	0	c	A	0	c	A	0	c
Flumetsulam pré emergência	A	0	c	A	0	c	A	18	a	A	18	bc
Flumetsulam pós emergência	B	6	b	A	14	a	B	13	ab	A	38	a
Flumetsulam floração	A	11	ab	A	14	a	A	21	a	A	19	b
Bentazon pós emergência	A	8	ab	A	5	b	A	6	bc	A	8	cd
Bentazon floração	A	6	b	A	5	b	A	18	a	B	10	ab
CV%					24,07		42,15				50,00	

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ²ns: diferenças não significativas ao nível de 5%.

O número de inflorescências do trevo-branco avaliado aos 21 e 28 DAA da aplicação na floração encontra-se na Tabela 10. Na primeira contagem, flumetsulam causou o menor número de flores m^{-2} , resultado que se repetiu aos 28DAA dos herbicidas na floração em 2017/18. Para o número de inflorescências, aos 28 DAA em 2018/19, não observou-se diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 10. Número de inflorescências (inflorescência m^{-2}) de trevo-branco aos 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos na floração e número de capítulos (capítulos m^{-2}) na colheita. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

Tratamentos	Inflorescências						Capítulos							
	28DAA						Colheita							
	21DAA	2017	2018	2017	2018		2017	2018	2017	2018	2018	abc		
Testemunha capinada	74	a	A ¹	142	a	B	40	ns	A	292	ns	A	420	abc
Testemunha infestada	63	a	A	82	ab	A	52		A	280		B	428	abc
Flumetsulam pré emergência	77	a	A	138	a	B	48		B	288		A	552	a
Flumetsulam pós emergência	79	a	A	96	ab	B	36		A	356		A	296	bc
Flumetsulam floração	11	b	A	56	b	A	36		A	380		A	228	c
Bentazon pós emergência	68	a	A	96	ab	B	28		A	312		A	372	abc
Bentazon floração	70	a	A	86	ab	A	68		B	288		A	484	ab
2017	68	ns												
2018	58													
CV%	45,11			39,81						31,32				

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.²ns: diferenças não significativas ao nível de 5%.

Na contagem de capítulos (se considerou capítulo, a inflorescência que estava madura e “seca” no momento da contagem), não foi observada diferença significativa entre os tratamentos testados em 2017/18 (Tabela 10). Já em 2018/19, o maior número de capítulos foi encontrado no tratamento com aplicação de flumetsulam em pré emergência, e o menor número de capítulos foi encontrado no tratamento com aplicação de flumetsulam na floração, repetindo resultado encontrado para número de inflorescências em 2017/18 aos 28DAA.

As avaliações realizadas na colheita do trevo-branco em 2017/18 (Tabela 11), indicam que a produção de MMSPA não diferiu entre os tratamentos avaliados. Somente foram verificadas diferenças entre os anos de condução, onde em 2018 a produção de MMSPA foi superior ao ano anterior. Em relação à produtividade de sementes, houve efeito significativo para ano na produtividade. Não se observou diferença entre tratamentos no ano de 2017/18. Em 2018/19, as menores produtividades foram verificadas com aplicação de flumetsulam em pós emergência e na floração e as maiores, com aplicação do bentazon em pós emergência e na floração, flumetsulam em pré emergência e na testemunha capinada.

Tabela 11. Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA)(kg ha⁻¹) na pré-colheita, produtividade de grãos(kg ha⁻¹) e germinação de sementes (%) de trevo-branco, submetidas a diferentes tratamentos. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2017/18 e 2018/19.

MMSPA	Produtividade								Germinação	
	2017				2018					
Testemunha capinada	3250	ns ¹	B ²	52	ns	A	181	a	37 ab	
Testemunha infestada	4040		A	79		A	133	ab	36 ab	
Flumetsulam pré emergência	3843		B	84		A	149	a	41 a	
Flumetsulam pós emergência	2579		A	66		A	50	b	36 ab	
Flumetsulam floração	3174		A	51		A	55	b	30 b	
Bentazon pós emergência	2975		B	63		A	212	a	33 ab	
Bentazon floração	3399		B	49		A	167	a	31 ab	
	2017	2750	B	63 ³			135 ⁴		2017 43 a	
	2018	3896	A						2018 26 b	
CV%	32,94				40,22				17,93	

¹ns: diferenças não significativas ao nível de 5%. ²Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.³Média de produtividade de sementes em 2017. ⁴Média de produtividade de sementes em 2018.

A germinação das sementes, apresentada como média dos 2 anos, de acordo com análise estatística foi afetada negativamente pela aplicação de flumetsulam na floração, indicando que este herbicida não deve ser aplicado nesta fase da forrageira visando a produção de sementes, uma vez que afeta a produtividade podendo comprometer a qualidade das mesmas. O tratamento que resultou em melhor qualidade de sementes, bem como produtividade elevada, foi a aplicação do flumetsulam em pré emergência, mostrando ser uma alternativa viável no manejo de plantas daninhas em áreas de produção de sementes de trevo-branco.

Em relação ao controle de plantas daninhas, os melhores controles médios foram observados com a aplicação do herbicida flumetsulam em pré e pós emergência, sendo superiores ao bentazon (dados não mostrados).

Estudo a campo – Sementeiras já estabelecidas (Segundo ano)

Cornichão

Na avaliação de fitotoxicidade, flumetsulam aplicado como tratamento pré-emergente e em pós emergência causaram os menores sintomas visuais sobre as plantas de cornichão, não diferindo estatisticamente das testemunhas (dados não mostrados). Como as plantas de cornichão eram de segundo ano, ou sejam, de rebrotas destaca-se a menor fitotoxicidade do iodossulfuron-metílico em pós-emergência possivelmente devido as plantas já terem bom estabelecimento.

A infestação de plantas daninhas na área de cornichão em segundo ano foi muito baixa, possivelmente em função do controle exercido pelo herbicida no ano anterior (2017/18) ou ainda pela forte estiagem enfrentada pela forrageira em 2018/19 e também pela cobertura do solo exercida pelo cornichão. Algumas plantas adultas de *Solanum americanum*, *Lolium multiflorum* L. e do gênero *Rumex* foram contabilizadas em 5, 15 e 12 plantas m⁻² respectivamente. O controle de plantas daninhas foi na média acima de 90% somente para flumetsulam em pré emergência considerando a roçada prévia. Ressalta-se a ação conjunta dessa estratégia (Tabela 12), produzindo bom nível de manejo até a colheita do experimento.

Tabela 12. Controle de plantas daninhas (%) em área de cornichão, de segundo ano, aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos e na colheita. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2018/19.

Tratamento	Controle					COLHEITA
	7DAA	14DAA	21DAA	28DAA		
Testemunha capinada	100 a ¹	100 a	100 A	100 a	100 a	
Testemunha infestada	0 f	0 c	0 D	0 d	0 e	
Flumetsulam pré emergência	87 b	95 a	97 A	97 a	91 b	
Flumetsulam pós emergência	9 de	16 b	35 C	57 bc	79 c	
Flumetsulam floração	15 cd	24 b	27 C	30 cd	74 cd	
Iodossulfuron-metílico pós emergência	6 ef	24 b	57 B	75 ab	82 c	
Iodossulfuron-metílico floração	16 c	24 b	26 C	29 cd	72 cd	
CV%	9,05	15,05	18,4	24,49	15,35	

¹Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, nos experimentos avaliados nos anos 2017/18 e 2018/19, os tratamentos propostos foram eficientes no controle de plantas daninhas (embora os dados de controle nos primeiros anos da sementeira não tenham sido apresentados) e na seletividade ao cornichão (Tabela 6). Por sua vez, na área onde o cornichão era de 2º ano, os níveis de controle só foram satisfatórios (quando os herbicidas foram aplicados logo após a roçada) para o flumetsulam em pré-emergência ou em pós emergência para o flumetsulam e o iodossulfuron-metílico. As aplicações na floração também não resultaram em níveis satisfatórios de controle. Novamente, estas aplicações na floração possivelmente prejudicaram a germinação das sementes produzidas (Tabela 13). Contudo, vale ressaltar que problemas climáticos causados por estiagem podem ter contribuído afetando a produção de sementes.

Tabela 13. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e germinação de sementes (%) de cornichão, em área de segundo ano, submetidas a diferentes tratamentos. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2018/19.

Tratamento	Produtividade	14DAA	
Testemunha capinada	78	ns ¹	53
Testemunha infestada	51		52
Flumetsulam pré emergência	83		45
Flumetsulam pós emergência	66		49
Flumetsulam floração	51		23
Iodossulfuron-metílico pós emergência	62		44
Iodossulfuron-metílico floração	49		31
CV%	42,87		27,83

¹ns: diferenças não significativas ao nível de 5% de probabilidade. ²Letras minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Trevo-branco

No segundo ano do trevo-branco, a fitotoxicidade foi causada pela aplicação do flumetsulam na floração pontualmente. Em relação à presença de plantas daninhas na área, assim como na área de cornichão, foram observadas plantas de *Solanum americanum*, *Lolium multiflorum* e do gênero *Rumex* spp em população de 15, 19 e 25 plantas m⁻², respectivamente. Na avaliação até os 21 DAA, os melhores níveis de controle foram obtidos com a aplicação do flumetsulam na pré-emergência e na floração do trevo-branco, apresentando controle superior a 80% (Tabela 14). Aos 28DAA e na colheita, todos os tratamentos apresentaram níveis superiores de controle das plantas daninhas, novamente indicando a eficiência dos tratamentos avaliados, indicando que eles podem ser utilizados no manejo de plantas daninhas em trevo-branco.

Tabela 14. Controle de plantas daninhas (%) em área de trevo-branco, de segundo ano, aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos e na colheita. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2018/19.

Tratamento	Controle									
	7DAA	14DAA	21DAA	28DAA	COLHEITA					
Testemunha capinada	100	a ¹	100	a	100	a	100	a	100	a
Testemunha infestada	0	d	0	b	0	c	0	b	0	b
Flumetsulampré emergência	84	b	89	a	94	a	97	a	96	a
Flumetsulam pós emergência	11	d	14	b	77	a	99	a	94	a
Flumetsulam floração	84	b	86	a	86	a	95	a	93	a
Bentazon pós emergência	7	d	9	b	41	b	89	a	95	a
Bentazon floração	44	c	85	a	92	a	95	a	94	a
CV%	14,34	15,19	17,47	6,15	5,13					

¹Letras minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de MMSPA do trevo-branco de segundo ano não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos testados (Tabela 15). A aplicação do flumetsulam na floração causou uma redução significativa na produtividade de sementes das forrageiras. As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos testemunha capinada e bentazon na floração, indicando a alta seletividade e o baixo potencial de dano deste herbicida quando aplicado mesmo tardivamente na cultura do trevo-branco. Já a germinação das sementes desse experimento não foi afetada significativamente pelos diferentes herbicidas (Tabela 15). As sementes apresentaram baixo poder germinativo, possivelmente devido à “dureza”. Contudo, a forte estiagem em 2018/19 pode ter contribuído para reduzir a produção de sementes.

Tabela 15. Massa da matéria seca da parte aérea (MMSPA)(kg ha⁻¹) na pré-colheita, produtividade de grãos(kg ha⁻¹) e germinação de sementes (%) de trevo-branco em área de segundo ano, submetidas a diferentes tratamentos. Embrapa/ETB. Capão do Leão/RS, 2018/19.

Tratamento	Controle					
	MMSPA colheita (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Germinação (%)			
Testemunha capinada	5202	ns ¹	147	a ²	28	ns
Testemunha infestada	5620		139	ab	30	
Flumetsulam pré emergência	4866		110	ab	28	
Flumetsulam pós emergência	5547		103	ab	27	
Flumetsulam floração	5002		62	b	28	
Bentazon pós emergência	5690		129	ab	35	
Bentazon floração	5056		144	a	29	
CV%	16,27		28,32			21,68

¹ns: diferenças não significativas ao nível de 5% de probabilidade. ²Letras minúsculas nas colunas, idênticas, para cada uma das variáveis, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Discussão

O controle de plantas daninhas nas primeiras fases de desenvolvimento das forrageiras resulta em maiores produtividades pois o período de competição entre elas é reduzido (Churkova; Bozhanska, 2016). Deste modo, a ideia da aplicação de herbicidas em pré-emergência apresenta bons resultados na produtividade de sementes das forrageiras (Wasnik et al., 2017; Kumar et al., 2018). Esta é sugestão de manejo de plantas daninhas para áreas de produção de sementes forrageiras de clima temperado (Kauthale et al., 2016). Contudo, vale ressaltar as recomendações do fabricante para estes herbicidas pré-emergentes, em especial a dependência de maior umidade no solo no momento da aplicação dos produtos para um bom funcionamento destas moléculas, além da dose variar pelo tipo de solo.

A avaliação do controle das plantas daninhas exercido pelos tratamentos aplicados próxima a colheita é de fundamental importância, pois a presença de plantas daninhas nesse momento pode resultar na presença de sementes das plantas daninhas nos lotes das forrageiras. O uso de sementes contaminadas pela presença de sementes de plantas daninhas é um dos principais veículos para a dispersão destas plantas daninhas para áreas até então consideradas limpas (Tyagi et al., 2018). Em adição, reduz o valor das sementes das forrageiras.

Nos estudos conduzidos a campo, embora na ausência de controle das plantas daninhas, testemunha sem capina, não tenha havido redução na produção de MMSPA, isto possivelmente foi em função da baixa infestação de plantas daninhas na área. Importante reforçar que o prejuízo causado pelo não controle de invasoras, pode chegar até a 28% na produção de MMSPA (Wasnik et al., 2017). Isto implica em menor área foliar para produção de açúcares que servirão para o enchimento das sementes e, consequentemente para sua qualidade.

Plantas de trevo-branco apresentam boa capacidade de recuperação da fitotoxicidade causada pelos herbicidas; fitotoxicidade pelo herbicida bentazon que atingiu 23,75% aos 21DAA, reduziu para 2,5% aos 84DAA (Machado et al., 2013).

De um modo geral, flumetsulam quando aplicado na pré emergência do trevo-branco e bentazon aplicado em pós emergência e na floração, causaram baixa fitotoxicidade sobre as plantas. Além disso, um estudo demonstrou que o herbicida bentazon também causa menor interferência no desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio nas plantas de trevo-branco, resultando em melhores condições de desenvolvimento e produção da cultura (Clark; Mahanty, 1991). Por outro lado, quando o flumetsulam foi aplicado especialmente na floração da cv. BRS URS Entrevero, causou danos que podem ser considerados importantes para a produção de sementes da forrageira.

Um bom nível de controle das plantas daninhas com a aplicação de iodosulfuron-metílico em cornichão foi atingido quando a aplicação foi realizada em infestantes com um menor estádio de desenvolvimento (3 – 4 pares de folhas) (Barros et al., 2016). Este herbicida apresenta boa eficiência de controle sobre um grande leque de espécies de plantas daninhas latifoliadas e algumas gramíneas. No presente estudo, também foi verificado que a aplicação do herbicida flumetsulam em pré emergência sempre apresentou baixos níveis de fitotoxicidade, indicando ser uma prática com potencial de uso em áreas de produção de sementes de cornichão, cv. URS BRS Posteiro.

Além do fato da maior fitotoxicidade visualmente observada (quantificada em perda no número de flores m^2) e de afetar a qualidade das sementes produzidas quando os herbicidas foram aplicados na floração, deve-se considerar que o período de competição entre as forrageiras e as plantas daninhas tenha ocorrido previamente. Para tanto, visando produtividade elevada de sementes, a forrageira deve preferencialmente se estabelecer na ausência de plantas daninhas e assim se manter por até 35 a 40 dias (Wasnik et al., 2017).

Em áreas de segundo ano de trevo-branco e cornichão, as quais costumam apresentar maiores infestações por plantas daninhas quando um manejo adequado não é realizado no ano anterior, a aplicação de herbicida como flumetsulam com potencial de efeito residual, logo após uma roçada mecânica, se mostra como uma ferramenta interessante no controle de plantas daninhas, resultando em boa produtividade de sementes das forrageiras.

Este resultado é corroborado por Kauthale et al. (2016). A garantia de sementes que sejam classificadas como lotes comerciais obtém-se quando a colheita ocorre em áreas “limpas”, livres de plantas daninhas. Desta forma, há menor dependência de ações de beneficiamento, todavia importante esclarecer que estas ações de beneficiamento, quando necessárias não são possíveis ou viáveis para todos os tipos de sementes nocivas.

Considerações finais

O herbicida flumetsulam é seletivo para cornichão (cv. URS BRS Posteiro) e trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) quando aplicado em pré emergência, devendo-se evitar aplicações tardias como na floração das forrageiras.

O herbicida iodossulfuron-metílico é seletivo para cornichão (cv. URS BRS Posteiro) quando aplicado em pós-emergência, devendo-se evitar aplicações na floração da forrageira.

O herbicida bentazon é seletivo para trevo-branco (cv. BRS URS Entrevero) e trevo-vermelho (cv. URS Mesclador) quando aplicado em pós emergência.

Em áreas de produção de sementes de segundo o ano, o herbicida flumetsulam pode ser utilizado logo após uma roçada de uniformização das forrageiras, contribuindo no controle de plantas daninhas e favorecendo a produção de lotes de sementes com maior pureza sem afetar a produção de sementes.

Ressalta-se a importância da necessidade de registro destes produtos juntos aos órgãos competentes primeiramente, visando sua recomendação de uso pelos produtores de sementes forrageiras de clima temperado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida ao segundo autor, bem como à colaboração do Programa de Pós-graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas através da estrutura e de seus estagiários e pós-graduandos, os quais contribuíram para a realização do trabalho. Em especial, os autores agradecem à Embrapa Clima Temperado, Estação Terras Baixas, pelo apoio operacional para a condução dos estudos de campo e à empresa Corteva Agriscience pela disponibilização de produto para os ensaios.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEDLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 165-174, 2003.
- BARCELLOS, A. de O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008. Número especial.
- BARROS, J. C.; CALADO, J. G.; BASCH, G.; CARVALHO, M. J. Effect of different doses of post-emergence-applied iodosulfuron on weed control and grain yield of malt barley (*Hordeum distichum* L.), under Mediterranean conditions. **Journal of Plant Protection Research**, v. 56, n. 1, p. 15-20, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 44, de 22 de novembro de 2016. Estabelece as normas de produção e os padrões de identidade e qualidade de sementes de espécies forrageiras de clima temperado. **Diário Oficial da União**, n. 230, 1º dez. 2016. Seção 1, p. 8.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 46, de 24 de setembro de 2013. Dispõe sobre a relação de espécies de sementes nocivas toleradas e proibidas na produção, na comercialização e no transporte de sementes nacionais e importadas de grandes culturas, forrageiras, olerícolas, flores, ornamentais, medicinais, condimentares, ambientais e florestais, a partir da safra 2013/2014. **Diário Oficial da União**, n. 186, 25 set. 2013. Seção 1, p. 37.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; TRENTIN, R.; TOCCETTO, S.; MAROCHI, A.; GALLI, A. J. B.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal of Environmental Science and Health: part B**, v. 40, n. 1, p. 59-67, 2005.
- CHURKOVA, B.; BOZHANSKA, T. Influence of some herbicides on weed infestation and productivity of bird's-foot trefoil. **Banat's Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 14, p. 24-29, July/Dec. 2016.
- CHURKOVA, B.; BOZHANSKA, T. Influence of some herbicides on weed infestation and productivity of bird's-foot trefoil. **Banat's Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 14, p. 24-29, July/Dec. 2016.

- CLARK, S. A.; MAHANTY, H. K. Influence of herbicides on growth and nodulation of white clover, *Trifolium repens*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 8, p. 725-730, 1991.
- DORS, C. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANCHOTENE, D. M.; DIAS, A. C. R.; MANFRON, P. A.; DORNELLES, S. H. B. Suscetibilidade de genótipos de *Lolium multiflorum* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 401-410, 2010.
- FORMOSO, F. **Producción de semillas de especies forrajeras**. Montevideo: INIA, 2011. 233 p. (INIA. Série técnica, n.190).
- GAWN, T. L.; HARRINGTON, K. C.; MATTHEW, C. Weed control in establishing mixed swards of clover, plantain and chicory. **New Zealand Plant Protection**, v. 65, p. 59-63, 2012.
- KAUTHALE, V. K.; TAKAWALE, P. S.; PATIL, S. D. Weed management in berseem. **Indian Journal of Weed Science**, v. 48, n. 3, p. 300-303, 2016.
- KUMAR, B.; KUMAR, S.; SINGH, U. K. Yield and Economics of Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) influenced by herbicide under slight acidic Alfisol soil of Jharkhand. **International Journal of Chemical Studies**, v. 6, n. 1, p. 83-86, 2018.
- LUSTOSA, S. B. C.; MACHADO, D.; BALDISSERA, T.; MORAES, A. de; SANDINI, I. Experiências de integração lavoura-pecuária na região Central do Paraná. **Synergismus scyentifica**, v. 6, n. 2, não paginado, 2011.
- MACHADO, D.; LUSTOSA, S. B. C.; BALDISSERA, T. C.; TUROK, J. D. N.; MACHADO, M.; WATZLAWICK, L. F.; MENDONÇA, C. G. de; PELISSARI, A. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estádio fenológico de expansão do primeiro trifólio. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2132-2138, dez. 2013.
- MCCURDY, J. D.; MCELROY, J. S.; FLESSNER, M. L. Differential response of four *Trifolium* species to common broadleaf herbicides: implications for mixed grass-legume swards. **Weed Technology**, v. 27, n. 1, p. 123-128, Mar. 2013.
- NEW ZEALAND NOVACHEM: agrichemical manual. Christchurch: Agrimedia, 2020. 924 p.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p.
- PRIYANKA; SHEORAN, R. S.; PUNIA, S. S.; SING, S. Studies on Chemical Weed Control in Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 2669-2673, 2018.
- RANA, S.; RANA, M. **Principles and Practices of Weed Management**. 2nd ed. Palampur: CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, 2018. 152 p.
- RIOS, A. **Manejo de malezas en pasturas**. La Estanzuela: INIA, 2007. 55 p. (INIA. Actividades de difusión n. 483), 2007.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SINARE, B. T.; PARDESHI, H. P.; GAVIT, M. G. Sequential use of herbicides for weed control in Egyptian clover. **Indian Journal of Weed Science**, v. 49, n. 3, p. 269-271, 2017.
- SILVA, G. M. da; MAIA, M. B.; MAIA, M. de S. **Qualidade de sementes forrageiras de clima temperado**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. 19 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 119).

- TYAGI, V. C.; WASNIK, V. K.; CHOUDHARY, M.; HALLI, H. M.; CHANDER, S. Weed Management in Berseem (*Trifolium alexandrinum* L.): A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 5, p. 1929-1938, 2018.
- VELINI, E. D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D. L. P. (coord.). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.
- VIDAL, R. A.; MEROTTO JUNIOR, A.(ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Ed. dos Autores, 2001. 152 p.
- WASNIK, V. K.; MAITY, A.; VIJAY, D.; KANTWA, S. R.; GUPTA, C. K.; KUMAR, V. Efficacy of different herbicides on weed flora of berseem (*Trifolium alexandrinum* L.). **Range Management and Agroforestry**, v. 38, n. 2, p. 221-226, Dec. 2017.



Pecuária Sul



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

