

Seletividade de herbicidas ao *Lupinus albus* aplicados em pré e pós-emergência

Selectivity of herbicides to *Lupinus albus* applied in pre- and post-emergency

Andrey B. de Oliveira^a, Heytor L. Martins^{a*}, Treyce S. C. Tavares^a, Bruna D. Novello^a, Pedro L. da C. A. Alves^a

^aDepartamento de Biologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.

Resumo: Introdução: O tremoço é uma leguminosa utilizada para consumo humano e animal, cobertura de solo e, ainda, no controle de plantas daninhas. Contudo, dada a interferência das plantas daninhas, ainda há necessidade de herbicidas registrados para auxiliar no processo do cultivo do tremoço.

Objetivo: Avaliar a seletividade dos herbicidas aplicados em pré e pós-emergência da cultura do tremoço.

Métodos: Dois experimentos foram conduzidos em ambiente controlado, com temperatura entre 23 e 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos em pré-emergência foram: trifluralina; S-metolachlor; diclosulam; clomazone; flumioxazin; e sulfentrazone e em pós-emergência bentazon; chlorimuron-ethyl; clethodim; fluzifop-p-butyl; haloxyfop-methyl e fomesafen, mais uma testemunha sem aplicação. Aos 13, 23, 27 e 36 dias após aplicação (DAA) foram realizadas avaliações de fitotoxicidade dos herbicidas. Aos 36 DAA determinou-se o comprimento das raízes e as massas secas.

Resultados: Os herbicidas sulfentrazone, trifluralina, chlorimuron-ethyl e fomesafen apresentaram fitotoxicidade à cultura do tremoço com porcentagem de 75%, 35%, 75% e 35%, respectivamente. Para os herbicidas pré-emergentes, não se observou efeito negativo na massa seca da parte aérea e da raiz, bem como no comprimento. Porém, dentre os pós-emergentes, o fomesafen reduziu a massa seca da parte aérea e da raiz do tremoço e o comprimento radicular em relação aos demais herbicidas.

Conclusão: Sulfentrazone, trifluralina, chlorimuron-ethyl e fomesafen não são seletivos para o tremoço e S-metolachlor, diclosulam, clomazone, flumioxazin, bentazon, clethodim, fluzifop-p-butyl e haloxyfop-methyl são seletivos nas doses estudadas.

Abstract: Background: Lupin is a legume used for human and animal consumption, ground cover, and weed control. However, given the weeds' interference, there is still a need for registered herbicides to aid in the lupin cultivation process.

Objective: To evaluate the selectivity of herbicides applied in pre- and post-emergence stages of lupin cultivation.

Materials and Methods: Two experiments were conducted in a controlled environment at 23–25 °C and under a 12-hour photoperiod, in a completely randomized design with five replicates. The pre-emergence treatments were: trifluralin; S-metolachlor; diclosulam; clomazone; flumioxazin; and sulfentrazone, and the post-emergence treatments were bentazon; chlorimuron-ethyl; clethodim; fluzifop-p-butyl; haloxyfop-methyl; and fomesafen, plus an unapplied control. Herbicide phytotoxicity assessments were performed 13, 23, 27, and 36 days after application (DAA). Root length and dry matter were determined 36 DAA.

Results: The herbicides sulfentrazone, trifluralin, chlorimuron-ethyl, and fomesafen caused phytotoxicity to lupin at levels of 75%, 35%, 75%, and 35%, respectively. Among the pre-emergence herbicides, no negative effects were observed on shoot or root dry mass, or on root length. However, among the post-emergence herbicides, fomesafen reduced shoot and root dry mass, as well as root length, compared to the other herbicides.

Conclusion: Sulfentrazone, trifluralin, chlorimuron-ethyl, and fomesafen are not selective for lupin, whereas S-metolachlor, diclosulam, clomazone, flumioxazin, bentazon, clethodim, fluzifop-p-butyl, and haloxyfop-methyl are selective at the tested doses.

Palavras-chave: tremoço, cultura de cobertura, controle químico.

Keywords: Lupin, Cover crop, chemical control.

Journal Information:

ISSN: 2763-8332

Website: <https://www.weedcontroljournal.org/>

Jornal da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas

Como citar: Oliveira AB, Martins HL, Tavares TSC, Novello BD, Alves PLCA. Seletividade de herbicidas ao *Lupinus albus* aplicados em pré e pós-emergência. Weed Control J. 2025;24:e202500810.

<https://doi.org/10.7824/wcj.2025;24:00810>

Approved por:

Editor-Chefe: Cristiano Piasecki

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses em relação à publicação deste manuscrito.

Recebido: Abril 7, 2025

Approved: May 26, 2025

* Corresponding author:

<heytor.lemos18@gmail.com >



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Copyright: 2025

1. Introdução

O tremoço (*Lupinus albus* L.) é uma planta herbácea anual, de crescimento ereto e frutos em formato de legume, pertencente à família Fabaceae (Martínez et al., 2008). As espécies de *Lupinus*, em sua maioria, desenvolvem-se nas temperaturas entre 15 e 25 °C, podendo atingir altura de 0,8 a 1,5 m. Seu sistema radicular é do tipo pivotante, muito vigoroso podendo chegar até 1,5 m de profundidade (Rovedder, 2007).

O tremoço é cultivado principalmente para a alimentação humana e animal, para a adubação verde como método de melhoria do solo, além de apresentar potencial alelopático que auxilia no controle de plantas daninhas (Mierlita et al., 2018). Apesar dos benefícios do consumo de tremoço, há uma grande dificuldade na inserção desta leguminosa na alimentação humana devido a presença de fatores antinutricionais, como alcaloides e inibidores de proteases. O tremoço é uma planta pouco cultivada e conhecida no Brasil, sendo sua maior produção encontrada na Austrália, inclusive é nesse país se tem a maioria das informações disponíveis para o manejo da cultura (FAO, 2023).

Apesar de suas propriedades alelopáticas, o tremoço é considerado uma espécie com baixo potencial competitivo, devido ao seu crescimento e desenvolvimento mais lento (El Wakeel et al., 2019), o que facilita a passagem de luz pelo dossel ao solo e a consequente germinação das sementes das plantas daninhas, principalmente as fotoblásticas positivas (Folgar et al., 2011). A cultura do tremoço, assim como ocorre com outras culturas, pode sofrer interferência direta e indireta das plantas daninhas, que poderá reduzir quanti e qualitativamente sua produção (Gaspar et al., 1996). Na literatura são escassos os estudos sobre

interferência de plantas daninhas na cultura do tremoço e seus reflexos na produção, e os poucos trabalhos existentes já estão defasados. No caso de *Lupinus luteus* cvs. *Refusa* e *Milfontes*, essas perdas foram de 31 e 64%, respectivamente (Gaspar et al., 1996). Gaspar et al. (1996), verificaram que uma comunidade infestante com predominância de *Medicago nigra*, *Melilotus segitalis*, *Papaver rhoeas*, *Phalaris brachystachis* + *P. coerulea*, *Raphanus raphanistrum* e *Sinapis arvensis* reduziu a área foliar, a taxa de crescimento relativo e absoluta, razão de área foliar, índice de área foliar, estande e índice de colheita de *L. albus* (Gaspar et al. 1996). Damalas e Koutroubas (2022), ao pesquisarem o efeito da competição de plantas daninhas no crescimento e rendimento de tremoço, observaram que ocorreram perdas relativas na produtividade de 28,2 a 31,5%, e uma redução de 25,3 a 33,4% no acúmulo de massa seca, principalmente quando a infestação ocorreu nos estádios vegetativos iniciais. Desta forma, o controle de plantas daninhas na cultura do tremoço é essencial, principalmente durante o seu estabelecimento, visto que a interferência dessas pode causar danos no crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção, resultando em prejuízo econômico (Carton et al., 2020).

Dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o químico destaca-se por ser mais eficiente, rápido e apresenta menor custo ao se comprar com outras formas de controle (Silva et al., 2007). No entanto, para a cultura do tremoço não há herbicidas registrados no Brasil (AGROFIT, 2025) e poucos são os trabalhos que tenham estudado a viabilidade do

uso desses produtos nessa cultura (Bosco, 2018). Com isso, a utilização indevida de herbicidas registrados para outras culturas no manejo da cultura do tremoço pode levar a danos severos, irreversíveis, incluindo a morte de plantas.

Dada a crescente importância da cultura e a carência de estudos sobre o uso de herbicidas nas condições do Brasil, a hipótese do trabalho é que os herbicidas registrados para culturas da mesma família botânica podem apresentar seletividade para o tremoço, propiciando condições para um futuro uso no Brasil por meio da extensão de rótulo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade dos herbicidas aplicados em pré e pós-emergência da cultura do tremoço.

2. Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. O cultivo foi realizado em sala de crescimento com ambiente controlado, temperatura entre 23 °C e 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Como unidades experimentais foram utilizados 35 vasos plásticos (para cada etapa, pré e pós-emergência) com capacidade volumétrica para 500 mL preenchidos com substrato advindo de uma mistura de terra extraída de Latossolo Vermelho Escuro e areia de rio (2:1 v/v). Os resultados das análises química e física do substrato encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química e física do substrato utilizado nas parcelas experimentais. Jaticabal, SP.

pH (CaCl ₂)	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	mmol _c dm ⁻³			V%
						H+Al	SB	CTC	
5,7	16,1	27,8	2,5	19	8	17,8	29,5	47,3	62,4
Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe textural						
61,4	6,6	32,0	Média						

A semeadura do tremoço foi realizada depositando cinco sementes por vaso, seguida da irrigação. Aos 18 dias após a semeadura, quando as plantas se encontravam com 10 cm de altura e 4 folhas, foram realizados desbastes deixando duas plantas por vaso e, posteriormente, realizadas as aplicações de seis herbicidas em pós-emergência: bentazon (576 g i.a. ha⁻¹); chlorimuron-ethyl (10 g i.a. ha⁻¹); clethodim (108 g i.a. ha⁻¹); fluzifop-p-butyl (20 g i.a. ha⁻¹); haloxyfop-methyl (129,6 g i.a. ha⁻¹) e fomesafen (250 g i.a. ha⁻¹).

Nesta mesma ocasião, foi feita a semeadura do tremoço no restante das parcelas, seguida da irrigação e da aplicação de seis herbicidas em pré-emergência: trifluralina (801 g i.a. ha⁻¹); S-metolaclo (1.920 g i.a. ha⁻¹); diclosulam

(33,6 g i.a. ha⁻¹); clomazone (1000 g i.a. ha⁻¹); flumioxazin (25 g i.a. ha⁻¹) e sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹). Para as aplicações dos herbicidas utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, munido de barra com quatro pontas de pulverização XR 11002 espaçadas de 0,5 m, perfazendo uma faixa de 2 m, e ajustado para distribuir 200 L ha⁻¹ de calda, com 2,8 bar de pressão. As aplicações foram realizadas em sala de pulverização e as condições dos principais elementos climáticos registrados no momento das aplicações podem ser observadas na Tabela 2. No decorrer do período experimental, o substrato foi mantido úmido adicionando-se diariamente 10 mL de água por vaso.

Tabela 2. Condições climáticas no momento das pulverizações.

Condições da pulverização	Pré-emergentes	Pós-emergentes
	25/01/2022	25/01/2022
Horário do início	11h00	15h32
Horário do término	11h38	15h58
Temperatura do ar	31°C	31°C
Temperatura do solo	31°C	31°C
Umidade relativa do ar	50%	50%
Vento	Ausente	Ausente

Na modalidade de aplicação em pré-emergência, foram feitas avaliações diárias das plantas de tremoço emergidas, para se obter a percentagem de emergência. Em ambas as modalidades, aos 13, 23, 27 e 36 dias após aplicação (DAA) foram realizadas avaliações de fitotoxicidade, atribuindo-se notas visuais que vai de 1 a 9, segundo a Escala da EWRC (1964), onde: 1 = ausência de danos; 2 = sintoma muito leve (descoloração e deformação) em poucas plantas; 3 = sintoma muito leve (descoloração e deformação) em muitas plantas; 4 = forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem contudo, ocorrer necrose; 5 = Necrose de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhadas de deformação em folhas e brotos; 6 = mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrose; 7 = mais de 80% das folhas e brotos destruídos; 8 = danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes nas plantas e 9 = morte da planta. O intervalo de tempo adotado está relacionado ao acompanhamento do experimento, que era realizado a cada dois dias e, quando notada ação do herbicida, era realizado a avaliação de fitotoxicidade. Aos 36 DAA foram aferidos, ainda, o comprimento das raízes e a massa seca das raízes e

parte aérea, após essas serem secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem massa constante.

A normalidade dos dados e homocedasticidade das variâncias foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Bartlett a significância de $p \leq 0,05$. Confirmada a normalidade dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$ utilizando o Software *Statistica* 8.0.

3. Resultados e Discussão

Herbicidas Pré-emergentes

O sulfentrazone (T7) foi o herbicida que proporcionou maior fitotoxicidade ao tremoço, com 66,67% (Figura 1). Aos 13 DAA, o tremoço apresentou nota 6, quando mais de 50% das plantas apresentaram injúrias nas folhas cotiledonares, como mudança de coloração, aparecimento de manchas e necroses, com redução de altura da planta, sendo esta crescente até os 35 DAA (Figuras 1 e 2).

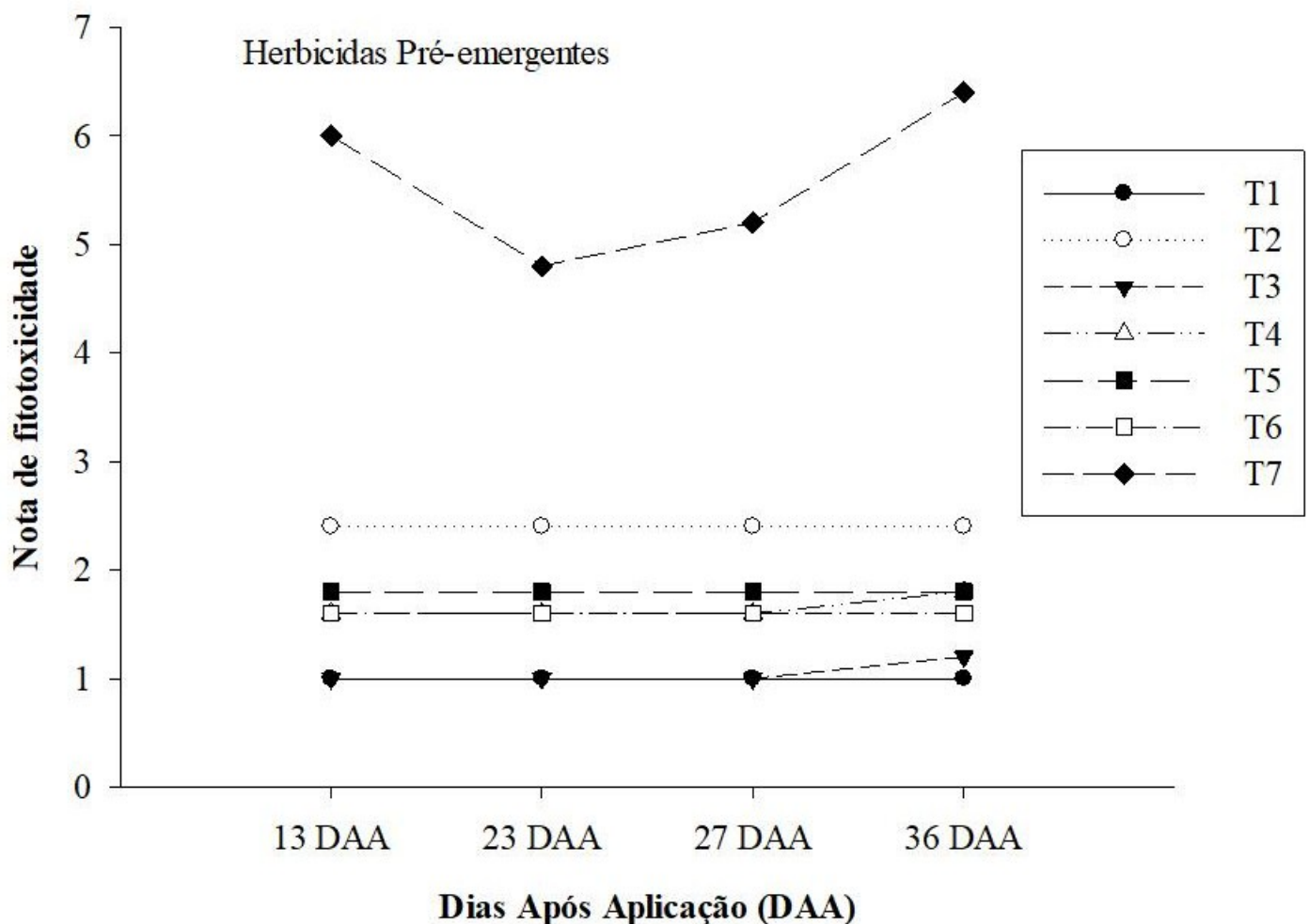


Figura 1. Notas visuais de toxicidade dos herbicidas nas plantas de tremoço ao longo do tempo. Testemunha (T1), trifluralina (T2); s-metolaclo (T3); diclosulam (T4); clomazone (T5); flumioxazin (T6) e sulfentrazone (T7).

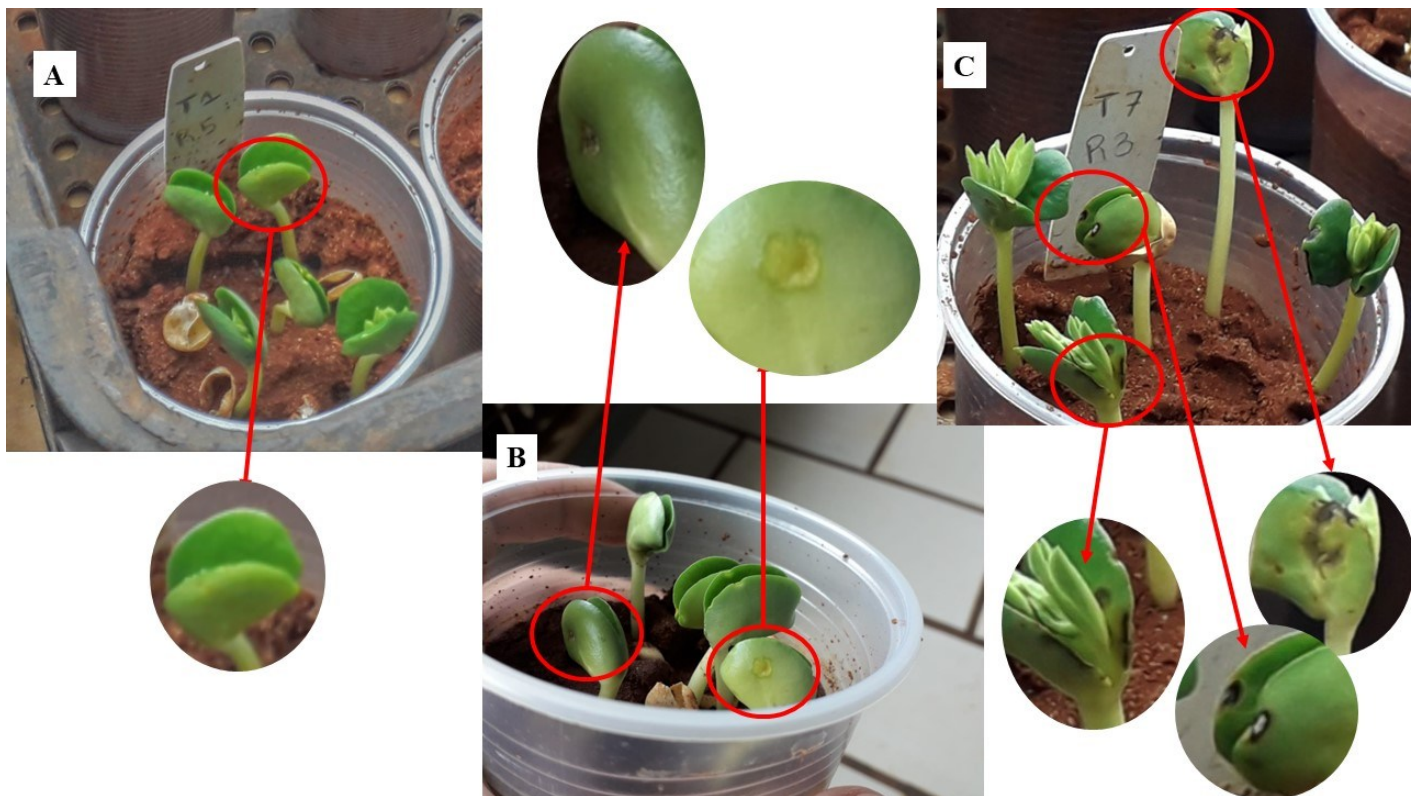


Figura 2. Plantas de tremço aos 6 DAA com apresentação de injúrias. A Testemunha (T1), B trifluralina (T2); e C sulfentrazone (T7).

O sulfentrazone apresenta pouca percolação e tem um maior contato com a semente e a fase inicial da planta, ficando alocado na região de 0-5 cm no solo (Rodrigues, 2022). Por mais que, o sulfentrazone seja um herbicida de pouca ou nenhuma translocação nas plantas, ele é absorvido pelas raízes, onde em contato com a estrutura da planta, atua na inibição da enzima PROTOX, o qual influencia no desencadeamento da formação de oxigênio singleto, fator responsável pela degradação oxidativa dos lipídios junto à exposição à luz, ocasiona morte celular por períodos longos de exposição (Carvalho e Lopez-Ovejero, 2008). Esse processo faz com que haja existência de radicais livres que podem interferir nos processos fisiológicos da planta, devido ao acúmulo de protoporfirina IX no citoplasma, causando instabilidade nos centros de reação dos fotossistemas I e II (Tripathy et al., 2007).

Pereira et al. (2000), ao estudarem a seletividade de sulfentrazone e diclosulam para cultivares de soja e observaram que estes herbicidas nas doses de 1000 g/ha e 70 g/ha do produto comercial, respectivamente, não devem ser aplicados em solo de textura arenosa sobre as cultivares de soja Conquista, Paiaguás e Taquari; já em solo de textura argilo-arenoso, os tratamentos químicos avaliados não apresentam restrições de seletividade aos cultivares de soja testados.

Em estudos realizados por Alves et al. (2018)

buscando fitorremediadores para solo contaminado com inibidores PROTOX, verificou-se que, o tremço apresenta suscetibilidade a solos com a presença deste grupo, sendo o efeito desse grupo maior aos 7 dias e a planta recupera-se ao longo do tempo. No presente trabalho o tremço apresenta níveis de toxicidade maiores, diferente que foi encontrado pelos autores acima citados onde há aumento das injúrias no tremço com o passar do tempo. Este fator pode estar relacionado à dosagem do herbicida, sendo que neste trabalho, utilizou-se maior dosagem. O aumento da fitointoxicação após o período esperado de detoxificação da espécie indica que a cultura não é tolerante ao herbicida (McCurdy et al., 2013).

Quanto aos demais tratamentos, o herbicida trifluralina (T2) resultou em fitotoxicidade muito leve em todo o período de avaliação, enquanto os outros herbicidas não causaram danos visuais às plantas de tremço.

Os herbicidas trifluralina, S-metolalcloro, diclosulam, clomazone, flumioxazin e sulfentrazone, quando aplicados na pré-emergência, não afetaram significativamente a emergência e o acúmulo de massa seca na parte aérea e radicular das plantas de tremço, embora S-metolalcloro, diclosulam e clomazone tenham reduzido o comprimento radicular em 33%, em média, quando comparados à testemunha (Tabela 3)

Tabela 3. Efeito de herbicidas pré-emergentes na percentagem de emergência (E%), comprimento das raízes (CR) e massas secas da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR) de plantas de tremoço aos 36 dias após a aplicação.

Tratamentos	E (%)	CR (cm)	MSPA (g.planta ⁻¹)	MSR (g.planta ⁻¹)
Testemunha	100a	14,5a	0,224a	0,090a
Trifluralina	88a	15,0a	0,211a	0,117a
S-metolacoloro	96a	9,0b	0,288a	0,119a
Diclosulam	92a	9,2b	0,281a	0,082a
Clomazone	100a	10,4b	0,300a	0,111a
Flumioxazin	92a	18,3a	0,252a	0,077a
Sulfentrazone	96a	11,8ab	0,205a	0,054a
Ftrat	0,96 ^{ns}	7,01 ^{**}	2,19 ^{ns}	1,32 ^{ns}
CV (%)	10,66	16,89	25,36	28,37

** Significativo a 1% pelo teste F, ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a p<0,05.

Herbicidas Pós-emergentes

Para notas de fitotoxicidade visual (Figuras 3 e 4), observa-se que o fomesafen (T7) proporcionou maior fitointoxicação no tremoço. Aos 13 DAA, as plantas de tremoço apresentaram nota de 3,2 (leve) de intoxicação que, com o passar do tempo, foi elevando-se, chegando a nota 7

(forte) aos 36 DAA, apresentando necrose, encarquilhamento e redução da altura e número de folhas (Figura 4). Quanto aos demais tratamentos, o chlorimuron-ethyl (T3) causou sintomas leves de fitointoxicação a partir dos 27 DAA, enquanto a aplicação de bentazon e fluazifop-p-butil causou sintomas muito leves neste mesmo período, e os demais herbicidas não apresentaram fitotoxicidade.

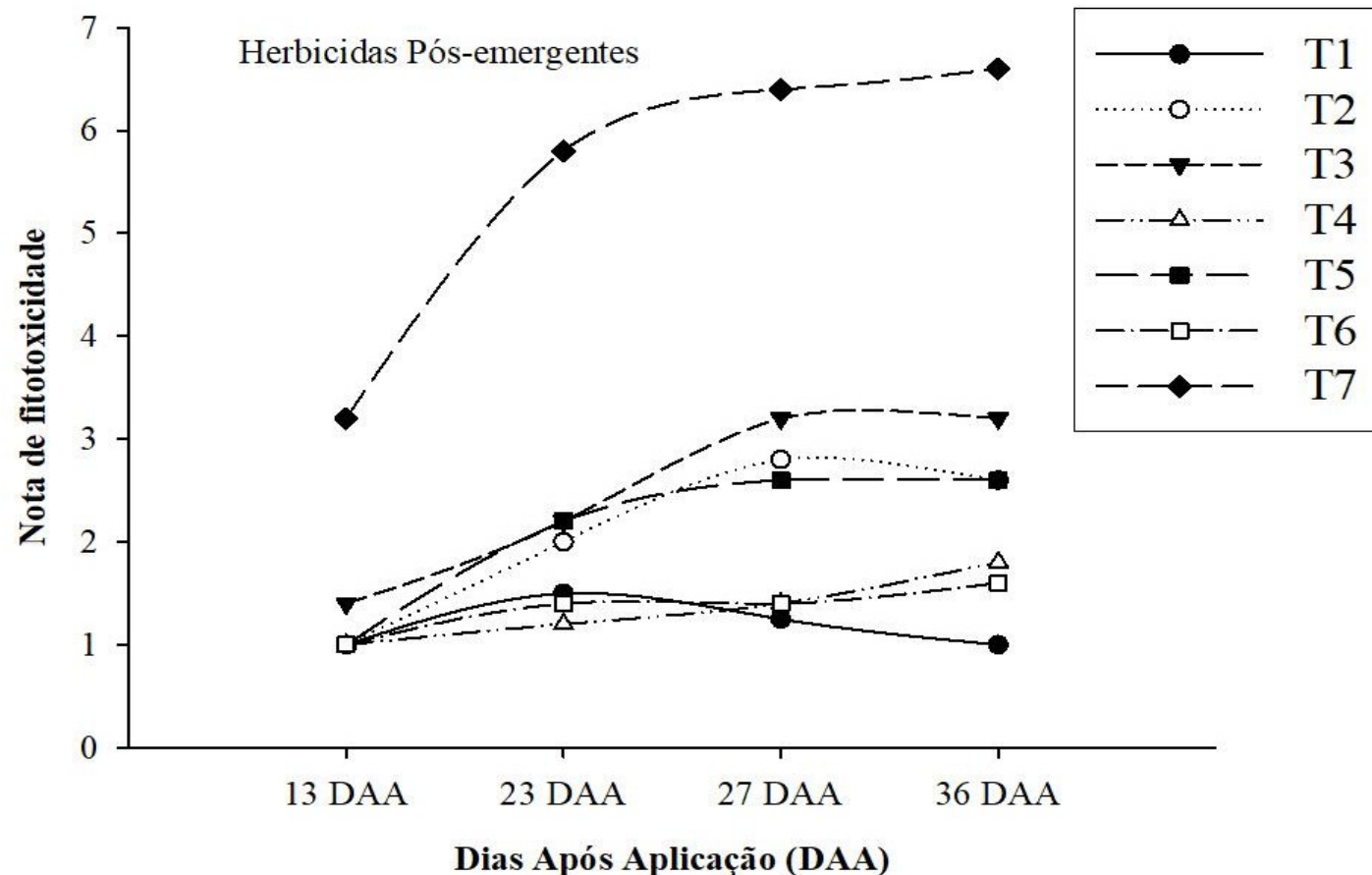


Figura 3. Notas visuais de toxicidade dos herbicidas nas plantas de tremoço ao longo do tempo. Testemunha (T1), bentazon (T2); chlorimuron-ethyl (T3); clethodim (T4); fluazifop-p-butil (T5); haloxyfop-methyl (T6) e fomesafen (T7).



Figura 4. Plantas de tremoço aos 36 DAA. A testemunha (T1), B chlorimuron-ethyl (T3) e C fomesafen (T7).

Machado et al. (2013) verificaram trevo-branco (*Trifolium repens* L.), também da família Fabaceae, é tolerante ao herbicida bentazon, quando aplicado na expansão do primeiro trifólio. Os mecanismos de tolerância das plantas aos herbicidas podem estar relacionados ao sítio-alvo (Cruz-Hipolito et al., 2013) ou não-alvo (Beckie et al., 2012). Uma das características responsáveis pela tolerância de um herbicida é a capacidade da planta decompor a molécula herbicida, tornando-a inativa (Délye, 2013). As enzimas dos grupos citocromo P450 (monooxigenases) e glutaciona-s-transferase (GST), são responsáveis pelas reações de oxidação e conjugação do herbicida, respectivamente, realizando a metabolização do mesmo (Hatzios e Burgos, 2004; Scarponi et al., 2006).

O herbicida bentazon é um inibidor do fotossistema II, o qual inibe a fotossíntese através da ligação deste herbicida com a plastoquinona B (Q_B), na proteína D1, do fotossistema II, que se localiza nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos, causando o bloqueio do transporte de elétrons da Q_A para Q_B (Oliveira Jr, 2011). A seletividade, deste grupo de herbicidas deve-se a metabolização, na qual a molécula é

conjugada com glutaciona e não chega ao cloroplasto, não causando fitotoxicidade, e também por outros fatores, como absorção diferencial por raízes ou folhas, translocação diferencial das raízes para as folhas, sorção em sítios inativos nas plantas.

Já o herbicida fluzafop-p-butil, assim como o cletodim e haloxyfop-methyl, os quais não apresentaram fitotoxicidade à cultura do tremoço, possuem como modo de ação a inibição da enzima ACCase. O mecanismo de seletividade destes herbicidas, entre espécies dicotiledôneas e gramíneas, ocorre devido a insensibilidade da enzima ACCase (Oliveira Jr, 2011); este grupo é considerado gramínicida, e espécies não gramíneas, tanto plantas daninhas, como culturas, são normalmente tolerantes (Oliveira Jr, 2011).

O herbicida chlorimuron-ethyl pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, e tem como mecanismo de ação a inibição da enzima ALS; para este grupo o mecanismo isolado de maior importância, em relação a seletividade, é a rápida conversão a compostos inativos nas plantas tolerantes (Beyer Jr. et al., 1998).

Aos 36 DAA, verificou-se que o chlorimuron-ethyl e o fomesafen resultaram em menor comprimento radicular quando comparados à testemunha, com reduções de 41 % e 75 %, respectivamente, enquanto os demais herbicidas apresentaram comportamento intermediário (Tabela 4). Ao

se analisar as massas secas das raízes e da parte aérea, observou-se que o fomesafen as reduziu em 81 % e 68 %, respectivamente, enquanto os demais herbicidas não as afetaram de modo significativo.

Tabela 4. Efeito de herbicidas pós-emergentes no comprimento das raízes (CR) e massas secas da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR) de plantas de tremoço aos 36 dias após a aplicação.

Tratamentos	CR (cm)	MSR (g.planta ⁻¹)	MSPA (g.planta ⁻¹)
Testemunha	14,50a	0,223a	0,326a
Bentazon	10,0ab	0,123ab	0,306ab
Chlorimuron-ethyl	8,50bc	0,140ab	0,315ab
Clethodim	11,33ab	0,258a	0,320ab
Fluazifop-p-butyl	11,50ab	0,131ab	0,320ab
Haloxifop-methyl	13,67ab	0,173ab	0,281ab
Fomesafen	3,67c	0,043b	0,103b
Ftrat	6,43**	3,01*	3,22*
CV (%)	25,32	24,56	34,25

*,** Significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente; médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$.

A seletividade é definida como o nível diferencial de fitotoxicidade de um herbicida sobre várias plantas quando aplicado na mesma dose e nas mesmas condições ambientais (Oliveira Jr., 2011). A tolerância de uma planta ao herbicida é um fator que determina a sua seletividade (Mahan et al., 2006). São considerados seletivos os herbicidas que causam injúrias moderadas, mesmo que ocorra redução definitiva do crescimento ou recuperação lenta, mas os danos proporcionam apenas pequenas reduções de produtividade (SBCPD, 1995).

Portanto, para a cultura do tremoço, apresentam seletividade os herbicidas pré-emergentes trifluralina, S-metolacoloro, diclosulam, clomazone, flumioxazin e sulfentrazone; e pós-emergentes: fluazifop-p-butyl, cletodim, haloxifop-methyl e bentazon, nas doses, condições ambientais e estágio de aplicação utilizados neste

experimento.

4. Conclusões

Os herbicidas pré-emergentes sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹) e trifluralina (801 g i.a. ha⁻¹), e o pós-emergente fomesafen (250 g i.a. ha⁻¹) e chlorimuron-ethyl (10 g i.a. ha⁻¹) não foram seletivos à cultura do tremoço.

Os herbicidas pré-emergentes S-metolacoloro (1.920 g i.a. ha⁻¹), diclosulam (33,6 g i.a. ha⁻¹); clomazone (1000 g i.a. ha⁻¹); flumioxazin (25 g i.a. ha⁻¹) e os pós-emergentes bentazon (576 g i.a. ha⁻¹), clethodim (108 g i.a. ha⁻¹); fluazifop-p-butyl (20 g i.a. ha⁻¹); haloxifop-methyl (129,6 g i.a. ha⁻¹) foram seletivos à cultura do tremoço.

Referências

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 18/10/2025.

Alves C, Galon L, Kaizer RR, Holz CM, Winter FL, Basso, FJM, et al. Selection of species with soil phytoremediation potential after the application of protox-inhibiting herbicides. *Planta Daninha*. 2018;36:e018174765. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100074>

Beckie HJ, Warwick, SI, Sauder CA. Basis for herbicide resistance in Canadian populations of wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci*. 2012;60(1):10-18. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00110.1>

Beyer-Jr. E, Duffy M, Hay J, Schlueterd DD. Sulfonylureas. In: Kearney, P.C.; Kaufman, D.D (eds), *Herbicides chemistry, degradation and mode of action*. New York, EUA; Marcel Dekker, p. 117-189, 1998.

Bosco E D. Seletividade de herbicidas aplicados sobre plantas de cobertura de inverno e verão. p. 40. Trabalho de Conclusão de Curso – 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10674>.

Carton N, Naudin C, Piva G, Corre-Hellou G. Intercropping winter lupin and triticale increases weed suppression and total yield. *Agriculture*. 2020;10,316. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture10080316>

Carvalho SJP, Lopez-Ovejero RF. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In: Christoffoleti, P.J. et al. *Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas*. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. p. 69-77.

Cruz-Hipolito H, Rosario J, Ioli G, Osuna MD, Smeda RJ, González-Torralva F, et al. Resistance mechanism to

- tribenuron-methyl in white mustard (*Sinapis alba*) from southern Spain. *Weed Sci.* 2013;61(3):341-347. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00146.1>
- Damalas, C.A.; Koutroubas, S.D. Weed competition effects on growth and yield of spring-sown white lupine. *Horticulturae.* 2022;8(5):430. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050430>
- Délye C. Unravelling the genetic bases of non- target- site-based resistance (NTSR) to herbicides: a major challenge for weed science in the forthcoming decade. *Pest Manag Sci.* 2013;69(2):176-187. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ps.3318>
- El Wakeel MA, Dawood MG, El-Rokiek KG, El-Awadi MES, El-Din SAS. Use of *Beta vulgaris* allelopathic properties to control some weeds associated with *Lupinus albus* plant comparing with two recommended herbicides. *Agric Eng Intern: CIGR J.* 2019;21(2):216-222.
- EWRC (European Weed Research Council). Report of 3rd and 4th meetings of EWRC - Committee of Methods in Weed Research. *Weed Res.* 1964;4(1):88.
- FAO. Disponível online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (acessado em 10 de fevereiro de 2023).
- Folgart A, Price AJ, Van Santen E, Wehtje GR. Organic weed control in white lupin (*Lupinus albus* L.). *Ren Agric Food Syst.* 2011;26(3):193-199. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1742170510000542>
- Gaspar N, Moreira I, Pinto P. Weed interference with *Lupinus albus* crop. *Rev Ciências Agrárias.* 1996; 19,2:3-13. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.15/151>.
- Hatzios KK, Burgos N. Metabolism-based herbicide resistance: regulation by safeners. *Weed Sci.* 2004; 52(3):454-467. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/P2002-168C>.
- Machado D, Lustosa SBC, Baldissera TC, Turok JDN, Machado M, Watzlawick LF, et al. Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio. *Ciênc Rural.* 2013; 43(12):2132-2138. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001200002>
- Mahan JR, Dotray PA, Light GG, Dawson KR. Thermal dependence of bioengineered glufosinate tolerance in cotton. *Weed Sci.* 2006; 54(1): 1-5, Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS-05-042R.1>
- Martínez I, Clemente R, Bernal P. 2008. Metal availability and chemical properties in the rhizosphere of *Lupinus albus* L. growing in a high-metal calcareous soil. España: Department of Soil and Water Conservation and Organic, Campus Universitario de Espinardo.
- McCurdy JD, McElroy JS, Flessner ML. Differential response of four *Trifolium* species to common broadleaf herbicides: implications for mixed grass-legume swards. *Weed Tech.* 2013;27:123-128. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00093.1>
- Mierlita D, Simeanu D, Pop IM, Criste F, Pop C. Chemical composition and nutritional evaluation of lupine seeds (*Lupinus albus* L.) from low-alkaloid varieties. *Rev Chimie.* 2018;69:453-458. Disponível em: <https://doi.org/10.37358/RC.18.2.6126>
- Oliveira Jr. RS. Mecanismo de ação de herbicidas. In: Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J.; Inoue, M.H. *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.* Curitiba: Omnipax, p. 14-192, 2011.
- Pereira FAR, Alvarenga SLA, Otubo S, Morceli A, Bazoni R. Seletividade de sulfentrazone em cultivares de soja e efeitos residuais sobre culturas sucessivas, em solos de cerrado. *Rev Bras Herb* 2000;(3):219-224. Disponível em: <https://doi.org/10.7824/rbh.v1i3.338>
- Rodrigues LR. Dinâmica das reservas das sementes de *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland e *Ricinus communis* L. em diferentes profundidades de semeadura e controle e lixiviação de diferentes formulações de amicarbazone e sulfentrazone. 2022. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. doi:10.11606/D.11.2022.tde-12052022-170902. Acesso em: 2023-01-23.
- Rovedder APM. Potencial do *Lupinus albescens* Hook. & Arn. para recuperação de solos arenizados do Bioma Pampa. Tese (doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. 126f, 2007.
- SBCPD. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995. 95 p.
- Scarponi L, Quagliarini E, Del Buono D. Induction of wheat and maize glutathione S- transferase by some herbicide safeners and their effect on enzyme activity against butachlor and terbuthylazine. *Pest Manag Sci.* 2003;62(10):927-932. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ps.1258>
- Silva AA, Vivian R, Oliveira Jr. RS. O. Herbicidas: comportamento no solo. In: Silva, A. A.; Silva, J. F. Ed. *Tópicos em manejo de plantas daninhas.* Viçosa: Ed. UFV, 2007. Cap.5, p. 189-248.
- Tripathy BC, Mohapatra A, Gupta I. Impairment of the photosynthetic apparatus by oxidative stress induced by photosensitization reaction of protoporphyrin IX. *Bioch Biophys Acta.* 2007;1767(6): 860-868. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2007.03.008>