



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA**

JEFERSON LUIS TRINDADE

**CONTROLE DE AZEVÉM EM TRIGO COM HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ
E/OU PÓS-EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES**

ERECHIM

2023

JEFERSON LUIS TRINDADE

**CONTROLE DE AZEVÉM EM TRIGO COM HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ
E/OU PÓS-EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – campus Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Trindade, Jeferson Luis
CONTROLE DE AZEVÉM EM TRIGO COM HERBICIDAS APLICADOS
EM PRÉ E/OU PÓS-EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES / Jeferson Luis
Trindade. -- 2023.
f.

Orientador: Dr. Sc . Leandro Galon

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2023.

I. , Leandro Galon, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

JEFERSON LUIS TRINDADE

**CONTROLE DE AZEVÉM EM TRIGO COM HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ
E/OU PÓS-EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul – campus Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 13/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon – UFFS
Orientador

Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi – UFFS
Avaliadora

Prof. Dra. Sandra Maria Maziero – UFFS
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais Cleonice e Dirceu, bem como demais familiares presentes, pelo amor, incentivo e apoio durante a trajetória.

Agradeço ao meu orientador Prof. D. Sc. Leandro Galon por me acolher e compartilhar de seus grandes conhecimentos, onde levarei por toda minha vida profissional.

Sou grato ao grupo Massa onde adquiri muito conhecimento e com os esforços de cada participante este trabalho pode ser concluído.

E por fim, aos meus colegas, amigos e a todos que de qualquer forma me auxiliaram ao longo da graduação.

CONTROLE DE AZEVÉM EM TRIGO COM HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ E/OU PÓS-EMERGÊNCIA DAS ESPÉCIES

RESUMO - O trigo é uma das principais culturas semeadas no inverno no Sul do Brasil, sendo necessário o correto controle das plantas daninhas para evitar perdas de produtividade e da qualidade dos grãos colhidos. Desse modo objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia da aplicação de herbicidas pré-emergentes associados ou não a pós-emergentes na cultura do trigo para o controle de azevém. O experimento foi conduzido em delineamento de bloco casualizados, com quatro repetições na área experimental da Universidade Federal da Froneira Sul – UFFS, campus Erechim. Avaliou-se as variáveis: controle de azevém, número de espigas por área (m^2), o peso hectolitro - PH ($kg\ hL^{-1}$), a massa de mil grãos (g) e a produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$). Os resultados indicam que os herbicidas, especialmente o pinoxaden demonstrou elevado controle do azevém e não comprometeu os componentes de produtividade da cultura do trigo. Já o S-metolachlor apresentou bom controle para um pré-emergente, porém foi muito dependente do manejo em pós-emergência. As modalidades de aplicação, pré e/ou pós-emergente devem ser usados como uma estratégia importante para o manejo de azevém infestante da cultura do trigo.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum*, pinoxaden, s-metolachlor, interferência de plantas daninhas.

RYEGRASS CONTROL IN WHEAT WITH HERBICIDES APPLIED IN PRE AND/OR POST-EMERGENCE OF THE SPECIES

ABSTRACT - Wheat is one of the main winter crops in Southern Brazil, and proper weed control is necessary to prevent productivity losses and maintain grain quality. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficacy of pre-emergent herbicide applications, either alone or in combination with post-emergent treatments, for ryegrass control in wheat cultivation. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications in the experimental area of the Federal University of Southern Frontier - UFFS, Erechim campus. The following variables were assessed: ryegrass control, number of spikes per area (m^2), test weight ($kg\ hL^{-1}$), thousand grain weight (g), and grain yield ($kg\ ha^{-1}$). The results indicate that the herbicides, particularly pinoxaden, demonstrated high efficacy in controlling ryegrass without compromising the productivity components of the wheat crop. On the other hand, S-metolachlor showed good control as a pre-emergent herbicide but was highly dependent on post-emergent management. The application modalities, whether pre- and/or post-emergent, should be used as an important strategy for managing ryegrass infestation in wheat cultivation.

Keywords: *Lolium multiflorum*, pinoxaden, s-metolachlor, weed interference.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS	20

INTRODUÇÃO

O trigo é considerado como uma das principais culturas semeadas no inverno, especialmente nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo esses os maiores produtores do Brasil, com produção de cerca de 7,9 milhões de toneladas anualmente (CONAB, 2023). No entanto o Brasil produz 60% do trigo que consome, necessitando importar de outros países como Argentina, Paraguai, Rússia e Canadá para atender a demanda do mercado interno (CONAB, 2023).

O trigo é uma cultura que se adapta facilmente, podendo ser cultivado em diversas regiões, climas e solos, o que possibilita sua semeadura em muitos países do mundo e diversas regiões do Brasil (SZARESKI et al., 2019). Este cereal é uma das *commodities* agrícolas mais produzidas pelos agricultores, tendo grande importância como um dos alimentos mais consumidos mundialmente (FAO, 2023).

Diversos fatores podem influenciar na produtividade do trigo, como por exemplo, a cultivar escolhida, o nível tecnológico adotado, as condições ambientais e de solo, além da interferência das plantas daninhas (VAN DER MEULEN; CHAUHAN, 2017). As plantas daninhas competem com a culturas pelos recursos do meio como nutrientes, água, luz e espaço (GALON et al., 2019; BRUNHARO et al., 2022) e quando não controladas ocasionam perdas na qualidade e na quantidade de grãos produzidos (TAVARES et al., 2019). Podem ainda, liberar substâncias alelopáticas e tornarem-se hospedeiras de insetos e doenças (MARIANI et al., 2016). Estima-se que as plantas daninhas sejam capazes de reduzir a produtividade de grãos de 18 até 82%, além de aumentar os custos de produção e diminuir o lucro do triticulor (LAMEGO et al., 2013; GHARDE et al., 2018; BARROS; CALADO, 2020).

Para o controle das plantas daninhas há diversos métodos, sendo que o mais utilizado é controle químico a partir do uso de herbicidas devido a facilidade, eficácia e baixo custo ao se comparar com outras formas de manejo (SCHMITZ et al., 2018). A dificuldade para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do trigo em pós-emergência ocorre principalmente pelo fato de muitas espécies serem resistentes aos herbicidas registrados, como é o caso do azevém (MARIANI et al., 2016; HEAP, 2023) e do nabo (COSTA; RIZZARDI, 2014; HEAP, 2023).

As plantas daninhas mais competitivas, pelos recursos do meio, em uma lavoura, normalmente são as que pertencem à mesma família botânica da cultura, pois apresentam necessidades similares de recursos (AGOSTINETTO et al., 2013). Portanto as perdas causadas pelo azevém quando não controlado podem diminuir o rendimento e a qualidade dos grãos (HOLMAN et al., 2006). Além disso, essas plantas são utilizadas frequentemente como

espécies voltadas a cobertura de inverno ou como forrageiras e, portanto, deixam um grande banco de sementes no solo para ressemeadura natural (TIRONI et al., 2014; GALON et al., 2019).

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea anual, considerada bastante rústica, agressiva, perfilha em abundância e é facilmente adaptada às variações climáticas, sendo mais cultivada no Rio Grande do Sul, onde é usada principalmente na formação de pastagens, e em consórcio com outras espécies (SANTOS et al., 2020). O azevém quando não utilizado para pastagem torna-se uma planta daninha muito competitiva estabelecendo interações negativas com as culturas (LAMEGO et al., 2015).

A competição do azevém reduziu em mais de 36% a altura das plantas de trigo quando em competição, e também o número de perfilhos, o que com consequência causou prejuízos ao rendimento de grãos, sendo que este resultado esta atrelado ao sombreamento que a planta daninha ocasionou na cultura (LAMEGO et al., 2015).

Os herbicidas inibidores das enzimas, ACCase (Acetil Coenzima-A Carboxilase) e da ALS (Acetolactato Sintase) são os produtos mais utilizados em pós-emergência na cultura do trigo para o controle de plantas daninhas (BALEM et al., 2021). Os herbicidas inibidores da ALS provocam inibição da síntese dos aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina e valina) e conseqüentemente interrompem a síntese proteica que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018; BALEM et al., 2021). Já os herbicidas inibidores de ACCase são absorvidos de maneira mais rápida pela folha causando paralisação do crescimento, morte da gema terminal, coloração roxa e morte da planta (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018; BALEM et al., 2021).

Entre os herbicidas inibidores da ACCase que podem ser aplicados para o controle de plantas daninhas em trigo, destaca-se o pinoxaden, descoberto pela Syngenta Crop Protection (Basel, Suíça). Esse herbicida é o único da família representada pelo grupo químico fenilpirazolinás - DENs (TANG et al., 2014). É um herbicida seletivo aplicado em pós-emergência para o controle de gramíneas em lavouras de cereais (LEON, 2019; FAO, 2023), sendo introduzido globalmente em 2006, com a marca comercial Axial™.

As doses recomendadas de pinoxaden são de 30 a 60 g ha⁻¹, atuando no controle de uma ampla gama de espécies importantes de plantas daninhas, como a erva-preta (*Alopecurus myosuroides*), aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), capim-setaria (*Setaria* spp.) (BASAK et al., 2020; AGROFIT, 2023). Devido à sua atividade em amplo espectro de plantas daninhas, o pinoxaden foi indicado para o controle anual de plantas daninhas

em culturas de cereais, incluindo o trigo e a cevada (PORTER et al., 2005, HOFER et al., 2006; KUK et al., 2008; AGROFIT, 2023).

Mesmo o pinoxaden estando a bastante tempo no mercado mundial, no Brasil ele foi registrado recentemente para utilização. Desse modo existem poucos estudos envolvendo esse herbicida, principalmente na região Sul do país que apresenta clima e solos diferenciados das demais regiões brasileiras, sendo que esses fatores podem interferir no efeito de controle do produto em relação ao azevém e aveia preta, espécies que apresentam registro para controle, infestantes de culturas de inverno.

Outro herbicida seletivo recomendado para uso em pré-emergência para o controle de plantas daninhas em trigo foi o S-metolachlor (AGROFIT, 2023). Esse produto tem absorção principalmente pelo coleótilo e hipocótilo das plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas, respectivamente. Os sinais e sintomas visíveis do efeito se caracterizam pelo endurecimento dos tecidos e retração dos caulículos em monocotiledôneas. Já nas dicotiledôneas é possível visualizar de forma lenta e gradual a clorose, necrose dos tecidos vegetais e morte da planta, muitas vezes esse processo acontece antes mesmo dos primeiros fluxos germinativos da planta na superfície do solo (QUINTANEIRO et al., 2017).

O herbicida S-metolachlor é derivado da classe das cloroacetamidas, sendo que essa possui isômeros que podem ser agrupados na categoria R ou S (R-metolachlor e S-metolachlor). O S-metolachlor inibe a divisão celular e a mitose por interferência em uma série de enzimas atuando assim como pré-emergente em diferentes espécies de plantas daninhas, evitando a emergência das mesmas, como característica também impede a formação de ácidos graxos de cadeia longa (ROSE et al., 2016).

Assim torna-se importante novas pesquisas que venham a estudar a eficácia de herbicidas com diferentes mecanismos de ação como alternativa para o manejo de plantas daninhas infestantes do trigo. A hipótese do trabalho é que a associação de S-metolachlor aplicado em pré-emergência com o pinoxaden usado em pós-emergência do trigo são eficientes para o controle de azevém. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficácia do uso de herbicidas na pré-emergência do trigo e do azevém associado ou não a pós-emergentes das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado a campo na safra agrícola de 2021, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, RS, nas coordenadas geográficas 27°43'26.54"S, 52°17'42.42"W e altitude de 775 m. O solo da área experimental é classificado

como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (SANTOS et al., 2018). O clima predominante na região de acordo a classificação de Koppen é o Cfa, ou seja, clima temperado, com verão ameno, chuvas uniformemente distribuídas, e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C, com precipitação de 1.100 a 2.000 mm, geadas severas e frequentes, num período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente (PEEL et al., 2007).

A semeadura do trigo foi realizada em sistema de plantio direto na palha, sendo que 15 dias antes dessa operação foi efetuada a dessecação da vegetação com o herbicida diquat (Reglone) na dose de 400 g ha⁻¹ de ingrediente ativo ou 2 L ha⁻¹ de produto comercial. A correção do pH e a adubação do solo foram realizadas de acordo com a análise físico-química, seguindo-se as recomendações técnicas de adubação para a cultura do trigo (CQFS, 2016).

Cada unidade experimental foi composta por uma área de 13,60 m² (5 x 2,72 m), com 16 linhas espaçadas 0,17 m entre si, profundidade de semeadura de aproximadamente 3,5 cm, densidade final com cerca de 350 plantas m⁻², sendo semeadas duas cultivares de trigo a TBIO Sossego e a TBIO Duque.

O experimento foi instalado em delineamento de bloco casualizados, arranjado em esquema fatorial 2 x 11, com quatro repetições. No fator A alocou-se as cultivares de trigo (TBIO Duque e TBIO Sossego) e no B os herbicidas. Os tratamentos utilizados, doses e modalidade de aplicação estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos, respectivas doses, adjuvante e modalidade de aplicação.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Doses (g/L ha ⁻¹)	Modalidade de aplicação
Testemunha capinada	---	---	---
Testemunha infestada	---	---	---
S-metolachlor	480	0,50	Pré-emergência
S-metolachlor	720	0,75	Pré-emergência
S-metolachlor	960	1,00	Pré-emergência
S-metolachlor	1440	1,50	Pré-emergência
Pinoxaden + S-metolachlor	480+40	0,80 + 0,50	Pós-emergência + Pré-emergência
Pinoxaden + S-metolachlor	720+40	0,80 + 0,75	Pós-emergência + Pré-emergência
Pinoxaden + S-metolachlor	960+40	0,80 + 1,00	Pós-emergência + Pré-emergência
Pinoxaden + S-metolachlor	1440+40	0,80 + 1,50	Pós-emergência + Pré-emergência
Pinoxaden	40	0,80	Pós-emergência

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou vazão de 150 L ha⁻¹ de calda

herbicida. Para cada modalidade de aplicação dos produtos foi realizada a coleta dos dados meteorológicos, os quais estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Condições meteorológicas registradas no momento da aplicação dos tratamentos em pré e pós-emergência da cultura do trigo para.

Época de aplicação	Luminosidade (%)	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do solo (°C)	Velocidade do vento (km h ⁻¹)	Condições do solo	Umidade relativa (%)
Pré-emergência	100	26	22,1	3,2	Friável	65
Pós-emergência	100	22	22,4	4,6	Friável	62

Aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), e na pré-colheita do trigo avaliou-se de modo visual o controle efetuado pelos herbicidas ao azevém. Para isso atribuiu-se notas percentuais de zero (0%) aos tratamentos com ausência de controle do azevém e a nota cem (100%) para controle da planta daninha (SBCPD, 1995).

As variáveis avaliadas na pré-colheita da cultura do trigo foram, número de espigas por área (0,25 m²). O número de espigas foi aferido no centro de cada unidade experimental utilizando um quadrado de PVC com dimensões de 0,5 x 0,5 m.

Após a colheita manual e trilha do trigo em área de 6,8 m², foi determinado o peso hectolitro - PH (kg hl⁻¹), o peso de mil grãos (g) e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹). A determinação do PH foi efetuada com uso de balança da marca Dalle Molle, modelo 40. O peso de mil grãos foi auferido por contagem de oito amostras de 100 grãos cada e posteriormente pesadas em balança analítica. Após foi estimada a produtividade de grãos, sendo extrapolado os dados para kg ha⁻¹. Para as análises a umidade dos grãos foi ajustada para o teor de 13%.

Os dados foram submetidos por meio do software Sisvar aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e após a comprovação da normalidade dos erros realizou-se análise de variância pelo teste F, em sendo significativos aplicou-se o teste de Tukey (comparou as cultivares entre si) e de Scott-Knott (comparou os tratamentos entre si para cada cultivar). Todos os testes foram efetuados a $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se efeito significativo dos fatores testados (herbicidas x cultivares) para o controle de azevém (Tabelas 3 e 4). Aos componentes de rendimento de grãos e a produtividade de grãos ocorreu efeito simples de tratamentos aplicados, independente da cultivar de trigo estudada (Tabelas 5 e 6).

Os resultados demonstram aos 7 DAT que não ocorreu efeito dos herbicidas sobre o azevém, independente do produto, mistura, dose ou modalidade de aplicação (Tabela 3). Fato que pode estar relacionado a característica dos herbicidas utilizados, sendo produtos de ação lenta na planta. Já aos 14 e 21 DAT ocorreu aumento no nível de controle, com destaque para a aplicação de pinoxaden em isolado ou em mistura com o herbicida S-metolachlor, independente da dose (Tabela 3). Essa efetividade de controle do pinoxaden é justificada pelo fato de ser um herbicida de ação específica em gramíneas, com mecanismo de ação na ACCase. Porém, é importante ressaltar que essas novas estratégias químicas de controle devem ser preservadas para evitar a resistência desse novo herbicida, como já relatado em outros países em *Digitaria ciliaris* (BASAK et al., 2020).

Tabela 3. Controle (%) de azevém (*Lolium multiflorum*) em função da aplicação de herbicidas aos 7, 14 e 21 DAT, em diferentes cultivares de trigo.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Controle de azevém (%)					
		7 DAT ¹		14 DAT		21 DAT	
		Duque	Sossego	Duque	Sossego	Duque	Sossego
Testemunha capinada	---	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa
Testemunha infestada	---	0,00	0,00	0,00 Ae	0,00 Af	0,00 Ae	0,00 Ae
S-metolachlor	480	0,00	0,00	48,75 Ad	36,25 Be	60,00 Ad	61,25 Ad
S-metolachlor	720	0,00	0,00	66,25 Ac	43,75 Be	70,00 Ac	70,00 Ac
S-metolachlor	960	0,00	0,00	61,25 Ac	52,50 Bd	75,00 Ac	76,25 Ab
S-metolachlor	1440	0,00	0,00	81,25 Ab	65,00 Bc	81,25 Ab	78,75 Ab
S-metolachlor +pinoxaden	480+40	0,00	0,00	75,00 Ab	50,00 Bd	63,75 Ad	68,75 Ad
S-metolachlor +pinoxaden	720+40	0,00	0,00	65,00 Ac	51,25 Bd	70,00 Ac	72,50 Ab
S-metolachlor +pinoxaden	960+40	0,00	0,00	58,75 Ac	56,25 Ad	73,75 Ac	76,25 Ab
S-metolachlor+pinoxaden	1440+40	0,00	0,00	78,75 Ab	72,50 Ab	82,50 Ab	81,25 Ab
Pinoxaden	40	0,00	0,00	75,00 Ab	68,00 Ab	78,75 Ab	75,50 Ab
Média Geral	---	0,00	0,00	53,84		61,88	
C.V (%)	---	0,00	0,00	10,74		7,08	

¹ Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelos testes de Tukey e de Scott-Knott (p<0,05), respectivamente. ^{ns} = não significativo.

A partir da avaliação dos 21 DAT não foi possível verificar alteração nos padrões de controle de azevém em função das cultivares, ambas apresentaram comportamento similar, sem diferenças significativas no controle da planta daninha (Tabela 3). Especificamente aos 21 DAT o melhor controle de azevém ocorreu nas doses maiores de S-metolachlor isolado ou associado ao pinoxaden. Esse último apresentou resultado satisfatório, mesmo aplicado em isolado (Tabela 3). Outros autores também verificaram o elevado controle deste herbicida tanto na cultura do trigo quando na cevada, sendo o único produto pertencente ao grupo químico fenilpirazolinás (TANG et al., 2014; LEON, 2019).

Com o aumento de dose do herbicida S-metolachlor, o controle do azevém foi maior, porém não diferindo nas avaliações de 28 e 35 DAT (Tabela 4). Pode-se inferir que somente o

herbicida pré-emergente não foi suficiente para o controle do azevém na dose de até 960 g ha⁻¹ e local onde foi instalado o experimento, necessitando-se de alguma estratégia de controle em pós-emergência da cultura e da planta daninha. Resultados da literatura revelam um potencial de redução da dose de herbicidas quando se envolvem diferentes estratégias de manejo na integração do sistema de controle. Por exemplo, para a espécie *A. fatua* a densidade da cultura contribui para a diminuição da dose do herbicida e a menor produção de sementes da espécie. Já no cenário menos competitivo, menor densidade da cultura, a maior eficácia foi necessária para evitar o retorno das sementes e aumento na dose do herbicida (JÄCK et al., 2017).

Tabela 4. Controle (%) de azevém (*Lolium multiflorum*) em função da aplicação de herbicidas aos 28 e 35 DAT, em diferentes cultivares de trigo.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Controle de azevém (%)			
		28 DAT ¹		35 DAT	
		Duque	Sossego	Duque	Sossego
Testemunha capinada	---	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	---	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 e
S-metolachlor	480	56,25 d	56,25 c	66,25 c	58,75 d
S-metolachlor	720	68,25 c	68,75 b	71,25 c	71,25 c
S-metolachlor	960	76,25 c	73,75 b	78,75 b	78,75 b
S-metolachlor	1440	77,50 c	81,25 b	84,25 b	82,75 b
S-metolachlor +pinoxaden	480+40	70,00 d	63,75 c	81,25 b	80,00 b
S-metolachlor +pinoxaden	720+40	68,25 d	73,75 b	77,25 b	79,50 b
S-metolachlor +pinoxaden	960+40	63,75 d	70,00 b	77,50 b	80,75 b
S-metolachlor+pinoxaden	1440+40	82,50 b	75,00 b	85,00 b	85,00 b
Pinoxaden	40	81,50 b	72,00 b	80,00 b	83,25 b
Média Geral	---	60,24		64,89	
C.V (%)	---	9,37		7,50	

¹ Médias seguidas de letras diferentes minúscula na coluna diferem entre si pelos testes de Tukey e de Scott-Knott (p<0,05), respectivamente.

Em relação aos componentes de rendimento de grãos da cultura do trigo constatou-se que a aplicação de s-metolachlor (960 g ha⁻¹) apresentou o maior NES (número de espigas), igualando-se estatisticamente ao pinoxaden e a testemunha capinada (Tabela 5). Estudos de Piasecki et al. (2017), Raj et al. (2020) e Galon et al. (2023) utilizando herbicidas de diversos mecanismos de ação encontraram resultados semelhantes nos componentes de rendimento de grãos, entre eles maior número de espigas, peso de mil grãos, peso hectolitro e produtividade de grãos.

Na cultivar TBio Duque as doses de s-metolachlor (480 e 1440 g ha⁻¹), e a associação de s-metolachlor (1440 g ha⁻¹) com pinoxaden resultaram em menor NES em decorrência da cultivar ser mais suscetível a doses elevadas do herbicida, com isso a planta entra em estresse (Tabela 5). No momento em que a planta sofre injúrias, como mecanismos de defesa e para metabolizar o herbicida na planta, a mesma tem maior gasto energético realizando fotossíntese

e emitindo novas folhas livres de fitotoxicidade (RAJ et al., 2020). Herbicidas inibidores da ALS, da ACCase e do Fotossistema II, não ocasionaram efeito negativo ao número de espigas nas cultivares de trigo TBIO Pioneiro e TBIO Quartzo (GALON et al., 2015). Alguns estudos têm relatado a ocorrência de diferenças quanto ao número de espigas em trigo em virtude da aplicação de herbicidas (BARI et al., 2020; ZAKARIYYA et al., 2022) isso deve-se principalmente as características genéticas das cultivares e também da seletividade do próprio herbicida utilizado (RAMOS et al., 2021).

Na cultivar TBio Sossego a aplicação de s-metolachlor (480 g ha⁻¹) proporcionou o menor NES, seguido da testemunha infestada (Tabela 6). Isso ocorre devido a infestação elevada de azevém e com a ausência do controle ou baixa eficácia, ocorreu competição pelos recursos do meio afetando negativamente todos os componentes de rendimento do trigo. As perdas de produtividade na cultura do trigo quando não se adota nenhum tipo de controle de plantas daninhas podem ser superiores a 90% (GALON et al., 2021).

Tabela 5. Efeito de herbicidas nos componentes de rendimento de grãos, número de espigas (NES), peso de mil grãos (PMG), peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD) da cultivar de trigo TBio Duque.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Componentes de produtividade de grãos de trigo			
		NES (m ²)	PMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
Testemunha capinada	---	497,0 a	30,3 b	74,0 a	1735,6 b
Testemunha infestada	---	407,0 c	30,4 b	71,0 b	1595,8 c
S-metolachlor	480	423,0 c	28,9 c	69,3 b	1774,0 b
S-metolachlor	720	448,0 b	28,9 c	68,8 b	1452,6 d
S-metolachlor	960	496,0 a	29,5 c	70,0 b	1258,8 e
S-metolachlor	1440	395,0 c	28,2 d	70,0 b	992,2 f
S-metolachlor+pinoxaden	480+40	361,0 b	29,6 c	73,0 a	1819,5 b
S-metolachlor+pinoxaden	720+40	458,0 b	27,4 d	70,0 b	1178,4 e
S-metolachlor+pinoxaden	960+40	472,0 b	30,5 b	72,3 a	1537,4 c
S-metolachlor+pinoxaden	1440+40	416,0 c	31,6 a	71,0 b	1531,4 c
Pinoxaden	40	493,0 a	31,2 a	73,0 a	2315,3 a
Média Geral	---	445,09	29,71	71,11	1563,74
C.V (%)	---	5,78	1,81	2,00	4,03

¹ Médias seguidas de letras diferentes minúscula na coluna diferem entre si pelos testes de Scott-Knott (p<0,05). ^{ns} = não significativo

O PMG (peso de mil grãos) apresentou diferença em função dos tratamentos para a cultivar de trigo TBio Duque (Tabela 5). As maiores médias foram constadas na aplicação de pinoxaden isolado e em mistura com S-metolachlor na maior dose, sendo a média do PMG, aproximadamente 6,7% maior que a média dos demais tratamentos. Balem et al. (2021) obtiveram resultados similares relacionados aos componentes de rendimento com a aplicação de pinoxaden. Os mesmos autores atribuíram o resultado à menor competição interespecífica,

pois o maior controle das plantas daninhas ocasiona maior quantidade de fotoassimilados acumulados nos grãos do trigo. A cultivar TBio Duque (Tabela 5) apresentou melhor seletividade aos herbicidas aplicados, tendo maior desempenho no peso de mil grãos, peso hectolitro perante a cultivar TBio Sossego (Tabela 6). Este melhor rendimento é devido capacidade da cultivar em metabolizar o herbicida aplicado sem que ocorresse interferência negativa no desenvolvimento da cultura.

Quando a cultura apresenta seletividade, a mesma pode sofrer injúrias por consequência da aplicação dos herbicidas, entretanto seu metabolismo é capaz com o passar do tempo de superar essa fitotoxicidade do produto e retornar ao seu metabolismo inicial, não ocorrendo efeito negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas (AGOSTINETTO et al., 2016; PIASECKI et al., 2017; TAMAGNO et al., 2022) das plantas ou mesmo em componentes de rendimento, como exemplo o peso de mil grãos (ZAKARIYYA et al., 2022).

O trigo pode ser classificado por parâmetros como classes e tipos onde se leva em consideração cor, número de queda, umidade e PH (SOARES, 2022). O valor comercial do trigo depende das propriedades do produto, entre eles o PH (JORIS, 2022).

O PH (peso hectolitro) foi maior nos tratamentos que apresentaram melhor controle do azevém (Tabela 5). Com destaque para a aplicação de S-metolachlor + pinoxaden (480 + 40 g ha⁻¹) e somente pinoxaden, cujas médias de PH para cultivar TBio Duque (Tabela 5) foram de 73 kg hL⁻¹, se enquadrando como classe II e tipo 3. Esse tipo de trigo é destinado para produção de biscoitos, massas, entre outros usos segundo a instrução normativa nº 38 de 2010 (BRASIL, 2010). Contudo nenhum dos tratamentos demonstrou um PH de 78 kg hl⁻¹ desejável para produção de farinha tipo 1. Karpinski et al. (2018) ao estudarem a associação dos herbicidas iodosulfuron-methyl + fenoxaprop-p-ethyl também constataram a ocorrência de menor PH na cultivar de trigo Campeiro, o que se assemelha ao resultado encontrado no presente estudo.

Para a cultivar TBio Sossego nenhum dos tratamentos atingiu o PH mínimo de 72 kg hL⁻¹ (Tabela 6), segundo a instrução normativa nº 38 de 2010 o trigo que não alcançar o valor mínimo é classificado como fora de tipo, sendo destinado para produção de rações e outros fins (BRASIL, 2010). São vários os fatores que podem ter limitado a qualidade de PH de ambas as cultivares. Fatores como condições de cultivo, operações de colheita, secagem e armazenamento que influenciam sobre as características da qualidade do trigo (DIAS et al., 2015).

O efeito do controle de azevém está relacionado diretamente com o PH trigo, ou seja, quando se tem boa eficácia dos herbicidas sobre as plantas daninhas a cultura denota melhor valor da variável, devido a menor competição entre as plantas (GALON et al., 2023). Raj et al.

(2020) também encontraram melhor resposta dos componentes de rendimento de grãos para os herbicidas que demonstraram maior eficiência no controle de plantas daninhas, corroborando assim aos resultados da presente pesquisa.

A produtividade de grãos de trigo foi influenciada pela competição do azevém para as duas cultivares, com redução média de 33%, ou seja, uma expressiva perda em função da interferência causada pela planta daninha (Tabelas 5 e 6). Esses resultados corroboram com os encontrados por Lamego et al. (2015) ao destacarem a elevada capacidade competitiva da planta daninha quando em competição com o trigo. Outro grande problema quando essas plantas daninhas não são controladas diz respeito ao aumento do banco de sementes, fortalecendo a chance de adquirir resistência e perpetuando por mais tempo nas lavouras (GALON et al., 2019).

Tabela 6. Efeito de herbicidas nos componentes de rendimento de grãos, número de espigas (NES); peso de mil grãos (PMG), peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD) da cultivar de trigo TBIO Sossego.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Componentes de rendimento de grãos do trigo			
		NES (m ²)	PMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
Testemunha capinada	---	461,0 a	25,8 a	69,0 b	1993,8 a
Testemunha infestada	---	407,0 c	26,3 a	67,0 c	847,5 f
S-metolachlor	480	411,0 c	25,7 a	65,3 d	1416,5 e
S-metolachlor	720	484,0 a	24,2 b	65,0 d	1358,8 e
S-metolachlor	960	487,0 a	24,0 b	67,3 c	1600,8 d
S-metolachlor	1440	491,0 a	24,0 b	67,8 c	1762,8 c
S-metolachlor+pinoxaden	480+40	504,0 a	25,1 b	70,0 a	1915,9 b
S-metolachlor+pinoxaden	720+40	492,0 a	27,1 a	68,8 b	1928,1 b
S-metolachlor+pinoxaden	960+40	452,0 b	24,8 b	67,0 c	1760,5 c
S-metolachlor+pinoxaden	1440+40	432,0 b	26,3 a	66,5 c	1710,7 c
Pinoxaden	40	483,0 a	26,1 a	70,0 a	1912,3 b
Média Geral	---	464,00	25,04	67,59	1618,46
C.V (%)	---	5,15	3,78	0,87	2,63

¹ Médias seguidas de letras diferentes minúscula na coluna diferem entre si pelos testes de Scott-Knott (p<0,05).

O manejo com o herbicida pinoxadem associado as doses menores de s-metolachlor (480 g ha⁻¹) para ambas das cultivares, juntamente com as doses de s-metolachlor (720 g ha⁻¹) para a cultivar TBio Sossego foram os tratamentos mais promissores no controle seguro do azevém. Pois essa associação de princípios ativos retarda a probabilidade de ocorrer resistência e diminui o banco de sementes do azevém no solo, facilitando a implantação e controle para os próximos ciclos produtivos. Doses crescentes de S-metolachlor superiores a 720 g ha⁻¹ retardam o estabelecimento da cultura do trigo, diminuem a produtividade e devem ser evitadas, independentemente da cultivar de trigo estudada o comportamento foi similar (Tabelas 5 e 6).

Diante das dificuldades de manejo de plantas daninhas na cultura do trigo, com os

resultados do trabalho foi possível estabelecer que cada modalidade de aplicação ou herbicida se comporta de maneira distinta no controle da planta daninha ou na seletividade à cultura. É importante destacar que cada cultivar pode expressar características distintas no ambiente em função das aplicações de herbicidas e a associação de produtos aplicados em pré e pós-emergência, sendo uma das alternativas para postergar o aparecimento da resistência de plantas daninhas a herbicidas. Ressalta-se que o uso de herbicida é mais um dos métodos empregados para o controle, e para maior efetividade é preciso aliar mais do que uma estratégia de manejo nas diferentes culturas, inclusive no trigo.

CONCLUSÕES

O azevém ocasiona interferência negativa no trigo, com perdas de produtividade de aproximadamente 30%, quando a cultura estava na presença de planta daninha e nenhum método de controle é adotado para o manejo.

A aplicação dos herbicidas, S-metolachlor e pinoxaden, em pré e pós-emergência, respectivamente, é uma estratégia importante para o manejo de azevém infestante do trigo.

O herbicida pinoxaden se destaca no controle de azevém e no ganho de produtividade de grãos em relação aos demais tratamentos, sendo uma alternativa para controle da planta daninha em trigo.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Changes in photosynthesis and oxidative stress in wheat plants submitted to herbicides application. **Planta Daninha**, v. 34, n.1, p 1-9, 2016.
- AGOSTINETTO, D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 10, p. 1315-1322, 2013.
- AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, 2023. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 18/03/2023.
- BALEM, R. et al. Controle de nabo e azevém em trigo com herbicidas pós-emergentes. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 6, n. 1, p.45-56, 2021.
- BARI, A. et al. Application of various herbicides on controlling large and narrow leaf weeds and their effects on physiological and agronomic traits of wheat. **Planta Daninha**, 38(e020202353), 1-12, 2020.
- BARROS, J.; CALADO, J. Rotação de herbicidas em trigo para prevenir a resistência das infestantes em condições Mediterrânicas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 3-13, 2020.
- BASAK, S. et al. Plastidic ACCase Ile-1781-Leu is present in pinoxaden-resistant southern crabgrass (*Digitaria ciliaris*). **Weed Science**, v. 68, n. 1, p. 41-50, 2020.
- BRASIL. Agência Nacional da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010. **Regulamento técnico do trigo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n 229, 1 dez. 2010. Seção 1.
- BRUNHARO, C. et al. Western United States and Canada perspective: are herbicide-resistant crops the solution to herbicide-resistant weeds? **Weed Science**, v.70, n.3, p.272-286, 2022.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/32932_bd1481aad9724985f6cd7d2ad9655cf2> Acesso em: 18/03/2023.
- COSTA, L.O.; RIZZARDI MA. Resistance of *Raphanus raphanistrum* to the herbicide metsulfuron-methyl. **Planta Daninha**, v.32, n.1, p.181-187, 2014.
- CQFS-RS/SC. 2016. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11.ed. Porto Alegre. 376p.
- DIAS, C. M. Análise físico-química de farinha de trigo tradicional. **Nutrição Brasil**, v. 14, n. 1, 2015.
- FAO. **Crop Prospects and Food Situation**. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca8032en/ca8032en.pdf>> Acesso em: 18/03/2023.

GALON, L. et al. Efficacy and phytotoxicity of herbicides applied for the handling of weeds that infest wheat. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 2, p. 128-140, 2015.

GALON, L. et al. Manejo químico de plantas daninhas infestantes da cultura do trigo. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 8, p. 1-22, 2023.

GALON, L. et al. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados à cultura do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 3, p. 199-212, 2021.

GALON, L. et al. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Bragantia**, v. 78, n. 3, p. 409-422, 2019.

GHARDE, Y. et al. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. **Crop Protection**, v. 107, n.1, p. 12-18, 2018.

HEAP, I. The International herbicide-resistant weed database. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 10/03/2023.

HOFER, U. et al. Pinoxaden-for broad spectrum grass weed management in cereal crops. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 20, p. 989, 2006.

HOLMAN, J. D. et al. Persian darnel (*Lolium persicum*) fecundity response to spring wheat, canola, and sunflower interference. **Weed Technology**, v. 20, n. 2, p. 430-437, 2006.

JÄCK, O. et al. Winter wheat yield loss in response to *Avena fatua* competition and effect of reduced herbicide dose rates on seed production of this species. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 124, p. 371–382, 2017.

JORIS, H. A. Wood. **Informações técnicas para trigo e triticale: 14ª reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de trigo e triticale**. 1. ed. --Castro, PR: Fundação ABC e Biotrigo Genética, 2022.

KARPINSKI, R. A. K. et al. Selectivity of iodosulfuron-methyl association with ACCase inhibitors and 2,4-D in wheat and barley crops. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

KUK, Y. I. et al. Resistance profile of diclofop-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) to ACCase-and ALS-inhibiting herbicides in Arkansas, USA. **Weed science**, v. 56, n. 4, p. 614-623, 2008.

LAMEGO, F. P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 521-531, 2013.

LAMEGO, P. F. et al. Alterações morfológicas de plântulas de trigo, avevém e nabo quando em competição nos estádios iniciais de crescimento. **Planta Daninha**, v.33, n. 1, p. 13-22, 2015.

LEON, L. **Manejo integrado de malezas gramíneas en trigo en la precordillera de Ñuble**. Informativo INIA Quilamapu, 2019. Disponível em: <<https://inia.prodigioconsultores.com/bitstream/handle/123456789/4995/NR41861.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03/04/2023.

- MARIANI, F. et al. Valor adaptativo e habilidade competitiva de azevém resistente e suscetível ao iodosulfuron em competição com o trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 6, p. 710-719, 2016.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON B. L.; MCMAHON T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p. 1633-1644, 2007.
- PIASECKI, C. et al. Seletividade de associações e doses de herbicidas em pós emergência do trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 4, p. 286-295, 2017.
- PORTER, D. J.; KOPEC, M.; HOFER, U. Pinoxaden: a new selective postemergence graminicide for wheat and barley. In: **Weed Science**, 2005. p. 95.
- QUINTANEIRO, C. et al. Endocrine and physiological effects of linuron and S-metolachlor in zebrafish developing embryos, **Science of The Total Environment**, v.586, p.390-400, 2017.
- RAJ, R. et al. Efficacy of different weed management practices on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 5, p. 2250-2253, 2020.
- RAMOS, A. R.; ZAMPAR, A.; SILVA, A. W. L. Dry matter productivity and bromatological quality of ryegrass genotypes cultivated in southern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 247-255, 2021.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Edição dos autores, 764p, 2018.
- ROSE, M. T. et al. Impact of herbicides on soil biology and function. **Advances in Agronomy**, v.136, p. 133-220, 2016.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 356p, 2018.
- SANTOS, S. A. et al. Diferença fisiológica de classificação de sementes de azevém. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 100-111, 2020.
- SCHMITZ, M. F. et al. Uso de clomazone associado ao safener dietholate para o manejo de plantas daninhas na cultura do trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 2-11, 2018.
- SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.
- SOARES, A. B. **Análises de qualidade de trigo produzido em solo goiano**. 2022.
- SZARESKI, V. J. et al. Genetic and phenotypic multi-character approach applied to multivariate models for wheat industrial quality analysis. **Genetics And Molecular Research**, v. 18, s.n, p. 1-14, 2019.

- TAMAGNO, W. et al. Redox status upon herbicides application in the control of *Lolium multiflorum* (2n and 4n) as weed. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 57, n. 9, p. 729-738, 2022.
- TANG, W. et al. Resistance to ACCase-inhibiting herbicides in an Asia minor bluegrass (*Polypogon fugax*) population in China. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 108, n.1, p. 16-20, 2014.
- TAVARES, L.C. et al. Criteria for decision making and economic threshold level for wild radish in wheat crop. **Planta Daninha**, v37, e019178898, p.1-11, 2019.
- TIRONI, S. P. et al. Time of emergency of ryegrass and wild radish on the competitive ability of barley crop. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1527-1533, 2014.
- VAN DER MEULEN, A.; CHAUHAN, B. S. A review of weed management in wheat using crop competition. **Crop Protection**, v. 95, s.n, p. 38-44, 2017.
- ZAKARIYYA, M. I. et al. Integrated weed management strategies in wheat crop. **Journal of Plant Genetics and Breeding**, n.6, p. 1-4, 2022.