

IDEAU

HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DE FOLHA LARGA NA CULTURA DO TRIGO

POST-EMERGENCE HERBICIDES IN THE CONTROL OF BROADLEAF WEEDS IN WHEAT CROP

HERBICIDAS POST-EMERGENTES EN EL CONTROL DE MALEZAS DE HOJA ANCHA EN EL CULTIVO DE TRIGO

Rodrigo Rafael Erig

Graduado em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Educacional de Passo Fundo (IDEAU), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: rodrigoerig9@gmail.com

Adalin Cezar Moraes de Aguiar

Doutor em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: adalin-cezar@hotmail.com

Gabriel Fernandes da Silva

Graduando em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Educacional de Passo Fundo (IDEAU), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: fernandesgfsilva@gmail.com

Katia Trevizan

Doutora em Produção Vegetal, Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: agronomia.pf@ideau.com.br

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma cultura de grande importância econômica e alimentar no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Centro-Oeste. Contudo, a presença de plantas daninhas, como o nabo (*Raphanus raphanistrum* L.), compromete o desenvolvimento e a produtividade da cultura, tornando o manejo químico uma ferramenta essencial. O estudo teve como objetivo avaliar a eficiência e a seletividade de herbicidas pós-emergentes no controle de plantas daninhas de folha larga em lavoura de trigo. O experimento foi conduzido em campo, na Granja Coqueiros, em Ernestina-RS, em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Foram aplicados os herbicidas 2,4-D, piroxsulam, metsulfuron-metil e saflufenacil, além de duas testemunhas (com e sem capina). Avaliaram-se o controle visual das plantas daninhas, a fitotoxicidade no trigo, a altura de plantas, o número de perfilhos, a massa seca e a produtividade, além da análise econômica dos tratamentos. Os resultados demonstraram que o saflufenacil

DOI:10.55905/ramviv13n2-002

Submitted on: 9.2.2026 | Accepted on: 9.8. 2026 | Published on: 9.18.2026

apresentou ação rápida, atingindo 100% de controle a partir dos 21 dias após a aplicação, enquanto piroxsulam e metsulfuron-metil alcançaram controle total apenas na avaliação final; o 2,4-D mostrou menor eficiência e sintomas de fitotoxicidade mais evidentes. O saflufenacil (4440 kg ha⁻¹) e o piroxsulam (4140 kg ha⁻¹) proporcionaram rendimentos próximos ao da capina manual (4740 kg ha⁻¹) e os maiores retornos econômicos entre os herbicidas. Conclui-se que saflufenacil e piroxsulam são as opções recomendadas ao produtor rural, por aliarem alta eficiência no controle do nabo, boa seletividade e maior produtividade e estabilidade da cultura do trigo.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. Seletividade. Manejo Químico. Gramíneas de Inverno.

ABSTRACT

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is a crop of great economic and food importance in Brazil, especially in the South and Central-West regions. However, the presence of weeds, such as turnip (*Raphanus raphanistrum* L.), compromises crop development and productivity, making chemical management an essential tool. This study aimed to evaluate the efficiency and selectivity of different post-emergence herbicides in controlling broadleaf weeds in wheat crops. The experiment was conducted in the field at Granja Coqueiros, in Ernestina, RS, in a completely randomized design with six treatments and four replicates, totaling 24 plots. The herbicides 2,4-D, piroxsulam, metsulfuron-methyl, and saflufenacil were applied, in addition to two controls (with and without weeding). Visual weed control, wheat phytotoxicity, plant height, tiller number, dry matter, and yield were evaluated, along with an economic analysis of the treatments. The results demonstrated that saflufenacil and piroxsulam were more effective in controlling turnip and had good crop selectivity, resulting in yields close to those achieved with manual weeding. Metsulfuron-methyl performed intermediately, while 2,4-D showed lower efficiency and symptoms of phytotoxicity. It is concluded that the herbicides saflufenacil and piroxsulam are the most recommended options for rural producers, as they showed high efficiency in controlling turnip, good selectivity and contributed to greater productivity and stability of the wheat crop.

Keywords: Phytotoxicity. Selectivity. Chemical Management. Winter Grasses.

RESUMEN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es un cultivo de gran importancia económica y alimentaria en Brasil, especialmente en las regiones Sur y Centro-Oeste. Sin embargo, la presencia de malezas, como el nabo (*Raphanus raphanistrum* L.), compromete el desarrollo y la productividad del cultivo, lo que convierte el manejo químico en una herramienta esencial. El estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia y la selectividad de diferentes herbicidas post-emergentes en el control de malezas de hoja ancha en un cultivo de trigo. El experimento se llevó a cabo en campo, en la Granja Coqueiros, en Ernestina-RS, en un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 24 parcelas. Se aplicaron los herbicidas 2,4-D, piroxsulam, metsulfuron-metil y saflufenacil, además de dos testigos (con y sin escarda). Se evaluaron el control

visual de las malezas, la fitotoxicidad en el trigo, la altura de las plantas, el número de macollos, la masa seca y la productividad, además del análisis económico de los tratamientos. Los resultados demostraron que saflufenacil y piroxsulam presentaron mayor eficiencia en el control del nabo y buena selectividad al cultivo, resultando en rendimientos próximos al tratamiento con escarda manual. El metsulfuron-metil tuvo un desempeño intermedio, mientras que el 2,4-D presentó menor eficiencia y síntomas de fitotoxicidad. Se concluye que los herbicidas saflufenacil y piroxsulam son las opciones más recomendadas para el productor rural, pues presentaron alta eficiencia en el control del nabo, buena selectividad y contribuyeron a una mayor productividad y estabilidad del cultivo de trigo.

Palabras clave: Fitotoxicidad. Selectividad. Manejo Químico. Gramíneas de Invierno.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais importantes para a alimentação mundial e, no Brasil, destaca-se economicamente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso do Sul, além de contribuir em sistemas de rotação. Seu desempenho produtivo depende de manejo adequado, sendo o controle de plantas daninhas um dos principais desafios: elas competem por luz, água, nutrientes e espaço, sobretudo nos estádios iniciais, comprometendo o estande e a produtividade. Entre as espécies mais importantes destaca-se o nabo (*Raphanus raphanistrum* L.), de rápido crescimento, alta capacidade competitiva e ampla ocorrência.

O controle químico com herbicidas pós-emergentes é uma das estratégias mais empregadas, por permitir o manejo seletivo após a emergência da cultura; sua eficiência, contudo, depende da escolha do produto e do momento de aplicação, considerando seletividade, custo e compatibilidade com o sistema de manejo. A pesquisa justifica-se pela necessidade de gerar informações técnicas que orientem a escolha de herbicidas mais eficientes e seletivos, sobretudo diante do avanço da resistência, reduzindo perdas e favorecendo sistemas de produção mais sustentáveis.

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência e a seletividade de herbicidas pós-emergentes no controle do nabo em trigo,

considerando controle visual, estatura, perfilhamento, massa seca, densidade de plantas daninhas, fitotoxicidade, produtividade e viabilidade econômica. Partiu-se da hipótese de que diferentes herbicidas apresentam níveis distintos de controle e de resposta fisiológica da cultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO TRIGO

As plantas daninhas são um dos principais fatores limitantes da produtividade do trigo, competindo por água, luz, nutrientes e espaço e hospedando pragas e doenças; as perdas variam de 18% a 82%, conforme a espécie e a infestação (Bedin *et al.*, 2022; Roman; Vargas, 2006). No Sul do Brasil, destacam-se azevém, aveia-preta, nabo e buva, pela alta competitividade e pela crescente resistência a herbicidas, sobretudo ao glifosato (BRASIL, 2020; Zagonel; Fernandes, 2021). O nabo (*Raphanus raphanistrum*) merece atenção especial por sua resistência aos inibidores da ALS, podendo reduzir a produtividade do trigo em até 62% quando não controlado adequadamente (Agostinetto *et al.*, 2008; Upherb, 2024).

O manejo integrado, que reúne práticas preventivas, culturais, mecânicas e químicas, reduz perdas e o banco de sementes do solo; medidas como sementes certificadas, limpeza de máquinas, rotação de culturas, cultivares competitivas e cobertura vegetal aumentam sua eficiência (Vargas; Roman, 2006; Embrapa Trigo, 2020). O controle químico, amplamente empregado no plantio direto, utiliza herbicidas como 2,4-D, metsulfuron-metil, iodosulfuron e metribuzin para folhas largas e inibidores da ACCase para gramíneas; a aplicação em estádios iniciais e a alternância de mecanismos de ação são fundamentais para retardar a resistência (Agostinetto *et al.*, 2017; Heap, 2023).

2.2 HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES

Os herbicidas pós-emergentes, aplicados após a emergência da cultura e das plantas daninhas, permitem controle seletivo e reduzem perdas e o banco de sementes, embora aplicações inadequadas possam causar fitotoxicidade e selecionar biótipos resistentes (Gazziero *et al.*, 2019; Embrapa Trigo, 2020). Os sintomas foliares de cada herbicida avaliado são apresentados na Figura 1.

2.2.1 Metsulfuron-metil

O metsulfuron-metil, do grupo das sulfonilureias, inibe a enzima ALS, responsável pela síntese de aminoácidos essenciais. Absorvido por folhas e raízes e translocado até os meristemas, interrompe o crescimento celular e provoca clorose, seguida de necrose e morte das plantas daninhas em uma a duas semanas (Figura 1a) (FMC, 2018; Adapar, 2024; Vargas; Bianchi, 2018; Piasecki *et al.*, 2010).

A seletividade do trigo decorre da rápida metabolização do herbicida, por hidroxilação e conjugação com glicose mediadas pelo citocromo P450, que impede o acúmulo de níveis tóxicos na cultura, ao contrário do metabolismo mais lento nas plantas daninhas (Upherb, 2014; FMC, 2018). O produto é eficaz no controle do nabo quando aplicado nas doses e estádios indicados, mas doses excessivas ou fases sensíveis podem causar fitotoxicidade (Adapar, 2024). No solo, sua persistência varia com o pH, com degradação mais rápida em solos ácidos, por hidrólise e atividade microbiana, com maior adsorção em solos ricos em matéria orgânica (Weedout, 2023).

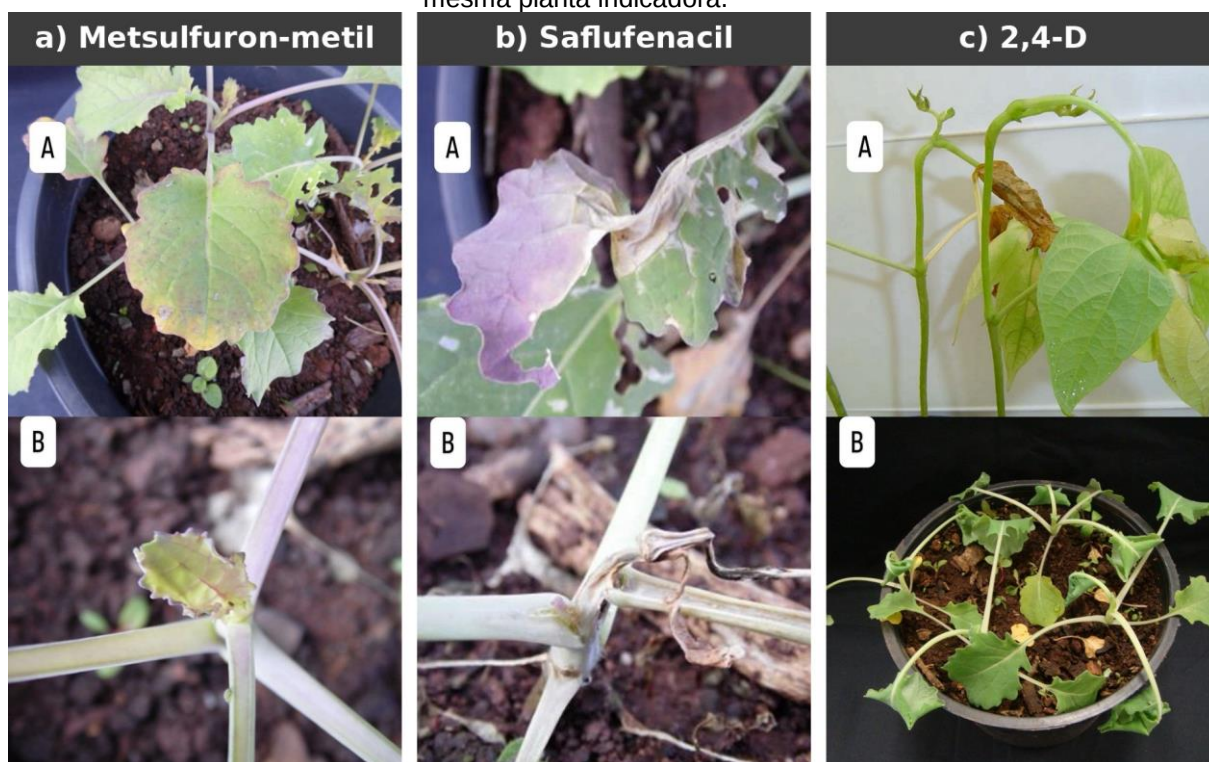
2.2.2 Saflufenacil

O saflufenacil, do grupo das pirimidinedionas, é rapidamente absorvido por folhas e caules, com translocação limitada pelo xilema. Inibe a protoporfirinogênio oxidase (PPO), levando ao acúmulo de protoporfirina IX que, sob luz, gera radicais livres, peroxidação lipídica e necrose rápida das células

(Heap, 2023; Budd *et al.*, 2017). Os sintomas surgem poucas horas após a aplicação, como manchas necróticas que evoluem para a morte da planta em poucos dias (Figura 1b).

A seletividade ao trigo deve-se à maior capacidade de detoxificação da cultura; no solo, o produto tem baixa persistência, sendo degradado por microrganismos. É eficiente sobre folhas largas, como o nabo, em pós-emergência, preferencialmente combinado ou rotacionado com outros mecanismos para evitar resistência (Vargas; Bianchi, 2018; Heap, 2023).

Figura 1. Sintomas foliares provocados pelos herbicidas pós-emergentes em plantas indicadoras. a) metsulfuron-metil: clorose nas regiões meristemáticas que evolui para necrose; b) saflufenacil: manchas necróticas foliares com morte generalizada da planta; c) 2,4-D: epinastia (curvatura das folhas para baixo). Em cada painel, A e B representam repetições da mesma planta indicadora.



Fonte: Katia Trevizan (2025).

2.2.3 Piroxsulam

O piroxsulam, do grupo das triazolopirimidinas, inibe a acetolactato sintase (ALS), essencial à biossíntese de valina, leucina e isoleucina. Absorvido pelas folhas e translocado pelo floema até os meristemas, bloqueia a síntese

desses aminoácidos, interrompendo o crescimento e a divisão celular das plantas daninhas (Vargas; Bianchi, 2012; Huang *et al.*, 2022).

Os sintomas incluem clorose nas folhas novas e necrose progressiva, com morte em poucas semanas. A seletividade ao trigo decorre do metabolismo diferencial, embora haja relatos de resistência por mutações no gene da ALS e maior metabolização nas plantas resistentes (Huang *et al.*, 2022). Recomenda-se rotação de mecanismos e cautela para evitar deriva a culturas sensíveis (Vargas; Bianchi, 2012).

2.2.4 2,4-D

O 2,4-D, do grupo dos fenoxicarboxílicos, mimetiza a auxina natural (ácido indolacético). Absorvido por folhas, caules e raízes e translocado pelo floema, provoca crescimento desordenado, com alongamento anormal, torção e deformações, além de interferir no transporte de hormônios e nutrientes, resultando em danos severos e morte da planta (Rodríguez-Serrano *et al.*, 2014; HEAP, 2023).

Os sintomas incluem epinastia, enrolamento, clorose e necrose, que em poucos dias culminam na morte da planta (Figura 1c); em nível celular, induz estresse oxidativo, enquanto o metabolismo por oxidação e conjugação confere tolerância à cultura nas doses recomendadas (Vargas; Bianchi, 2018). No controle de folhas largas, como o nabo, é muito utilizado, geralmente combinado a outros herbicidas e à rotação de mecanismos de ação para preservar a eficácia e retardar a resistência.

2.3 FITOTOXICIDADE EM CULTURAS COMERCIAIS

A fitotoxicidade em trigo manifesta-se por clorose, necrose, nanismo e deformações foliares, influenciada pela dose, pelo estágio fenológico, pela cultivar e pelas condições ambientais; o 2,4-D, por exemplo, pode causar clorose temporária se aplicado após o emborrachamento. A seletividade depende da rapidez com que o trigo metaboliza o princípio ativo, reduzida por temperaturas

extremas ou estresse hídrico. Para minimizá-la, recomenda-se respeitar as doses (por exemplo, 500-750 g/ha para 2,4-D), aplicar em estádios iniciais (3 a 5 folhas) e evitar pulverizações acima de 30 °C ou com umidade relativa abaixo de 50%, que aumentam a absorção não seletiva (Agostinetto *et al.*, 2017; Costa; Rizzardi, 2014).

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido a campo na Granja Coqueiros, em Ernestina, Rio Grande do Sul (28°15'46" S; 52°24'24" W; 577 m de altitude), região de relevo suave ondulado e clima subtropical úmido. O solo da área é um Latossolo Vermelho Eutrófico, profundo e bem drenado, de origem basáltica, cujas características físico-químicas constam no Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização química do solo.

Argila	Índice SMP	Matéria Orgânica	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC	Zn	Mn	Cu	B
(%)			H ₂ O	mg/L		cmolc/L			mg/dm ³			
34	6,6	2,70	5,9	17,3	138,7	6,83	3	12,87	3,47	7,67	2,07	0,33

Fonte: Precisão-AP, de Almirante Tamandaré do Sul (2025).

A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa e procedimentos experimentais. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos (Quadro 2) e quatro repetições, totalizando 24 parcelas.

Quadro 2. Descrição dos tratamentos, produto e dosagem no ensaio de controle de plantas daninhas com uso de herbicida pós-emergente para trigo. Ernestina-RS, 2025.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	PRINCÍPIO ATIVO	CONCENTRAÇÃO	DOSE/HECTARE
Tratamento 1	Testemunha, sem aplicação herbicida	–	–	–
Tratamento 2	Testemunha, sem aplicação herbicida + capina	–	–	–
Tratamento 3	Herbicida 2,4-D	2,4-D	806 g/L	500 mL/ha
Tratamento 4	Herbicida	Piroxsulam	45 g/L	340 mL/ha

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	PRINCÍPIO ATIVO	CONCENTRAÇÃO	DOSE/HECTARE
Tratamento 5	Herbicida	Metsulfuron-metil	600 g/kg	3,3 g/ha
Tratamento 6	Herbicida	Saflufenacil	700 g/kg	35 g/ha

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O tratamento com capina manual serviu como referência do potencial produtivo da cultura em condição livre de plantas daninhas; nos tratamentos químicos, os herbicidas foram aplicados nas doses mínimas recomendadas em bula. A área experimental totalizou 600 m², com parcelas de 25 m² dispostas aleatoriamente e identificadas por tratamento e repetição.

A dessecação foi realizada na segunda quinzena de maio com pulverizador autopropelido Stara Gladiador 2700 (2.500 L de calda; barra de 27 m), empregando os herbicidas sistêmicos do Quadro 3; após a semeadura, aplicou-se sequencialmente um herbicida de contato. No dia da aplicação, a umidade relativa do ar era de 60% e a velocidade do vento, de 2 a 4 km/h.

Quadro 3. Herbicidas utilizados para a dessecação da área do experimento. Ernestina-RS, 2025.

HERBICIDA	CONCENTRAÇÃO	DOSE/HECTARE
Glyphosate	540 g/L	2,5 litros
2,4-D	806 g/L	1,8 litros
Clethodim	240 g/L	0,8 litros
Orange (óleo de laranja)	Adjuvante	0,15 litros
Glufosinate-ammonium	200 g/L	2,5 litros
Orange (óleo de laranja)	Adjuvante	0,15 litros

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A semeadura ocorreu na primeira semana de junho de 2025, com a cultivar TBIO Audaz, previamente tratada com carboxina + tiofanato-metílico (2,5 mL/kg), azoxistrobina + difenoconazol (1 mL/kg) e fluoxastrobina + tiabendazol (2 mL/kg). Empregou-se densidade de 180 kg/ha (92 sementes por metro linear), profundidade de 2,5 cm e peso de mil sementes de 33 g. Utilizou-se trator John Deere de 180 cv acoplado a semeadora SSM de 27 linhas, com espaçamento de 17 cm, e adubação de base de 260 kg/ha da fórmula 05-20-20 S+Ca.

As aplicações dos herbicidas pós-emergentes (Quadro 2) foram realizadas na última semana de julho, com uso de EPIs e bomba costal

pressurizada a CO₂ (barra de 3 m, 6 bicos), calibrada para vazão de 150 L/ha (375 mL de calda por parcela). Os herbicidas foram pesados em balança de precisão, diluídos em 2 L de água e dosados com seringa, assegurando aplicação uniforme.

No início do perfilhamento (estádio duplo-anel), realizou-se a primeira aplicação de nitrogênio com ureia protegida 40-00-00 + 5S, na dose de 100 kg/ha; a segunda, de mesma dose, ocorreu no início da elongação do colmo, na espiguetta terminal. Ambas foram feitas com trator New Holland TL de 80 cv e espalhador de taxa variável Stara Twister 1500. Para o controle de doenças e insetos-praga, aplicaram-se, com pulverizador autopropelido, os produtos relacionados no Quadro 4.

Quadro 4. Produtos utilizados no controle de insetos-praga e doenças. Ernestina-RS, 2025.

PRINCÍPIO ATIVO	CONCENTRAÇÃO	DOSE/HECTARE
Piraclostrobina + Epoxiconazol	260 g/L + 160 g/L	300 mL/ha
Picoxistrobina + Ciproconazol	90,0 g/L + 40,0 g/L	600 mL
Metconazol	90 g/L	1 L/ha
Imidacloprido + Bifentrina	250 g/L + 50 g/L	300 mL/ha

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O controle das plantas daninhas e a fitotoxicidade no trigo foram avaliados por escala visual de 0 a 100% (0% = ausência de efeito; 100% = controle ou dano total), conforme a SBPCPD (1995), aos 7, 14, 21 e 50 dias após a aplicação (DAA), com três observações por parcela. O controle baseou-se em sintomas como redução de biomassa, necrose, clorose e inibição do crescimento; a fitotoxicidade, em clorose, necrose, deformações foliares e redução de crescimento, sempre em relação à testemunha não tratada.

Na fase de alongamento, selecionaram-se aleatoriamente 10 plantas por repetição para determinar a estatura (do solo à extremidade da folha mais alta, com trena graduada) e o número de perfilhos bem desenvolvidos, por contagem direta. A massa seca foi avaliada na mesma fase, coletando-se seis plantas por repetição, secadas em estufa a 65 °C por 72 horas até peso constante e pesadas em balança de precisão, com resultados expressos em gramas por parcela. A densidade de plantas daninhas foi determinada por contagem direta em 1 m² por

repetição, na fase de afilhamento, antes da aplicação dos herbicidas, registrando-se as espécies presentes.

A produtividade foi estimada por parcela: em um metro linear, contaram-se as espigas e o número médio de grãos por espiga; a partir do espaçamento entre linhas, estimou-se o número de grãos por metro quadrado, extrapolado para hectare, com os valores ajustados para 13% de umidade nos grãos.

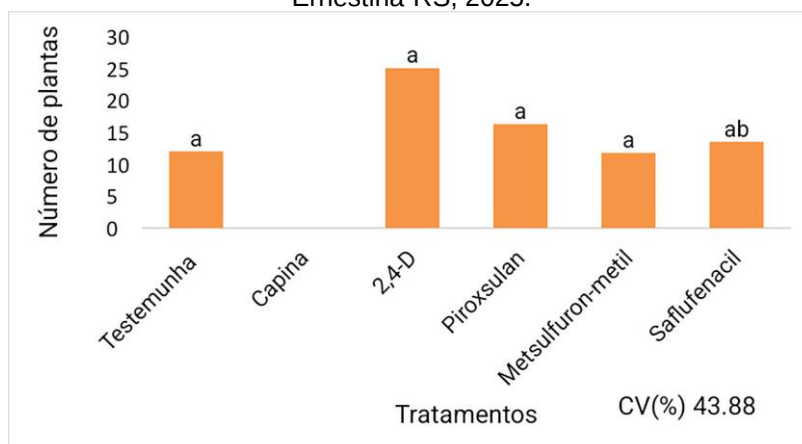
O custo de aplicação, expresso em R\$/ha, considerou herbicidas, adjuvantes, mão de obra e pulverização, com preços obtidos por cotação de mercado na região. O retorno bruto resultou da multiplicação da produtividade (kg/ha) pelo preço de venda do trigo (R\$/kg), e o retorno líquido, da subtração do custo de aplicação.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no software Assistat.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na avaliação inicial da infestação, antes da aplicação dos tratamentos, constatou-se apenas a presença da espécie nabo, com variação significativa entre os manejos (Figura 2).

Figura 2. Avaliação da incidência de plantas daninhas na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.



Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O tratamento 2,4-D apresentou o maior número médio de plantas daninhas, seguido por Piroxsulam, Saflufenacil e Metsulfuron-metil, enquanto a capina manual mostrou a menor incidência, com diferença estatisticamente significativa. O predomínio do nabo é coerente com sua ocorrência frequente e o difícil controle em áreas de trigo no Sul do Brasil.

A infestação inicial compromete o estabelecimento do trigo, e o nabo é especialmente problemático pela resistência crescente ao 2,4-D, que reduz a eficiência do herbicida isolado e exige manejo integrado (Vargas *et al.*, 2018; Menezes *et al.*, 2020; Heap, 2024). A capina apresentou controle total (100%) em todos os períodos e a testemunha, nulo (Tabela 1). Entre os herbicidas, o saflufenacil destacou-se pela ação rápida e persistente (81,25% aos 7 dias e 100% a partir dos 21 dias), enquanto metsulfuron-metil e piroxsulam alcançaram controle total apenas na avaliação final (Piasecki *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021; Oberrherr; Ludwig, 2024). O 2,4-D teve a menor eficiência, com controle intermediário aos 45 dias, coerente com sua ação mais lenta e menor persistência.

Tabela 1. Avaliação de controle, com escala visual de 0 a 100%, na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.

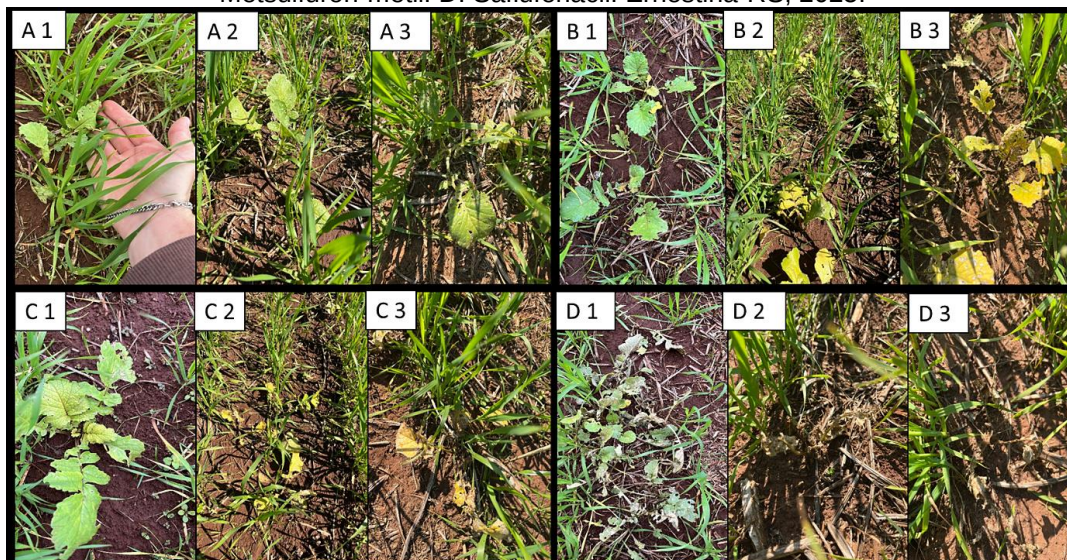
Controle				
Tratamentos	7 DAA	14 DAA	21 DAA	45 DAA
Testemunha	0 d	0 c	0 d	0 c
Capina	100 a	100 a	100 a	100 a
2,4-D	34,25 c	35,25 b	37,75 c	47 b
Piroxsulam	28,75 c	38,25 b	62,75 b	100 a
Metsulfuron	35 c	46,50 b	70 b	100 a
Saflufenacil	81,25 b	94,25 a	100 a	100 a
CV (%)	14,43	9,67	7,89	1,34

Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A evolução visual do controle (Figura 3) confirmou a Tabela 1: sintomas iniciais aos 7 DAA, com o saflufenacil mais rápido e o 2,4-D mais lento; progressão aos 14 DAA; e, aos 21 DAA, dessecação completa do nabo em alguns tratamentos e plantas ainda vegetativas em outros. Aos 21 DAA, os sintomas diferenciaram-se claramente entre os herbicidas (Figura 4). No 2,4-D,

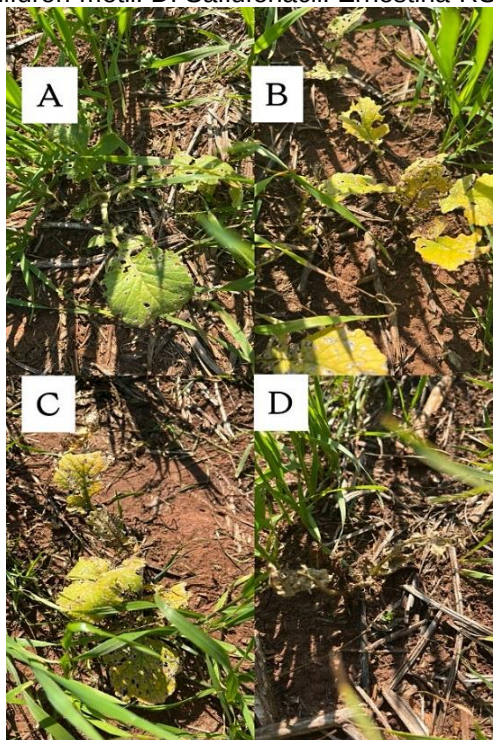
as plantas apresentavam apenas amarelamento moderado e necrose discreta, com tecidos ainda verdes, indicando controle parcial (Figura 4A).

Figura 3. Avaliação do controle dos herbicidas aos 7, 14 e 21 DAA. A: 2,4-D. B: Piroxsulam. C: Metsulfuron-metil. D: Saflufenacil. Ernestina-RS, 2025.



Nota: Letras maiúsculas indicam o herbicida (A: 2,4-D; B: Piroxsulam; C: Metsulfuron-metil; D: Saflufenacil). Os números indicam o período de avaliação (1: 7 DAA; 2: 14 DAA; 3: 21 DAA).
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 4. Avaliação do controle dos herbicidas aos 21 DAA. A: 2,4-D. B: Piroxsulam. C: Metsulfuron-metil. D: Saflufenacil. Ernestina-RS, 2025.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O Piroxsulam provocou amarelamento mais intenso e manchas de necrose distribuídas (Figura 4B), e o Metsulfuron-metil, clorose acentuada com áreas necrosadas extensas e perda significativa de biomassa verde (Figura 4C). Já o Saflufenacil levou à necrose quase total, com folhas completamente secas, confirmando sua ação dessecante e o colapso rápido das plantas (Figura 4D).

A fitotoxicidade no trigo, indicadora da seletividade dos produtos, é apresentada na Tabela 2. De modo geral, foi baixa a moderada, confirmando boa seletividade (LAMEGO *et al.*, 2011): 2,4-D e saflufenacil causaram os sintomas iniciais mais visíveis (leve clorose e enrolamento foliar), transitórios e sem comprometer a produtividade, enquanto metsulfuron-metil e piroxsulam tiveram menor fitotoxicidade, pela rápida metabolização pela cultura (VARGAS; LAMEGO, 2018; ROMAN *et al.*, 2020). As pequenas diferenças entre tratamentos refletem a sensibilidade das plantas e a interação com fatores ambientais, a cultivar e o estágio de aplicação (SILVA *et al.*, 2020); ainda assim, todos os produtos foram seguros ao trigo.

Tabela 2. Avaliação de fitotoxicidade no trigo, com escala visual de 0 a 100%, na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.

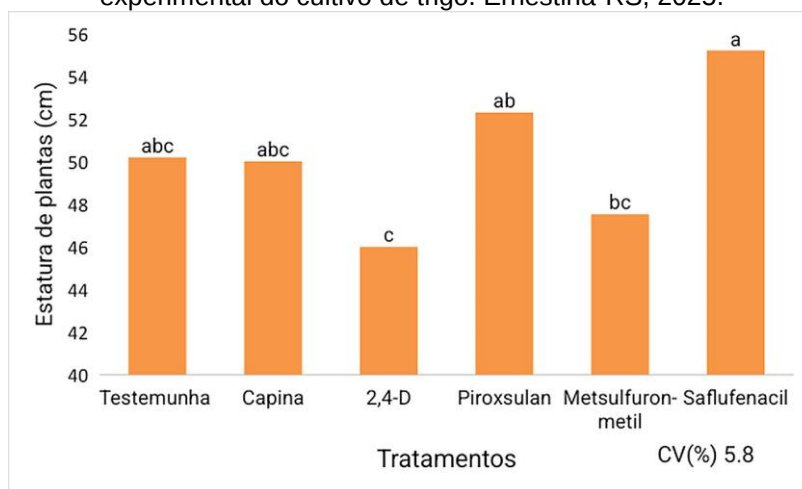
Fitotoxicidade				
Tratamentos	7 DAA	14 DAA	21 DAA	45 DAA
Testemunha	0 c	0 c	0 b	0 a
Capina	0 c	0 c	0 b	0 a
2,4-D	13,50 ab	9,75 ab	3,25 ab	0 a
Piroxsulam	17,50 a	11,50 bc	5,25 a	0 a
Metsulfuron	6 bc	4,25 bc	2,25 ab	0 a
Saflufenacil	13 ab	5 bc	1,50 b	0 a
CV (%)	51,22	54,57	74,15	0

Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A estatura média variou significativamente entre os tratamentos (Figura 5): o Saflufenacil apresentou a maior média, sem diferir do piroxsulam, da capina e da testemunha, enquanto o 2,4-D teve a menor, sugerindo leve interferência no crescimento vegetativo, geralmente transitória e sem perdas expressivas de produtividade quando respeitadas doses e épocas (Silva *et al.*, 2020).

Piroxsulam e Metsulfuron-metil apresentaram médias intermediárias, compatíveis com o desenvolvimento do trigo, coerente com a seletividade dos inibidores da ALS em cereais de inverno; a maior estatura do saflufenacil associa-se à sua ação restrita à parte aérea das daninhas e à baixa absorção radicular pelo trigo (Roman *et al.*, 2020; Vargas; Lamego, 2018).

Figura 5. Avaliação da estatura média das plantas de trigo nos diferentes tratamentos na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.

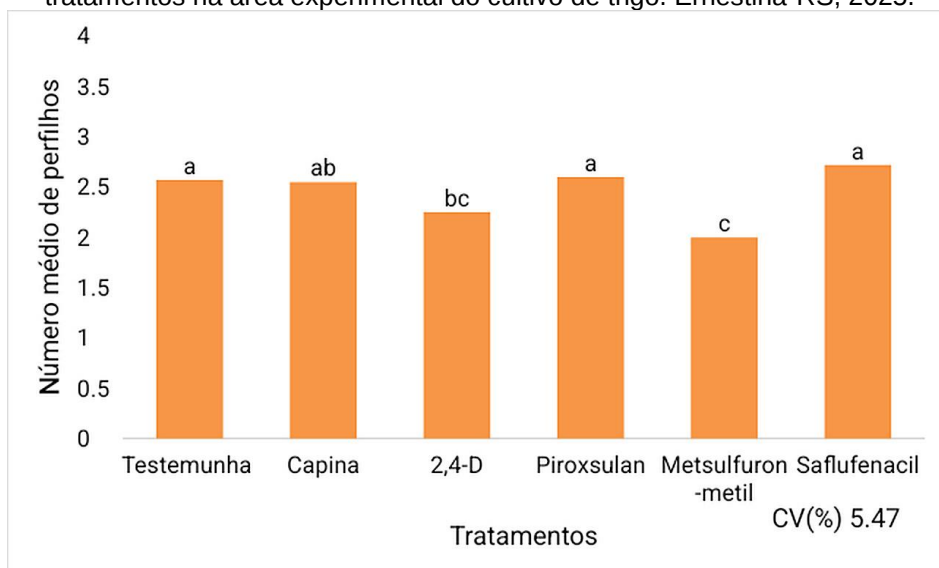


Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O número médio de perfilhos (Figura 6) diferiu significativamente entre 2,4-D e metsulfuron-metil: Piroxsulam, Saflufenacil, capina e testemunha apresentaram os maiores valores, enquanto Metsulfuron-metil e 2,4-D resultaram em menor perfilhamento, indicando leve interferência fisiológica temporária desses produtos.

O perfilhamento é um dos componentes de rendimento mais sensíveis a herbicidas, por depender da atividade meristemática (Silva *et al.*, 2020). A menor emissão no 2,4-D e no metsulfuron-metil reflete fitointoxicação inicial; no 2,4-D, regulador de crescimento, essa redução tende a ser compensada ao longo do ciclo (Vargas; Lamego, 2018). Saflufenacil e Piroxsulam mantiveram bom perfilhamento, indicando seletividade ao trigo, componente importante do potencial produtivo, já que cada haste fértil contribui para o número de espigas (Roman *et al.*, 2020; Lamego *et al.*, 2011).

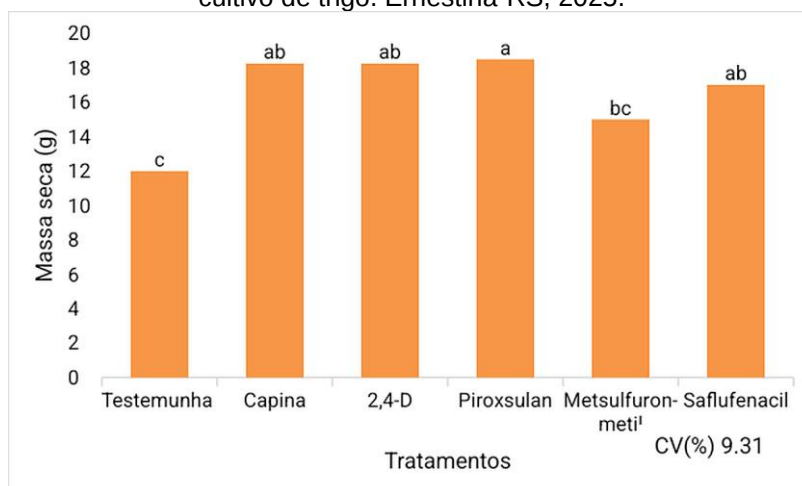
Figura 6. Avaliação do número médio de perfilhos das plantas de trigo nos diferentes tratamentos na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.



Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A massa seca (Figura 7) diferiu significativamente entre os tratamentos: Piroxsulan apresentou a maior média, seguido de Capina, 2,4-D e Saflufenacil, enquanto Metsulfuron-metil e Testemunha tiveram os menores valores.

Figura 7. Avaliação da massa seca de trigo nos diferentes tratamentos na área experimental do cultivo de trigo. Ernestina-RS, 2025.



Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A massa seca é um indicador fisiológico do desempenho das plantas (Silva *et al.*, 2020). O bom desempenho do 2,4-D é coerente com a recuperação

fisiológica do trigo após leve redução inicial de crescimento (LAMEGO *et al.*, 2011). O Piroxsulam não diferiu estatisticamente da capina, do 2,4-D e do saflufenacil, reforçando a alta seletividade dos inibidores da ALS, que atuam sobre folhas largas sem afetar o metabolismo do trigo (ROMAN *et al.*, 2020).

A produtividade média (Quadro 5) diferiu significativamente entre os tratamentos. A Capina alcançou a maior média (4740 kg ha⁻¹), sem diferir de piroxsulam e saflufenacil, refletindo a ausência de competição com plantas daninhas; a testemunha teve a menor (2220 kg ha⁻¹), evidenciando o impacto da interferência das daninhas sobre a produtividade. Entre os herbicidas, destacaram-se Saflufenacil (4440 kg ha⁻¹) e Piroxsulam (4140 kg ha⁻¹), estatisticamente iguais à capina, enquanto 2,4-D (3600 kg ha⁻¹) e Metsulfuron-metil (3240 kg ha⁻¹) tiveram rendimentos inferiores, por fitotoxicidade temporária ou tolerância varietal.

Quadro 5. Produtividade média de grãos de trigo (kg ha⁻¹) nos diferentes tratamentos. Ernestina-RS, 2025.

TRATAMENTOS	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)
Tratamento 1	2220 d
Tratamento 2	4740 a
Tratamento 3	3600 bc
Tratamento 4	4140 abc
Tratamento 5	3240 cd
Tratamento 6	4440 ab

Nota: Letras indicam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey. CV (%) = 12,84. Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os custos de aplicação (Quadro 6) variaram entre os tratamentos: o Tratamento 1 não gerou custos; a capina registrou o maior (R\$ 150,00 ha⁻¹), pela pulverização. Entre os herbicidas, o menor custo foi o do metsulfuron (R\$ 52,00 ha⁻¹), seguido do Tratamento 3 (R\$ 60,00 ha⁻¹), enquanto piroxsulam (R\$ 120,00 ha⁻¹) e saflufenacil (R\$ 105,00 ha⁻¹) foram mais onerosos, pelo maior valor dos herbicidas.

O retorno econômico líquido (Quadro 7) foi calculado ao preço de comercialização de R\$ 64,00/kg. A Capina obteve o maior retorno (R\$ 4.906,00 ha⁻¹), seguida de perto por Saflufenacil (R\$ 4.631,00 ha⁻¹) e Piroxsulam (R\$

4.296,00 ha⁻¹), que aliaram controle eficiente e seletividade a boa relação custo-benefício.

Quadro 6. Custo de aplicação dos tratamentos (R\$ ha⁻¹). Ernestina-RS, 2025.

TRATAMENTOS	HERBICIDA (R\$)	PULVERIZAÇÃO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$ ha ⁻¹)
Tratamento 1	0	0	0
Tratamento 2	0	150	150
Tratamento 3	10	50	60
Tratamento 4	70	50	120
Tratamento 5	2	50	52
Tratamento 6	55	50	105

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os tratamentos com 2,4-D (R\$ 3.780,00 ha⁻¹) e Metsulfuron-metil (R\$ 3.404,00 ha⁻¹) tiveram retornos menores, associados a reduções de produtividade por fitotoxicidade temporária (LAMEGO *et al.*, 2011; VARGAS *et al.*, 2020), e a testemunha, o menor de todos (R\$ 2.368,00 ha⁻¹). Assim, herbicidas seletivos e tecnicamente recomendados podem proporcionar retornos semelhantes ou superiores à capina, com menor custo operacional e maior viabilidade em escala comercial.

Quadro 7. Retorno econômico líquido do trigo (R\$ ha⁻¹) nos diferentes tratamentos. Ernestina-RS, 2025.

TRATAMENTOS	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Preço (R\$/kg)	Retorno Bruto (R\$ ha ⁻¹)	Custo Total (R\$ ha ⁻¹)	Retorno Líquido (R\$ ha ⁻¹)
Tratamento 1	2220	64	2368	0	2368
Tratamento 2	4740	64	5056	150	4906
Tratamento 3	3600	64	3840	60	3780
Tratamento 4	4140	64	4416	120	4296
Tratamento 5	3240	64	3456	52	3404
Tratamento 6	4440	64	4736	105	4631

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

5 CONCLUSÃO

Os herbicidas pós-emergentes avaliados apresentaram comportamentos distintos quanto à eficiência de controle do nabo e à seletividade ao trigo.

Saflufenacil e piroxsulam destacaram-se pela alta eficiência de controle associada à boa seletividade, mantendo o desenvolvimento normal da cultura. O metsulfuron-metil apresentou controle satisfatório com seletividade intermediária, enquanto o 2,4-D mostrou menor eficiência e sintomas de fitotoxicidade mais evidentes. Conclui-se que o saflufenacil e o piroxsulam são as alternativas mais eficientes e seletivas para o manejo químico do nabo na cultura do trigo, por reunirem controle satisfatório das plantas daninhas e preservação do desempenho da cultura.

REFERÊNCIAS

- ADAPAR. **Metsulfuron Nortox**: ficha técnica. Paraná: Adapar, 2024. Disponível em: <https://www.adapar.pr.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- AGOSTINETTO, D. *et al.* Manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas inibidores da ALS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 7, n. 2, p. 45-58, 2008.
- AGOSTINETTO, D.; RIGON, C. A. G.; TIRONI, S. P. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 35, e017163171, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do trigo**. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: <http://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- BUDD, K. *et al.* Absorption and translocation of saflufenacil in *Conyza* spp. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, 2017.
- COSTA, L. O.; RIZZARDI, M. A. Resistance of *Raphanus raphanistrum* to the herbicide metsulfuron-methyl. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 181-187, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- EMBRAPA TRIGO. **Manejo de plantas daninhas na cultura do trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/trigo>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- FMC. **Ally**: bula técnica. 2018. Disponível em: <https://www.fmcagricola.com.br/>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. F.; VARGAS, L. Resistência de *Conyza* spp. a herbicidas no Brasil. **Planta Daninha**, v. 37, e019203194, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- HEAP, I. **The international herbicide-resistant weed database**. 2023. Disponível em: <https://www.weedscience.org>. Acesso em: 19 ago. 2025.
- HUANG, X. *et al.* Mechanism of resistance to piroxsulam in multiple-resistant weeds. **Weed Science**, v. 70, n. 3, p. 123-130, 2022.
- OBERRHERR, D.; LUDWIG, R. L. **Eficiência de herbicidas pós-emergentes no controle de plantas daninhas na cultura do trigo**. Ibirubá: IFRS – Campus Ibirubá, 2024. Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/>. Acesso em: 08 out. 2025.
- PIASECKI, C.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; RODRIGUES, L. A. L.; MARQUES, R. F. Seletividade de associações e doses de herbicidas em pós-emergência do trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 4, p. 324-334, 2017. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2025.

RODRÍGUEZ-SERRANO, M. *et al.* Effect of 2,4-D on actin cytoskeleton causing plant epinasty. **Plant Physiology**, v. 164, n. 3, p. 1027-1039, 2014.

ROMAN, E. S. *et al.* **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil**. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. 120 p.

SBCPD – SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

SILVA, A. A. *et al.* **Fundamentos de herbologia**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2020. 418 p.

SILVA, G. M. C. *et al.* Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados à cultura do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 3, p. 375-383, 2021. Disponível em: <https://www.bvs-vet.org.br/>. Acesso em: 08 out. 2025.

UPHERB. **Metsulfuron-metílico**: propriedades e modo de ação. 2014. Disponível em: <https://www.upherb.com.br/int/metsulfuron-metilico>. Acesso em: 19 ago. 2025.

VARGAS, L.; BIANCHI, M. A. **Manejo de plantas daninhas resistentes em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012.

VARGAS, L.; BIANCHI, M. A. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. **Planta Daninha**, v. 36, e018174093, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100093>. Acesso em: 18 jun. 2025.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas na cultura do trigo. **Informativo Abrates**, v. 16, n. 1-2, p. 25-30, 2006. Disponível em: <http://www.abrates.org.br>. Acesso em: 18 jun. 2025.

VARGAS, L. *et al.* Controle químico e seletividade de herbicidas em trigo. **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, p. 1-8, 2020.

WEEDOUT. **Métodos de ação e uso do metsulfuron-metílico**. 2023. Disponível em: <https://weedout.com.br/metsulfurom-metilico/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Competição de plantas daninhas com a cultura do trigo em diferentes densidades de semeadura. **Planta Daninha**, v. 37, e019215432, 2021. DOI: 10.1590/S0100-83582021370100045.