REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

CONTROLE DE *Raphanus* spp. E FITOTOXICIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA AVEIA BRANCA

CONTROL OF *Raphanus* spp. AND PHYTOTOXICITY OF HERBICIDES APPLIED POST-EMERGENCE IN WHITE OAT

CONTROL DE *Raphanus* spp. Y FITOTOXICIDAD DE HERBICIDAS APLICADOS EN POSTEMERGENCIA EN AVENA BLANCA

Cristian Andrade Schmohel
Bacharelando em Agronomia
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI campus Santiago, RS
Endereço: Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: cristianschmohel@outlook.com

Felipe Frigo Pinto
Doutor em Agronomia
Instituição: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI campus Santiago, RS
Endereço: Jaguari, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: felipe.frigo@urisantiago.br

Ana Caroline Garbin
Graduada em Agronomia
Instituição: Instituto Federal Farroupilha, campus São Vicente do Sul, RS
Endereço: Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: ana29garbin@gmail.com

Resumo

O manejo de plantas daninhas constitui um dos principais desafios para a produção de cereais de inverno, uma vez que a interferência dessas espécies reduz o potencial produtivo das culturas e consequentemente a rentabilidade do setor agrícola. O nabo (*Raphanus* spp.) destaca-se entre as principais plantas daninhas infestantes de cereais de inverno no Sul do Brasil, em razão de sua elevada capacidade competitiva e a ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas. Objetivou-se avaliar a eficiência de herbicidas com diferentes mecanismos de ação no controle de *Raphanus* spp. e a fitotoxicidade visual à aveia branca (*Avena sativa* L.) em aplicação de pós-emergência. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e onze tratamentos, compostos por herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura. As avaliações de controle e fitotoxicidade visual foram realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA), utilizando a escala da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) para controle e notas de 0 a 100% para avaliação de fitotoxicidade visual. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As associações de florpirauxifeno-benzílico e halauxifeno-metílico com atrazina + mesotriona proporcionaram os maiores níveis de controle de *Raphanus* spp., atingindo 100,0 e 97,5% aos 35 DAA, respectivamente, com notas de fitotoxicidade da cultura chegando a 0,0% ao final das avaliações. As associações contendo metsulfurom-metílico apresentaram controle de 83,8 e 87,0% e promoveram fitotoxicidade de 19,5 e 24,2% aos 14 DAA. Em contrapartida, as misturas com saflufenacil apresentaram 27,0 e 41,8% de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

controle aos 35 DAA. As associações entre auxinas sintéticas e atrazina + mesotriona constituem uma alternativa eficiente para o manejo de *Raphanus* spp. em aveia branca, aliando elevada eficácia de controle e adequada fitotoxicidade visual à cultura em relação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: *Avena sativa* L.; manejo químico; nabiça; associações; eficácia.

Abstract

Weed management is one of the main challenges in winter cereal production, as interference from these species reduces the yield potential of crops and, consequently, the profitability of the agricultural sector. Wild radish (*Raphanus* spp.) stands out among the main weeds infesting winter cereals in southern Brazil due to its high competitive ability and the occurrence of herbicide-resistant biotypes. This study aimed to evaluate the efficacy of herbicides with different modes of action for the control of *Raphanus* spp. and the visual phytotoxicity to white oat (*Avena sativa* L.) following post-emergence application. The experiment was conducted in a randomized complete block design, with four replications and eleven treatments consisting of herbicides applied alone or in mixtures. Control and visual phytotoxicity evaluations were performed at 7, 14, 21, 28, and 35 days after application (DAA), using the scale of the Brazilian Weed Science Society (SBCPD) for weed control and scores ranging from 0 to 100% for visual phytotoxicity assessment. The data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test (p≤0.05). The associations of florpyrauxifen-benzyl and halauxifen-methyl with atrazine + mesotrione provided the highest levels of *Raphanus* spp. control, reaching 100.0 and 97.5% at 35 DAA, respectively, with crop phytotoxicity scores reaching 0.0% at the end of the evaluations. The associations containing metsulfuron-methyl provided control levels of 83.8 and 87.0% and caused phytotoxicity of 19.5 and 24.2% at 14 DAA. In contrast, mixtures containing saflufenacil provided only 27.0 and 41.8% control at 35 DAA. The associations between synthetic auxins and atrazine + mesotrione constitute an effective alternative for the management of *Raphanus* spp. in white oat, combining high control efficacy with adequate visual crop phytotoxicity compared with the other treatments.
Keywords: *Avena sativa* L.; chemical management; wild radish; herbicide mixtures; efficacy.

Resumen

El manejo de plantas arvenses constituye uno de los principales desafíos para la producción de cereales de invierno, ya que la interferencia de estas especies reduce el potencial productivo de los cultivos y, consecuentemente, la rentabilidad del sector agrícola. El nabo (*Raphanus* spp.) se destaca entre las principales plantas arvenses infestantes de los cereales de invierno en el sur de Brasil, debido a su elevada capacidad competitiva y a la ocurrencia de biotipos resistentes a herbicidas. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de herbicidas con diferentes mecanismos de acción en el control de *Raphanus* spp. y la fitotoxicidad visual sobre la avena blanca (*Avena sativa* L.) mediante aplicaciones en postemergencia. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones y once tratamientos, compuestos por herbicidas aplicados de forma aislada o en mezcla. Las evaluaciones de control y fitotoxicidad visual se realizaron a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la aplicación (DAA), utilizando la escala de la Sociedad Brasileña de Ciencia de las Plantas Arvenses (SBCPD) para el control y notas de 0 a 100% para la evaluación de la fitotoxicidad visual. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Scott-Knott (p≤0,05). Las asociaciones de florpyrauxifen-benzyl y halauxifen-methyl con atrazina + mesotriona proporcionaron los mayores niveles de control de *Raphanus* spp., alcanzando 100,0 y 97,5% a los 35 DAA, respectivamente, con valores de fitotoxicidad del cultivo de 0,0% al final de las evaluaciones. Las asociaciones que contenían metsulfuron-methyl presentaron controles de 83,8 y 87,0% y promovieron una fitotoxicidad de 19,5 y 24,2% a los 14 DAA. En contraste, las mezclas con saflufenacil presentaron solamente 27,0 y 41,8% de control a los 35 DAA. Las asociaciones entre auxinas sintéticas y atrazina + mesotriona constituyen una alternativa eficaz para el manejo de *Raphanus* spp. en avena blanca, combinando una elevada eficacia de control y una adecuada fitotoxicidad visual del cultivo en comparación con los demás tratamientos.
Palabras clave: *Avena sativa* L.; manejo químico; nabo; mezclas de herbicidas; eficacia.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

1. Introdução

A cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) é oriunda da Ásia Menor e do Oriente Médio (VERMA, 2023). O seu cultivo cresceu ao longo dos anos devido suas propriedades nutritivas e comerciais, também ampliando sua importância no Sistema Plantio Direto (SPD) como cobertura morta e no consórcio de plantas forrageiras. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2026), a área cultivada de aveia branca em 2026 no território nacional pode chegar a 925 mil hectares no período de inverno, com previsão de mais de 500 mil hectares semeados no Rio Grande do Sul, tornando-se a segunda cultura de maior importância do estado.

Um dos fatores limitantes de produtividade de grãos e massa verde da cultura da aveia branca é a competição com plantas daninhas (HARKER et al., 2013). As principais espécies daninhas têm seu desenvolvimento rápido, favorecendo uma intensa competição por água, luz e nutrientes até o final do ciclo das culturas, onde é diretamente prejudicial a produtividade de grãos da cultura. (KARLSSON et al., 2025).

Com elevada capacidade de adaptação e desenvolvimento o nabo (*Raphanus* spp.) destaca-se entre uma das principais espécies daninhas hibernais. Sua grande aptidão na produção de sementes viáveis torna esta espécie extremamente competitiva, visto que a mesma produz um banco de sementes de longa duração (TRICAULT et al., 2018). Devido ao uso excessivo de herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) foram selecionados biótipos resistentes, dificultando o controle químico do nabo (COSTA et al., 2021).

Os herbicidas inibidores da ALS são responsáveis pela inibição dos aminoácidos essenciais de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina), processo que impede a síntese proteica e a divisão celular, levando a planta à morte (OLIVEIRA JR et al., 2011). A elevada frequência de utilização deste mecanismo de ação, principalmente do grupo das sulfoniluréias, exerce forte pressão de seleção sobre as populações de plantas daninhas, contribuindo para que esse mecanismo de ação concentre o maior número de casos de resistência documentados na literatura (COSTA, 2017). Moléculas de herbicidas auxínicos também são

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

empregadas no manejo da entressafra da cultura da soja e na pós-emergência dos cereais de inverno, auxiliando na rotação de mecanismos de ação e no controle das ervas daninhas (MEROTTO JR et al., 2022).

Um impasse considerável e bastante importante, é a fitotoxicidade visual e seletividade agronômica de herbicidas de controle de folhas largas para com a cultura da aveia branca, tornando desafiador o manejo de plantas daninhas nesse sistema (XAVIER et al., 2022). A degradação (detoxificação) e a neutralização através de rotas bioquímicas são os principais mecanismos de tolerância e seletividade da cultura aos herbicidas, contudo, isso pode ser relativo, pois depende das condições climáticas, das espécies de plantas e o modo de que o herbicida é empregado (DE CARVALHO et al., 2009).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de controle de plantas de nabo (*Raphanus* spp.) através da aplicação de herbicidas de diferentes mecanismos de ação e a fitotoxicidade na cultura da aveia branca.

2. Revisão da Literatura

2.1 Cultura da aveia branca (*Avena sativa* L)

2.1.1 Importância econômica e agronômica

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de grãos do mundo e tem evoluído cada vez mais em eficiência produtiva e sustentabilidade (BARBOSA et al., 2024). A aveia branca é uma cultura alternativa para o cultivo de inverno, sendo ela uma Poaceae da mesma família do trigo, possui adaptabilidade favorável à região sul do Brasil (RICARDO, 2026). Apresenta ampla adaptabilidade em diferentes regiões do país, com destaque para o sul do Brasil, onde o seu cultivo é empregado com relevância para o pastejo e cobertura de solo na entressafra da cultura da soja (FEDERIZZI et al., 2021).

Quanto às finalidades para o cultivo da aveia branca, são diversas as possibilidades. É empregada por sua grande relevância na cobertura de solo para a cultura posterior ao seu cultivo, contribuindo para o Sistema Plantio Direto. A produção de grãos para fins comerciais também é uma finalidade extremamente

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

viável e ainda rentável para o sistema, podendo também suprir a demanda de forragem para a pecuária (DOS SANTOS et al., 2024). São diversos os benefícios, tais como a melhoria de solo pelo seu sistema radicular, o aporte nutritivo e o acúmulo de massa verde para o pastejo e na atividade de colheita do produto final para a indústria, mas que também pode ser usado na dieta humana e animal (DA ROSA et al., 2025).

2.2 Interferência de plantas daninhas na aveia branca

2.2.1 Principais plantas invasoras

Um dos princípios para deter o desenvolvimento e a propagação de plantas daninhas durante os ciclos produtivos, é através da classificação das mesmas. Por meio disso, podemos conhecer suas características e assim, melhor manejá-las (JÚNIOR et al., 2021). Os principais critérios de classificação são através do ciclo de vida desses organismos (anuais, bienais e perenes), arquitetura e forma de crescimento (herbáceas, arbustivas e arbóreas) e por modo de dispersão (anemocóricas, zoocóricas e hidrocóricas). Porém, as classificações comumente utilizadas restringem-se em dois grupos, monocotiledôneas e dicotiledôneas (MENDES; DA SILVA, 2022).

As espécies que correspondem à classificação das monocotiledôneas possuem como características morfológicas nervuras paralelas, raízes fasciculadas e apenas um cotilédone na semente. Azevém (*Lolium multiflorum*) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), fazem parte desta divisão, infestando e prejudicando drasticamente o cultivo da aveia branca. Essa capacidade de interferência ocorre principalmente porque ambas as espécies pertencem à mesma família botânica da cultura, resultando em elevada competição por recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, além de dificultar a adoção de estratégias de controle químico devido à limitada disponibilidade de herbicidas seletivos (PETERSON et al., 2018).

Entre as plantas daninhas dicotiledôneas, as sementes caracterizam-se pela presença de dois cotilédones, folhas com nervuras reticuladas e sistema radicular predominantemente pivotante (EVERT et al., 2014). Nesse grupo, destacam-se

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

como importantes espécies infestantes em cultivos de inverno a buva (*Conyza* spp.), língua-de-vaca (*Rumex* spp.), flor-roxa (*Echium plantagineum*), picão-preto (*Bidens* spp.), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e o nabo (*Raphanus* spp.), as quais podem causar significativa interferência no desenvolvimento das culturas e comprometer o potencial produtivo (MENDES; DA SILVA, 2022).

2.3 O nabo (*Raphanus* spp.)

2.3.1 Morfologia e fisiologia

As duas espécies mais recorrentes na região sul do Brasil são o *Raphanus raphanistrum* e o *R. sativus*. A diferenciação destas espécies ocorre principalmente pelas síliquas, onde o *R. raphanistrum* apresenta um intervalo marcante entre as sementes. Compactua com o ciclo das culturas comerciais cultivadas, demonstrando assim a sua relevância no contexto agronômico (VARGAS, 2008).

Seu desenvolvimento inicial é rápido e intenso, com sistema radicular bastante agressivo, tornando possível o uso como planta de serviço. Capaz de produzir 3,5 a 8 t ha^{-1} de massa seca, que é rapidamente decomposta devido a sua baixa relação carbono/nitrogênio (C/N). As sementes apresentam alta viabilidade e vigor, que também detém elevado teor de óleo (RUARO et al., 2023).

O estudo conduzido por Galon et al. (2022), elucidou a influência negativa do nabo (*Raphanus raphanistrum*) sobre a cultura da cevada, mesmo em uma baixa população. Os resultados encontrados demonstraram que a presença das plantas daninhas reduziu significativamente o desempenho e rendimento da cultura, indicando o período crítico para a prevenção da interferência (PCPI) entre 12 e 22 dias após a emergência da cultura. Contudo, o controle das plantas infestantes deve ser realizado no período inicial do desenvolvimento das plantas cultivadas.

2.4 Controle químico de plantas daninhas

Dentre as diversas formas e metodologias empregadas para o controle de plantas daninhas no âmbito agrícola, o uso de componentes químicos (herbicidas) ainda é o método mais empregado neste contexto. A utilização desses compostos compete a ligação e interação biológica entre a planta e suas estruturas bioquímicas.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

Portanto, através do estudo de suas propriedades fica definido o mecanismo, características e o modo de ação dessas substâncias (DE OLIVEIRA, 2018).

A atividade herbicida de uma molécula inicia-se pelo mecanismo de ação, onde confere a ligação bioquímica com as estruturas vegetais, como células e demais sítios. Todavia, esta ligação torna-se simples na maioria dos casos, ao observar que não é suficiente para causar a morte do ser vivo, simplesmente. De acordo com as propriedades de alguns herbicidas, ocorre uma correlação entre os efeitos fisiológicos nocivos do componente químico e diversas reações bioquímicas por parte da planta, a partir disso, intitulamos o modo de ação (DAYAN et al., 2019).

A maior parte dos herbicidas inibem algum componente enzimático vital para a planta, desencadeando assim diversos processos de degradação ou deficiência metabólica. Também são conhecidas outras relações como, inibição de aminoácidos, degradação de estruturas celulares e reguladores de crescimento. A partir desta conjuntura de ligações e processos fisiológicos, algumas plantas adquirem resistência ou tolerância a herbicidas (YU et al., 2014).

2.5 Fitotoxicidade visual de herbicidas

O controle de plantas daninhas na pós-emergência das culturas é extremamente importante dentro de um programa de manejo. Contudo, trata-se da aplicação de compostos químicos formulados e com ação herbicida promovendo interações fisiológicas (DAYAN et al., 2019).

A seletividade agronômica de um herbicida depende da cultura metabolizar o produto de forma que os danos não sejam gerados ao seu organismo. Em geral, existem algumas relações biológicas que podem tornar o vegetal seletivo, quanto a sintomas visuais daquele composto, como a própria metabolização (detoxificação), o desvio da rota bioquímica e aspectos morfológicos e anatômicos que podem corresponder a este fator (DE CARVALHO et al., 2009).

Através das biotecnologias, plantas que naturalmente possuem a sensibilidade e potencial de controle, tornam-se seletivas a aplicação dos mesmos. Este caso ocorre a partir da evolução e manipulação genética das culturas desejadas, inserindo mecanismos de alteração do sítio de ação, na degradação e ou

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

inativação do ativo através de processos bioquímicos decorrentes do organismo vegetal (WRIGHT et al., 2010).

Além disso, fatores bióticos e abióticos podem interferir na fitotoxicidade visual dos produtos químicos para com a cultura. A interação do herbicida com a planta não é suficiente para analisar os fatores fitotóxicos, pois as condições climáticas podem estar diretamente relacionadas a este ponto. Todavia, a utilização de equipamentos adequados, tecnologia de aplicação obedecendo os critérios técnicos e a dose correspondente com o que é recomendado, reduz o risco de gerar injúrias nas plantas cultivadas (BARBIERI et al., 2022).

Os critérios de avaliação do grau de fitotoxicidade visual podem depender da cultura que está sendo avaliada, da escala e metodologia aplicada e da sintomatologia característica de cada herbicida. O método de análise visual é bastante utilizado para a avaliação de experimentos agronômicos, estipulando notas numéricas percentuais.

3. Metodologia

3.1 Condução do experimento

A pesquisa foi realizada no ano agrícola de 2025, na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), localizada no município de Santiago, situado na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O clima é do tipo “Cfa” segundo a classificação de Köppen-Geiger, esse que caracteriza estações bem definidas e chuvas regulares ao decorrer do ano.

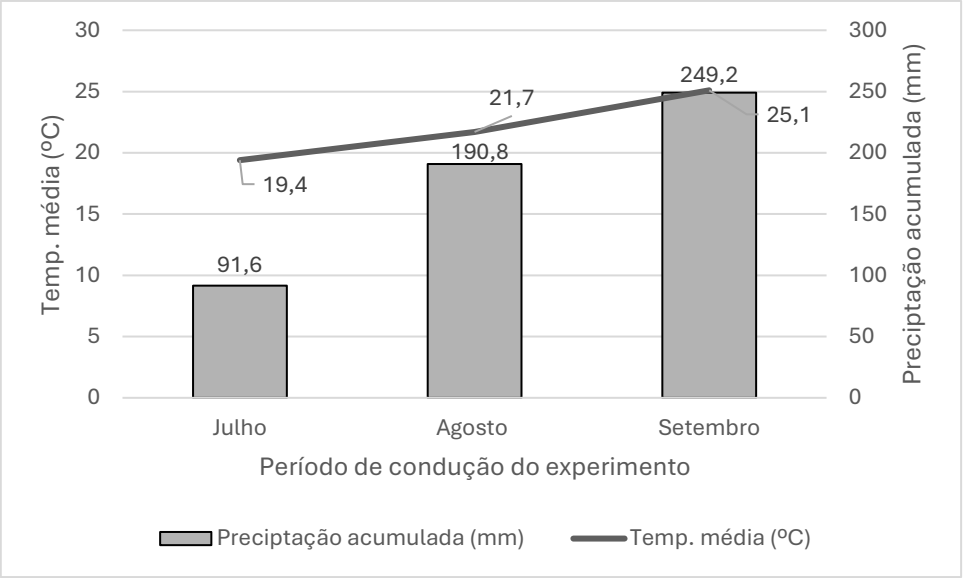
As condições pluviométricas durante a condução do experimento (julho, agosto e setembro) foram de 531,6 mm acumulados e média de temperatura de 19,4 ºC em julho, 21,7 ºC em agosto e 25,1 ºC em setembro (Figura 1).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

Figura 1 – Dados meteorológicos no período de condução do experimento.



Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2026).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SOLO et al., 2013), caracterizado por ser um solo profundo, bem drenado, de textura argilosa, suas limitações são a baixa fertilidade natural e risco à erosão. A caracterização química do solo da área experimental é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Análise química do solo.

Argila	**pH H2O**	**Índ. SMP**	**H+Al**	**P**	**K**	**MO**
%	**-**	**-**	**cmoc/dm³**	**mg/dm³**		**%**
12,3	5,43	5,74	5,85	5,81	166	2,20
Al	**Ca**	**Mg**	**CTC pH 7,0**	**% Saturação na CTC**		**SB**
cmolc/dm³				**Al**	**V**	
15	64,4	25,8	261,9	0,58	0,58	256

Fonte: Laboratório de análises de solos, URI Santiago, 2025.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas mediam 3 metros de largura e 5 metros de comprimento, totalizando 15 m² por unidade experimental. A cultura da aveia foi semeada na densidade de 80 kg ha^{-1}, utilizando-se sementes de cultivar não identificada. Concomitantemente, foram semeadas sementes de *Raphanus* spp., sem identificação da espécie, na densidade

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

de 30 kg ha^{-1}, com o objetivo de promover a infestação uniforme da área experimental. A semeadura ocorreu na primeira quinzena do mês de julho do ano de 2025. O espaçamento entre linhas da semeadura foi de 0,17 m. A adubação de base foi de 200 kg ha^{-1} da formulação 5.20.20 e a adubação de cobertura de 150 kg ha^{-1} de 46.00.00 no início do perfilhamento a cultura.

3.2 Tratamentos

Os tratamentos constaram com sete diferentes herbicidas isolados ou em mistura, na pós-emergência da cultura da aveia branca e do nabo, mais uma testemunha sem aplicação (Tabela 2).

Para a aplicação dos tratamentos foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO_2, contendo seis pontas do tipo leque BD-11002 sob pressão constante de 3 bar. Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 150 Litros ha^{-1}.

A aplicação dos tratamentos aconteceu quando a cultura da aveia estava no estádio fenológico de aproximadamente 2 perfilhos por planta. Já as plantas de nabo, encontravam-se com 4 a 6 folhas, com uma densidade média de 15 plantas por m^2.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos.

Trat.	Produto	Ingrediente ativo	Mecanismo de ação	Dose (g ha^{-1})
1	Testemunha	-	-	-
2	Elevore	halauxifeno-metílico	Auxina sintética	7,14 i.a.
3	Elevore + Calaris	halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona	Auxina sintética + FSII + HPPD	7,14 i.a. + 500 i.a. + 50 i.a.
4	Elevore + Mirant	halauxifeno-metílico + 2,4-D sal de dimetilamina	Auxina sintética + Auxina sintética	7,14 i.a. + 1.005 e.a.
5	Elevore + Heat	halauxifeno-metílico + saflufenacil	Auxina sintética + PPO	7,14 i.a. + 35 i.a.
6	Elevore + Ally	halauxifeno-metílico + metsulfurom-metílico	Auxina sintética + ALS	7,14 i.a. + 6 i.a.
7	Gapper	florpirauxifeno-benzílico	Auxina sintética	7,5 e.a.
8	Gapper + Calaris	florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona	Auxina sintética + FSII + HPPD	7,5 e.a. + 500 i.a. + 50 i.a.
9	Gapper + Heat	florpirauxifeno-benzílico + saflufenacil	Auxina sintética + PPO	7,5 e.a. + 35 i.a.
10	Gapper + Ally	florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico	Auxina sintética + ALS	7,5 e.a. + 6 i.a.
11	Mirant	2,4-D sal de dimetilamina	Auxina sintética	1005 e.a.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

Foi utilizado Aureo (0,5% V/V) em todos os tratamentos. Fonte: Autor, 2026.

3.3 Avaliação e análise de dados

As avaliações de foram realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA). As avaliações de controle foram realizadas de acordo com a escala SBCPD (1995), onde 0% significa a ausência de sintomas e 100% a morte das plantas (controle). Já para as avaliações de fitotoxicidade dos herbicidas pós-emergentes nas plantas de aveia, foram realizadas notas percentuais de 0 a 100%, definidos através de observações visuais.

Os dados referentes às avaliações realizadas aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação (DAA) foram submetidos individualmente à análise de variância (ANOVA), considerando cada época de avaliação de forma independente, conforme o delineamento em blocos ao acaso. O modelo estatístico adotado foi $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij}$, em que Y_{ij} representa a observação correspondente ao tratamento $_i$ no bloco j, μ representa a média geral, T_i o efeito do tratamento, B_j o efeito do bloco e ε_{ij} o erro experimental. A análise foi conduzida considerando os pressupostos de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e independência dos erros. Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o software SASM-Agri, 2001.

4. Resultados e Discussão

Sob o ponto de vista da fitotoxicidade visual, a análise de variância detectou diferenças significativas entre os tratamentos nas quatro primeiras avaliações (tabela 3). Os sintomas observados foram predominantemente transitórios, caracterizados por leve clorose e necrose, redução temporária do crescimento e discreta deformação foliar, típicos da exposição a herbicidas auxínicos e suas associações (GROSSMANN, 2010).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

Tabela 3: Avaliação de fitotoxicidade visual na cultura da aveia branca.

**Trat.	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
		Fitotoxicidade (%)		
1	**0,0 e	0,0 f	0,0 f	0,0 c
2	3,7 d	0,0 f	0,0 f	0,0 c
3	8,7 c	10,0 d	6,7 d	1,2 c
4	8,7 c	10,5 d	2,5 e	0,0 c
5	10,5 c	11,5 d	6,5 d	1,2 c
6	15,0 b	19,5 b	13,5 b	12,2 a
7	5,0 d	0,0 f	0,0 f	0,0 c
8	7,7 c	14,2 c	8,5 c	2,5 c
9	19,5 a	19,0 b	11,5 b	2,5 c
10	20,7 a	24,2 a	19,5 a	7,5 b
11	5,0 d	5,0 e	0,0 f	0,0 c
*CV (%)	19,6	8,3	24,7	74,8

*CV (%)= Coeficiente de variação. **Tratamentos: 1. Testemunha; 2. halauxifeno-metílico; 3. halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona; 4. halauxifeno-metílico + 2,4-D sal de dimetilamina; 5. halauxifeno-metílico + saflufenacil; 6. halauxifeno-metílico + metsulfurom-metílico; 7. florpirauxifeno-benzílico; 8. florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona; 9. florpirauxifeno-benzílico + saflufenacil; 10. florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico; 11. 2,4-D sal de dimetilamina. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Fonte: Autor, 2026.

Nas avaliações iniciais, os maiores níveis de fitotoxicidade visual foram observados para florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico e florpirauxifeno-benzílico + saflufenacil, que apresentaram 20,7 e 19,5% de injúria aos 7 DAA, respectivamente. Aos 14 DAA, florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico atingiu 24,2%, constituindo o tratamento mais fitotóxico do experimento (tabela 3).

A maior fitotoxicidade observada nas misturas contendo metsulfurom-metílico (tabela 3) provavelmente está associada à sensibilidade fisiológica inicial da aveia aos inibidores da ALS (XAVIER et al., 2022). Esses herbicidas interferem diretamente na biossíntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina, provocando paralisação temporária do crescimento vegetal. Quando associados às auxinas sintéticas, podem ocorrer efeitos complementares que intensificam os sintomas iniciais de injúria (LONHIENNE et al., 2022).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

Entretanto, a característica mais relevante observada nos resultados foi a capacidade de recuperação da cultura. Aos 28 DAA, os tratamentos apresentaram fitotoxicidade inferior às avaliações anteriores. Aos 35 DAA, a fitotoxicidade foi nula na maioria dos tratamentos, enquanto o tratamento contendo halauxifeno-metílico + metsulfurom-metílico apresentou 10,0% de injúria visual. Devido à ausência de variabilidade residual entre as repetições nessa época, não foi realizada comparação estatística das médias (tabela 3).

A análise de variância evidenciou efeito significativo dos tratamentos herbicidas sobre o controle de *Raphanus* spp. em todas as épocas de avaliação, demonstrando que as combinações de ingredientes ativos influenciaram no controle da espécie.

Tabela 4: Avaliações de controle de *Raphanus* spp.

Trat.	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA
1	0,0 e	0,0 j	0,0 g	0,0 g	0,0 f
2	30,0 d	21,7 i	25,8 f	27,0 f	27,5 e
3	66,2 a	89,5 b	95,3 a	96,0 a	97,5 a
4	67,0 a	69,5 e	68,8 c	73,8 c	74,3 c
5	31,2 d	27,7 h	27,5 f	26,3 f	27,0 e
6	56,2 c	79,5 d	77,5 b	78,8 c	83,8 b
7	61,2 b	52,5 g	41,3 e	41,3 e	41,3 d
8	69,5 a	95,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
9	63,7 b	54,2 g	52,5 d	51,3 d	41,8 d
10	68,7 a	86,2 c	80,0 b	85,0 b	87,0 b
11	61,2 b	66,2 f	70,8 c	77,5 c	83,8 b
CV (%)*	6,5	3,2	5,9	5,6	3,8

*CV (%)= Coeficiente de variação. **Tratamentos: 1. Testemunha; 2. halauxifeno-metílico; 3. halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona; 4. halauxifeno-metílico + 2,4-D sal de dimetilamina; 5. halauxifeno-metílico + saflufenacil; 6. halauxifeno-metílico + metsulfurom-metílico; 7. florpirauxifeno-benzílico; 8. florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona; 9. florpirauxifeno-benzílico + saflufenacil; 10. florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico; 11. 2,4-D sal de dimetilamina. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Fonte: Autor, 2026.

Na avaliação realizada aos 7 dias após a aplicação (DAA), verificou-se a formação de cinco grupos estatísticos distintos pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$),

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

evidenciando diferenças marcantes na velocidade inicial de controle entre os tratamentos. Os maiores percentuais de controle foram observados para florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona (69,5%), florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico (68,7%), halauxifeno-metílico + 2,4-D (67,0%) e halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona (66,2%) (tabela 4).

Enquanto halauxifeno-metílico e florpirauxifeno-benzílico atuam como auxinas sintéticas, promovendo desregulação hormonal, hiperplasia celular e colapso dos tecidos meristemáticos, os herbicidas associados ampliam os sítios de ação afetados na planta (BARBIERI et al., 2022). A associação com mesotriona, por exemplo, promove inibição da enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD), comprometendo a síntese de carotenoides e favorecendo a degradação fotooxidativa dos pigmentos fotossintéticos (MENDES; DA SILVA, 2022). Dessa forma, a combinação de mecanismos distintos esteve associada a maior velocidade de manifestação dos sintomas e a mortalidade das plantas tratadas (SANTOS et al., 2025) (tabela 4).

Aos 14 DAA, florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona atingiu 95,0% de controle, constituindo isoladamente o grupo estatístico superior, enquanto halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona apresentou 89,5% de eficácia (tabela 4). Aos 21 DAA, florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona proporcionou 100% de controle de nabo, mantendo-se estatisticamente superior aos demais tratamentos no mesmo período. O tratamento com halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona apresentou 95,3% de controle, não diferindo estatisticamente do tratamento citado anteriormente (tabela 4).

Os resultados obtidos indicam elevada sensibilidade de *Raphanus* spp. às associações envolvendo florpirauxifeno-benzílico ou halauxifeno-metílico com atrazina + mesotriona. Embora o Calaris (atrasina + mesotriona) apresente uso restrito em diversas culturas, sua associação experimental com herbicidas auxínicos promoveu eficácia em razão da atuação simultânea sobre diferentes processos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

metabólicos essenciais à sobrevivência da planta daninha (DE CARVALHO et al., 2009).

Aos 35 DAA as associações de halauxifeno-metílico + metsulfurom-metílico e florpirauxifeno-benzílico + metsulfurom-metílico alcançaram 83,8% e 87,0% de controle, respectivamente (tabela 4). Esses tratamentos apresentaram eficácia superior aos herbicidas aplicados isoladamente. Tal resultado evidencia a contribuição de herbicidas empregados em mistura no manejo de *Raphanus* spp.

Entretanto, é importante destacar que o controle proporcionado pelas associações com metsulfurom-metílico não atingiu os níveis observados para os tratamentos contendo atrazina + mesotriona (tabela 4). Uma possível explicação está relacionada à ampla ocorrência de populações de nabo com resistência ou redução de sensibilidade aos herbicidas inibidores da ALS no Sul do Brasil, fato amplamente relatado na literatura, no entanto, não é possível afirmar a presença de resistência na população avaliada. (LONHIENNE et al., 2022).

Os tratamentos contendo saflufenacil apresentaram um comportamento, que embora tenham promovido níveis moderados de controle nas avaliações iniciais, não sustentaram controle satisfatório ao longo do tempo. Halauxifeno-metílico + saflufenacil apresentou apenas 27,0% de controle aos 35 DAA, enquanto florpirauxifeno-benzílico + saflufenacil atingiu 41,8% (tabela 4). A redução gradual dos percentuais de controle sugere recuperação das plantas inicialmente afetadas, indicando que a necrose provocada pelo inibidor da PPO não foi suficiente para promover mortalidade efetiva dos indivíduos presentes na área experimental.

A interpretação conjunta dos resultados de eficácia e fitotoxicidade visual (tabela 3 e 4) demonstra que florpirauxifeno-benzílico + atrazina + mesotriona e halauxifeno-metílico + atrazina + mesotriona constituíram os tratamentos de melhor desempenho geral, associando elevados níveis de controle de *Raphanus* spp. (>97%) com baixa fitotoxicidade e recuperação completa da cultura na avaliação de

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

35 DAA. As associações contendo metsulfurom-metílico também apresentaram elevado potencial de controle, porém com maior manifestação de sintomas fitotóxicos. Em contrapartida, as misturas contendo saflufenacil não apresentaram relação favorável, uma vez que não proporcionaram incremento consistente na eficácia de controle em comparação aos demais tratamentos avaliados.

5. Conclusão

Nas condições experimentais avaliadas, as associações de halauxifeno-metílico e florpirauxifeno-benzílico com atrazina + mesotriona apresentaram os maiores percentuais de controle de *Raphanus* spp., superiores a 97% aos 35 DAA, com redução dos sintomas visuais de injúria na aveia ao longo do período de avaliação. As associações contendo metsulfurom-metílico apresentaram controle intermediário e maior fitotoxicidade inicial, enquanto as misturas contendo saflufenacil não mantiveram controle satisfatório até 35 DAA. A extrapolação dos tratamentos para uso comercial deve observar as indicações e registros vigentes dos produtos formulados.

Referências

BARBIERI, G. F.; YOUNG, B. G.; DAYAN, F. E.; STREIBIG, J. C.; TAKANO, H. K.; MEROTTO JUNIOR, A.; AVILA, L. A. **Herbicide mixtures: interactions and modeling**. *Advances in Weed Science*, v. 40, n. spe1, e020220051, 2022. DOI: 10.51694/AdvWeedSci/2022;40:seventy-five011.

BARBOSA, Vivian Cristina Ribeiro; BRISOLA, Marlon Vinícius. Além dos campos: as prospecções tecnológicas sustentáveis da EMBRAPA para o agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 3, p. e270441, 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2025/26. Brasília, DF: **CONAB, 2026.**

COSTA, Leandro Oliveira da. Elucidação do mecanismo de resistência de raphanus raphanistrum L. W raphanus sativus L. aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS). 2017.101 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2017.

COSTA, Leandro O. et al. Target-site resistance and cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides in radish and wild radish biotypes from Brazil. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 1, p. 236-249, 2021.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

DA ROSA, Caroline Bordignon et al. Production and nutritional composition of forage of oat cultivars cultivated singly or intercropped under successive harvests Produção e composição nutricional da forragem de cultivares de aveia cultivadas de forma solteira ou em. **SEMINA-CIENCIAS AGRARIAS**, v. 46, n. 1, p. 183-198, 2025.

DAYAN, Franck E. et al. Mecanismos de ação e resistência a herbicidas. Em: **Biotecnologia abrangente**. 2019. p. 36-48.

DE CARVALHO, Saul Jorge Pinto et al. Seletividade de herbicidas por metabolismo diferencial: considerações para redução de danos em culturas agrícolas. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.

DE OLIVEIRA, M. F. Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. 2018.

DOS SANTOS, Emilso Damm et al. Culturas de cobertura de inverno cultivadas em condições de baixa altitude. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 4, pág. 1185-1200, 2024.

EVERT, Ray F; EICHHORN, Susan E. Raven, biologia vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2014. E-book. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/books/978-85-277-2384-8.

FEDERIZZI, Luiz Carlos et al. URS F FLETE - A PRIMEIRA CULTIVAR DE AVEIA PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM NO SUL DO BRASIL. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 3, n. 1, 2021.

GALON, Leandro et al. Weed interference period and economic threshold level in barley. **Journal of Plant Protection Research**, p. 33-48-33-48, 2022.

GROSSMANN, Klaus. Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science**, v. 66, n. 2, p. 113-120, 2010.

HARKER, K. Neil; O'DONOVAN, John T. Controle recente de plantas daninhas, manejo de plantas daninhas e manejo integrado de plantas daninhas. **Weed Technology**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). ***Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP***. Brasília, DF: INMET, 2026.

JÚNIOR, Santos et al. Variabilidade espacial do banco de sementes de plantas daninhas em área de cana-de-açúcar. 2021.

KARLSSON, Melanie et al. A competição entre plantas daninhas e culturas sob manejo nutricional aprimorado revela uma relação de compromisso entre produtividade e diversidade de plantas daninhas na agricultura orgânica. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 41, n. 3, p. 201-220, 2025.

LONHIENNE, Thierry et al. Herbicidas que inibem a acetolactato sintase. **Front. Agric. Sci. Eng**, v. 9, p. 155-160, 2022.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 24/08/2026 - **Accepted:** 23/09/2026
Vol: 13.20
DOI: 10.66104/b9weht58
Pages: 1-16

MENDES, Kassio Ferreira; DA SILVA, Antonio Alberto. **Plantas daninhas: biologia e manejo**. Oficina de Textos, 2022.

MEROTTO JR, Aldo et al. Histórico e perspectiva do uso de herbicidas na América do Sul. **Advances in Weed Science**, v. 40, n. spe 1, p. e020220050, 2022.

OLIVEIRA JR, RS de et al. Mecanismos de ação de herbicidas. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, v. 1, p. 141-192, 2011.

PETERSON, Mark A. et al. O desafio da resistência a herbicidas em todo o mundo: um resumo atual. **Pest management science**, v. 74, n. 10, p. 2246-2259, 2018.

RICARDO, Ivan. Positioning of white oat cultivars for organic cultivation in Brazil and Paraguay. **Revista de Agricultura**, v. 101, n. 1, 2026.

RUARO, Eduarda Letícia; DE RAMOS, Marco Aurélio Camargo; REDIN, Marciel. Avaliação do uso de plantas de cobertura de solo na entressafra milho-trigo no noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 22, n. 3, p. 403-413, 2023.

SANTOS, Richard W. dos et al. Performance of herbicide mixtures and sequential application for benghal dayflower management. **Weed Control J**, v. 24, p. -, 2025.

SOLOS, Embrapa et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, v. 3, 2013.

TRICAULT, Yann; MATEJICEK, Annick; DARMENCY, Henri. Variação da dormência e longevidade das sementes de *Raphanus raphanistrum* L. **Seed Science Research**, v. 28, n. 1, p. 34-40, 2018.

VARGAS, Leandro. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Embrapa Uva e Vinho, 2008.

VERMA, Reetu. Oat (*Avena sativa* L.): A lesser known cereal with well recognized nutritional potential. **Epidemiology and Public Health**, v. 1, n. 2, p. 1017, 2023.

WRIGHT, Terry R. et al. Resistência robusta de culturas a herbicidas de folhas largas e gramíneas proporcionada por transgenes de dioxigenase de ariloxialcanoato. **Anais da Academia Nacional de Ciências**, v. 107, n. 47, p. 20240-20245, 2010.

XAVIER, Elouize et al. Controle seletivo de plantas daninhas em cultivares de aveia branca com herbicidas inibidores de als. **Advances in Weed Science**, v. 40, p. e0220237088, 2022.

YU, Qin; POWLES, Stephen. Resistência a herbicidas baseada no metabolismo e resistência cruzada em plantas daninhas cultivadas: uma ameaça à sustentabilidade dos herbicidas e à produção agrícola global. **Fisiologia vegetal**, v. 166, n. 3, p. 1106-1118, 2014.

CC BY