



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

SAYANE ZANCHET

**SELETIVIDADE E EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DA
CEVADA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

ERECHIM – RS

2023

SAYANE ZANCHET

**SELETIVIDADE E EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DA
CEVADA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM – RS

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Zanchet, Sayane

SELETIVIDADE E EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DA CEVADA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS / Sayane Zanchet. -
- 2023.

40 f.

Orientador: Prof.D.Sc Leandro Galon

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

1. Hordeum vulgare. 2. Lolium multiflorum. 3.
Raphanus raphanistrum. 4. R. sativus. 5. Avena strigosa. I.
Galon, Leandro, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

**SELETIVIDADE E EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DA
CEVADA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS – *campus* Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agrônoma.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Leandro Galon (Orientador)
UFFS – Erechim

Prof^a. Dr^a. Sandra Maria Maziero
UFFS – Erechim

Prof. Dr. Ulisses Pereira de Mello
UFFS - Erechim

Erechim/RS, Julho de 2023

SELETIVIDADE E EFICÁCIA DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DA CEVADA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

RESUMO: O azevém, a aveia preta e o nabo são plantas daninhas que ocasionam elevadas perdas de produtividade quando infestam a cultura da cevada, exigindo controle adequados. Neste contexto, objetivou-se com o estudo avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas aplicados na cultivar de cevada BRS Cauê para o controle de plantas daninhas. Foram instalados dois experimentos a campo, em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram: oxyfluorfen (600 g ha^{-1}), pendimethalin (800 g ha^{-1}), flumioxazin (50 g ha^{-1}) aplicados em pré-emergência; e iodosulfuron ($5,0 \text{ g ha}^{-1}$), pyroxsulam (18 g ha^{-1}), metsulfuron-methyl ($4,0 \text{ g ha}^{-1}$) e clodinafop-propargil ($60,0 \text{ g ha}^{-1}$) aplicados em pós-emergência das espécies, mais duas testemunhas uma capinada e outra infestada. Sendo avaliadas tais variáveis como comprimento de espiga, grãos cheios, grãos chochos, número de espiga, peso final e produtividade. O herbicida oxyfluorfen aplicado em isolado em pré-emergência ou associado aos pós-emergentes, iodosulfuron, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl, ocasionou a maior fitotoxicidade a cultivar de cevada BRS Cauê. Em geral a aplicação de flumioxazin + metsulfuron-methyl demonstrou as maiores injúrias as variáveis fisiológicas da cultivar de cevada BRS Cauê. O uso de oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin em pré-emergência e associado a esse em pós-emergência o clodinafop-propargyl ocasionaram os melhores controles de azevém e da aveia preta, do início ao final do ciclo das plantas daninhas. O melhor controle de nabo foi obtido com aplicação em pré-emergência de oxyfluorfen e combinado a esse em pós-emergência os herbicidas iodosulfuron-methyl e pyroxsulam. Tanto no experimento de seletividade quanto de eficácia o tratamento que se destacou em relação aos melhores efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos da cevada, cultivar BRS Cauê foi o flumioxazin+iodosulfuron-methyl.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*, *R. sativus*,
Avena strigosa.

SELECTIVITY AND EFFECTIVENESS OF HERBICIDES APPLIED TO BARLEY CULTURE FOR WEED CONTROL

ABSTRACT: Ryegrass, white and black oats, and turnip are weeds that cause high productivity losses when infesting barley crops, requiring adequate control. In this study, we aimed to evaluate the effectiveness and selectivity of herbicides applied to the barley cultivar BRS Cauê for weed control. Two field experiments were conducted in randomized blocks with four replications. The treatments used were oxyfluorfen (600 g ha^{-1}), pendimethalin (800 g ha^{-1}), and flumioxazin (50 g ha^{-1}) applied in pre-emergence, and iodosulfuron (5.0 g ha^{-1}), pyroxsulam (18 g ha^{-1}), metsulfuronmethyl (4.0 g ha^{-1}), and clodinafop-propargil (60.0 g ha^{-1}) applied in post-emergence treatment of the species, plus two witnesses, one weeded and the other infested. Variables such as ear length, whole grains, empty grains, number of ears, final weight, and productivity were evaluated. The oxyfluorfen herbicide applied alone in pre-emergence or associated with post-emergence, iodosulfuron, pyroxsulam, metsulfuron-methyl, and clodinafop-propargil caused the highest phytotoxicity to barley cultivar BRS Cauê. In general, the application of flumioxazin + metsulfuron-methyl showed the most significant damage to the physiological variables of the barley cultivar BRS Cauê. The use of oxyfluorfen, pendimethalin, and flumioxazin in preemergence and associated with clodinafop-propargyl in post-emergence resulted in the best controls of ryegrass and oats, from the beginning to the end of the weed cycle. The best turnip control was obtained with the pre-emergence application of oxyfluorfen and combined with iodosulfuron-methyl and pyroxsulam herbicides in post-emergence. Both in the selectivity and efficacy experiment, the treatment that stood out with the best effects on barley grain yield components, cultivar BRS Cauê, was flumioxazin+iodosulfuron-methyl.

Keywords: *Hordeum vulgare*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*, *R. sativus*, *Avena strigosa*.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare*) é um cereal de inverno que se adapta, facilmente as condições de cultivo, principalmente em regiões subtropicais e subárticos, e em área irrigada ou seca. Essa cultura é amplamente utilizada para alimentação humana e animais em especial para a industrialização de bebidas, devido a excelência do seu malte (HONG; ZHANG, 2020). Este cereal apresenta grande relevância econômica ganha destaque por ser uma das graníferas com maior escala de produção, estando na quinta colocação no mundo (FAO, 2022). No Brasil se tem uma produção de cevada de 482,10 mil toneladas de grãos em área de 123,3 mil hectares, tendo-se uma produtividade média de 3,91 t ha⁻¹ (CONAB, 2023). Essa produtividade média de grãos da cevada obtida no Brasil está aquém das alcançadas em lavouras que adotam elevados níveis tecnológicos ou em áreas de pesquisa.

As plantas daninhas podem reduzir a produtividade de grãos da cevada em até 78% (MAHAJAN et al. 2020) por competirem com a cultura pelos recursos do meio, como água, luz e nutrientes (BAJWA et al., 2017; PIES et al., 2019; GALON et al., 2023a). Além disso, as plantas daninhas também podem ocasionar efeitos alelopáticos ou hospedarem doenças e insetos que afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura (BAJWA et al., 2017; PIES et al., 2019). Desse modo, fica evidente a necessidade de se efetuar o manejo das plantas daninhas para evitar perdas quantitativas e qualitativas da cevada.

O principal método de controle das plantas daninhas infestantes da cevada é o químico com uso de herbicidas, em razão da eficiência, praticidade e menor custo ao se comparar com outras formas de controle (BALEM et al., 2021). Os herbicidas são capazes de ocasionar efeitos diretos e indiretos no desenvolvimento e crescimento das plantas, acarretando em alterações nos processos fisiológicos, metabólicos, promovendo desregulação dos mecanismos de defesa da planta, sintomas de intoxicações, alteração na absorção de nutrientes, dentre outros fatores (BARI et al., 2020; TAMAGNO et al., 2022).

As principais plantas daninhas infestantes da cevada são a aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum* L.) e nabo/nabiça (*Raphanus sativus* e *R. raphanistrum*). A aveia preta destaca-se por ser uma planta que infesta várias culturas, dentre elas a cevada, gerando grande preocupação devido a elevada capacidade de competição e como consequência a redução da produtividade que pode ser de 10 a 60% de perdas (BAJWA et al., 2017). Já o azevém é considerado uma das espécies que mais influência na produtividade por possuir propriedades morfofisiológicas em comum com a cevada, onde ambos pertencem a família botânica o que gera competição por recursos similares do meio (TIRONI et al., 2014; PIES et al., 2019; GALON et al., 2023a). Além disso, o azevém é resistente aos herbicidas inibidores

de acetolactato sintetase (ALS), acetil-coenzima, a carboxilase (ACCase) e 5-enolpiruvilshikimato-3fosfatosintase (EPSPS) (HEAP, 2023). Da mesma forma, o nabo tem ocasionado grandes prejuízos ao infestar a cevada, bem como em demais espécies de inverno (BALEM et al., 2021). No Brasil e nos demais países, o nabo se mostrou resistente a diferentes herbicidas, especialmente aos inibidores de ALS, usados em culturas de inverno para o controle das plantas daninhas (COSTA & RIZZARDI, 2014; CECHIN et al., 2016).

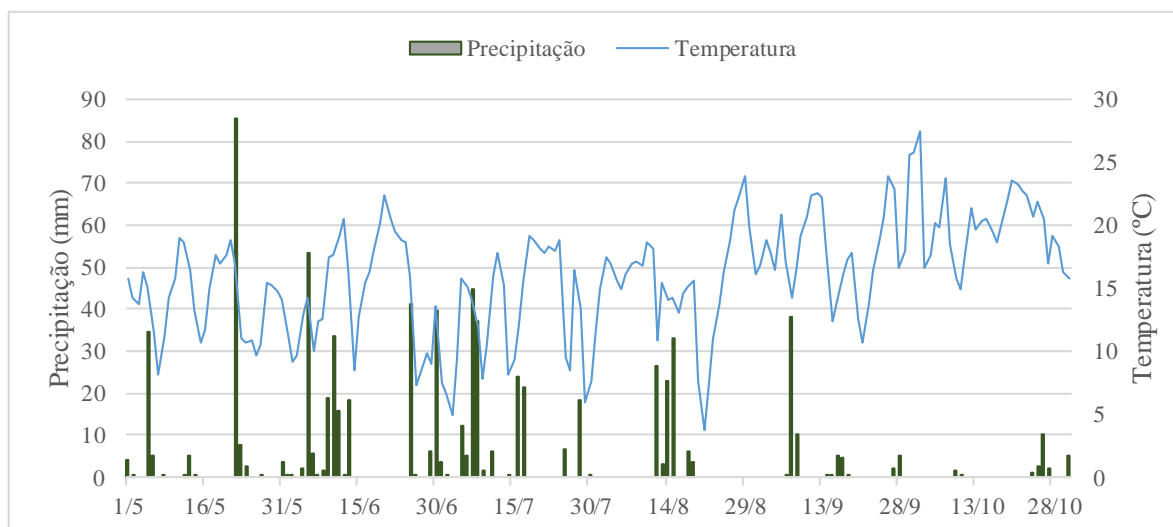
Assim sendo torna-se importante novos estudos que avaliem a seletividade e a eficácia de herbicidas na busca por alternativas de controle químico com diferentes mecanismos de ação para o manejo de plantas daninhas infestantes da cevada, mesmo que não sejam esses produtos ainda registrados à cultura, como algumas das moléculas testadas na presente pesquisa. Neste contexto, objetivou-se com o estudo avaliar a eficácia e a seletividade de herbicidas alternativos aplicados na cultivar de cevada BRS Cauê para o controle de plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, nas coordenadas geográficas 27°43'26.54"S, 52°17'42.42"W e altitude de 775 m, de maio a outubro de 2020. No primeiro experimento avaliou-se a seletividade dos herbicidas a cevada e no segundo foi estudado a eficácia de controle sobre as plantas daninhas azevém (*Lolium multiflorum*), nabo/nabiça (*Raphanus sativus* ou *R. raphanistrum*) e aveia preta (*Avena strigosa*). O clima predominante na região de acordo a classificação de Köppen 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).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Alumino férrico típico (STRECK, 2018), sendo a correção do pH e a adubação do mesmo realizadas de acordo com a análise físico-química seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura da cevada (CQFS, 2016). As características químicas e físicas do solo foram: pH em água 5,1; MO = 3,0%; P= 5,2 mg dm⁻³; K= 118,0 mg dm⁻³; Al³⁺=0,3 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 5,5 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 3,0 cmolc dm⁻³; CTC(t)= 7,4 cmolc dm⁻³; CTC (pH=7,0) = 16,6 cmolc dm⁻³; H+Al= 7,7 cmolc dm⁻³; SB= 53% e Argila= 60%. A semeadura da cevada foi realizada em sistema de plantio direto, dessecando-se a vegetação com glyphosate (1.440 g ha⁻¹) + saflufenacil (70 g ha⁻¹) + óleo mineral (0,5% v/v). A precipitação, temperatura média (°C) e a umidade relativa do ar (%) ocorridas durante o período de condução dos experimentos podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1. Temperatura média (°C) e precipitação (mm) durante o período de condução do experimento de maio a outubro de 2020. UFFS/Erechim/RS, 2023. Fonte: INMET, (2023).



Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos utilizados, bem como doses e modalidade de aplicação dispostos na Tabela 1. Cada unidade experimental apresentou dimensões de 5 x 2,72 m, totalizando uma área de 13,6 m², contendo 16 linhas de semeadura espaçadas em 0,17 m. A área útil das parcelas correspondeu a 6,8 m² (4 x 1,7 m), sendo colhidas as 10 linhas centrais de cevada, descartando-se as bordaduras laterais e frontais para a realização das análises.

A semeadura dos experimentos ocorreu em 28/05/2020, tanto para o ensaio de seletividade quanto de eficácia, utilizando-se a cultivar de cevada BRS Cauê de ciclo médio-tardio, através de semeadora/adubadora. A densidade média de sementes foi de 51 plantas m⁻¹ ou 300 plantas m⁻², resultando numa densidade final de aproximadamente 3.000.000 plantas ha⁻¹. Para adubação de base foi utilizado 230 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15 (N-P-K) e em cobertura aplicou-se 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia, dividindo-se em duas épocas, a primeira na fase de afilhamento e a segunda na fase de alongamento da cevada.

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos, respectivas doses, adjuvante e modalidade de aplicação. UFFS/Erechim/RS, ano de 2020.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Dose (L/kg ha ⁻¹)	Adjuvante (% v/v/L)	Modalidade de aplicação
T01-Testemunha capinada	----	----	----	----
T02-Testemunha infestada*	----	----	----	----
T03-Oxyfluorfen	600	2,50	----	Pré
T04-Pendimethalin	800	2,00	----	Pré
T05-Flumioxazin	50	0,10	----	Pré
T06-Oxyfluorfen+iodosulfuron-methyl	600+5	2,50+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T07-Pendimethalin + iodossulfuron-methyl	800+5	2,00+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T08-Flumioxazin + iodossulfuron-methyl	50+5	0,10+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T09-Oxyfluorfen + pyroxsulam	600+18	2,50+0,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T10-Pendimethalin + pyroxsulam	800+18	2,00+0,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T11-Flumioxazin + pyroxsulam	50+18	0,10 +0,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T12-Oxyfluorfen+metsulfuron-methyl	600+3,96	2,50+0,006	Dash	Pré/Pós
T13-Pendimethalin + metsulfuron-methyl	800+3,96	2,00+0,006	Dash	Pré/Pós
T14-Flumioxazin + metsulfuron-methyl	50+3,96	0,10+0,006	Dash	Pré/Pós
T15-Oxyfluorfen+clodinafop-propargyl	600+60	2,50+0,25	Assist	Pré/Pós
T16-Pendimethalin + clodinafop-propargyl	800+60	2,00+0,25	Assist	Pré/Pós
T17-Flumioxazin + clodinafop-propargyl	50+60	0,10+0,25	Assist	Pré/Pós

* No ensaio de seletividade não havia testemunha infestada, somente capinada.

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, sob pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida. As condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas nos dois experimentos estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas em pré e pós-emergência da cultivar de cevada BRS Cauê, para os experimentos de seletividade e de eficácia.

Modalidade de aplicação	Data da aplicação	Luminosidade (%)	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	Condições de solo	Velocidade do vento (km h ⁻¹)
			ar	solo			
Pré-emergente	29/05/2020	100	26	19,7	40	Úmido	3 a 7
Pós-emergente	10/07/2020	95	18	13,0	60	Úmido	0 a 8

Os herbicidas oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin foram aplicados em pré-emergência e, todos os demais, em pós-emergência da cultura da cevada. Alguns dos produtos testados não apresentam registro para serem aplicados em cevada, no entanto mesmo assim foram usados para avaliar a possibilidade de uso no futuro como nova alternativa para o controle químico de plantas daninhas.

A densidade média de plantas de cevada foi de 62 plantas por metro determinadas na fase do início do perfilhamento. Ao se aplicar os herbicidas em pós-emergência, a cevada se encontrava com 3 a 4 perfilhos, o nabo com 4 a 6 folhas e o azevém e a aveia preta com 4 folhas a 1 perfilho, nas densidades de 78, 42 e 30 plantas m⁻², respectivamente. A densidade das plantas daninhas presentes na área experimental foram aferidas no centro das testemunhas infestadas utilizando-se para isso um quadrado de PVC com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²).

As variáveis avaliadas nos experimentos foram fitotoxicidade a cultivar de cevada BRS Cauê, controle das plantas daninhas nabo, azevém e aveia preta, o número de espigas por área (m²), comprimento de espigas (cm), números de grãos cheios e estéreis, peso de mil grãos (g) e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹). A avaliação de fitotoxicidade foi realizada de forma visual aos 8 e 15 dias após a emergência da cevada (DAE) para os herbicidas aplicados em pré-emergência e 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAT) usados em pós-emergência da cultura.

O controle de nabo e de azevém foi avaliado aos 8 e 15 DAE de forma similar ao proposta para avaliação de fitotoxicidade, aos 7, 14, 21 e 28 DAT e ainda no florescimento das plantas daninhas. Para a aveia preta somente foram efetuadas avaliações aos 7, 14, 21, 28 DAT e no florescimento da planta daninha em virtude da dificuldade de diferenciação dessa espécie do azevém e da cevada em épocas anteriores a essas. Tanto para avaliar a fitotoxicidade como o controle foram atribuídas notas percentuais, onde zero (0%) corresponde aos tratamentos com ausência de injúrias sobre a cevada ou de eficácia em nabo, azevém e aveia preta e cem (100%) coincidindo com a morte das plantas, conforme a metodologia proposta por VELINI et al., (1995).

Aos 66 DAE ou 25 DAT foram aferidas as variáveis referentes à fisiologia das plantas de cevada, tais como: concentração de CO₂ sub-estomática (C_i - μmol mol⁻¹), condutância estomática de vapores de água (G_s - mol m⁻¹ s⁻¹), taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹) e taxa de transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹). A eficiência da carboxilação (EC - mol CO₂ m⁻² s⁻¹) e a eficiência do uso da água (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) foram calculadas a partir da razão das variáveis A/C_i e A/E, respectivamente. Essas variáveis foram determinadas na última folha totalmente expandida da cevada. Para avaliar as variáveis fisiológicas foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), sendo que cada bloco foi avaliado em um dia, entre 8 e 11 horas da manhã, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

Na pré-colheita da cultura da cevada foi avaliado o número de espigas por área (m²), número de grãos cheios e estéreis por espigas e o comprimento das espigas. 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. Coletou-se 10 espigas de modo aleatório em cada unidade experimental para determinar por contagens o número de grãos cheios e de grãos estéreis e com o uso de uma régua graduada o comprimento de espigas.

A colheita da cevada ocorreu aos 125 dias após a semeadura, sendo efetuada de forma manual em área de 6 m² quando os grãos estavam com aproximadamente 15% de umidade. Posteriormente efetuou-se a trilha da cevada e os grãos levados ao laboratório para determinar a massa de mil (g) e a produtividade (kg ha⁻¹). A massa de mil grãos foi aferida por contagem de oito amostras de 100 grãos cada e posteriormente pesadas em balança analítica. Após foi estimada a produtividade de grãos e extrapolas a kg ha⁻¹. Para as análises a umidade dos grãos foi ajustada para o teor de 13%.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Teste de Hartley) e após a comprovação da normalidade dos erros realizou-se análise de variância pelo teste F, em sendo significativos aplicou-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO I – Seletividade de herbicidas aplicados na cultura da cevada

A aplicação em pré-emergência da cevada de oxyfluorfen ocasionou os maiores sintomas de fitotoxicidade à cultura, dos 8 aos 15 DAE (dias após a emergência da cultura), seguido de flumioxazin e pendimethalin (Tabela 2). Aos 15 DAE o flumioxazin e o pendimethalin igualaram-se estatisticamente entre si, sendo mais fitotóxicos a cevada que a testemunha capinada e menos que oxyfluorfen. Estes herbicidas causaram fitotoxicidade às plantas de cevada por essas não conseguiram metabolizar os produtos ou por fatores físico-químicos relacionados às moléculas, condições de clima, de solo e mesmo época de aplicação ou dose (DEBOER et al., 2011). Assim sendo quando a cultura não consegue metabolizar ou degradar e como consequência se livrar dos efeitos tóxicos dos herbicidas a resposta será elevada fitotoxicidade (PIASECKI et al., 2017; RAJ et al., 2020; CORREIA; CARVALHO, 2021).

Tabela 2. Fitotoxicidade (%) à cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação dos herbicidas na pré-emergência. UFFS, Erechim/RS, ano 2020.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)	
	8 DAE ¹	15 DAE
Testemunha capinada	0,00 d ²	0,00 c
Oxyfluorfen	83,48 a	87,45 a
Pendimethalin	15,96 c	19,45 b
Flumioxazin	20,91 b	17,55 b
Média Geral	30,08	16,57
C.V. (%)	19,06	31,11

¹ Dias após a emergência da cevada. ² Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O oxyfluorfen foi dentre os herbicidas o que ocasionou as maiores injúrias à cevada, superior a 80%, já o flumioxazin e pendimethalin observou-se fitotoxicidades abaixo de 25%, consideradas baixas (Tabela 2). Mesmo que o flumioxazin e pendimethalin não tenham registro para uso em cevada (AGROFIT, 2023) a cultura conseguiu se recuperar dos danos provocados pelos produtos produzindo mais grãos que a testemunha capinada, ou seja, pouco influenciaram na produtividade. Ao contrário observou-se para o oxyfluorfen que reduziu em torno de 66% a produtividade de grãos, ao se comparar com a testemunha capinada (sem uso de herbicidas) em virtude das elevadas fitotoxicidades ou mesmo pelas plantas não metabolizarem o produto.

Essa maior fitotoxicidade causada pelo oxyfluorfen ocorre em função de que a tolerância das plantas a herbicidas é variável de produto para produto, independentemente do mecanismo de ação e do grupo químico dos mesmos, podendo estar associada à época de aplicação (pré ou pós-emergência), dose utilizada, estágio da planta no momento da aplicação, características de solo, do clima, da planta (relacionadas à absorção, translocação e metabolização do herbicida, alteração no sítio de ação, etc.) (TRINH et al., 2018). Assim sendo quando esse herbicida é usado nessa cultura a mesma não consegue metabolizar ou degradar e como consequência se livrar dos efeitos tóxicos do produto (CORREIA; CARVALHO, 2021).

O oxyfluorfen e o flumioxazin são herbicidas utilizados no controle de gramíneas e eudicotiledôneas, agindo na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) presente nos cloroplastos, levando a peroxidação de lipídios das membranas, causando à necrose e à morte das plantas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018). Já, o pendimethalin é um herbicida pré-emergente indicado para o controle de plantas daninhas mono e eudicotiledôneas infestantes de várias culturas, exceto para a cevada (AGROFIT, 2023). GALON et al. (2021) observaram que o uso de pendimethalin causou no máximo 7% de fitotoxicidade aos 7 DAT e desaparecendo os sintomas aos 28 DAT, corroborando desse modo com os resultados

encontrados no presente estudo, apesar das diferenças entre as culturas nos dois trabalhos os resultados quanto a seletividade foram similares.

O flumioxazin está registrado para a aplicação em pré e pós-emergência sendo indicado para o controle de plantas daninhas infestantes das culturas de soja, feijão, batata, algodão, café, cana-de-açúcar, citros, mandioca, pinus, cebola, alho e milho (AGROFIT, 2023). Nota-se que aos 15 DAE resultou em fitotoxicidade abaixo de 18% tornando-se tolerável, ressaltando que o flumioxazin é um produto de contato e a medida que novas folhas da planta vão surgindo ocasionará redução proporcional na área afetada por esse herbicida (ASSUNÇÃO et al., 2017).

O pendimethalin, mesmo que não tenha registro para ser aplicado cevada (AGROFIT, 2023) foi o herbicida que ocasionou a cultura fitotoxicidade menor que 21%, tendo superado esse somente a testemunha capinada (Tabela 2). O uso de pendimethalin em pré-emergência do trigo (ZEPKA et al., 2007) e da cevada (GALON et al., 2023a) é viável, em razão que o mesmo não interferiu de forma significativa no potencial fisiológico, germinativo da plântula não sendo as culturas prejudicadas em crescimento, desenvolvimento e na produtividade de grãos.

Os resultados demonstram que o uso de oxyfluorfen, tanto em isolado quanto associado ao iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl ocasionaram as maiores fitotoxicidades a cevada dos 7 aos 28 DAT (Tabela 3). Conforme já relatado, provavelmente em razão da cultura não conseguir metabolizar ou degradar os herbicidas (PIASECKI et al., 2017; CORREIA; CARVALHO, 2021) tenha ocorrido as maiores fitotoxicidades ao se aplicar o oxyfluorfen na cevada. Ressalta-se que esse herbicida não apresenta registro para aplicação em cevada (AGROFIT, 2023) e que no presente estudo testou-se o mesmo para possível alternativa de uso, caso ocorresse seletividade.

Os resultados demonstram índices de fitotoxicidade de 10 a 25% ao se usar em pré-emergência o flumioxazin e associado a esse em pós-emergência da cevada os herbicidas iodosulfuron-methyl, pyroxsulam e o clodinafop-propargyl, sendo esses os tratamentos que demonstram fitotoxicidades, somente inferiores ao oxyfluorfen aplicado em isolado ou associado com o iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl dos 7 aos 21 DAT (Tabela 3). Após os 21 DAT o flumioxazin quando aplicado somente em pré-emergência demonstrou fitotoxicidade igual a testemunha capinada, ou seja, ausência de danos na cevada. Estes herbicidas causaram fitotoxicidade às plantas em rezação da cevada não conseguirem metabolizar os mesmos, ou por fatores físico-químicos relacionados às moléculas, bem como condições de solo, clima, dose ou época de aplicação (DEBOER et al., 2011). Desta forma, quando a cultura não é capaz de degradar ou metabolizar e como consequência se livrar dos efeitos tóxicos dos herbicidas a resposta será de elevada fitotoxicidade (PIASECKI et al.,

2017; RAJ et al., 2020; CORREIA; CARVALHO, 2021). A aplicação de flumioxazin (50 g ha⁻¹) na cultura do trigo, por exemplo, ocasionou as maiores porcentagens de fitotoxicidade, mas foram diminuindo com o passar do tempo (ASSUNÇÃO et al., 2017).

Tabela 3. Fitotoxicidade (%) de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultivar de cevada BRS Cauê.

Tratamentos	Fitotoxicidade a cevada (%)			
	7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunhacapinada	0,00 i ²	0,00 i	0,00 i	0,00 j
Oxyfluorfen	91,50 a	95,00 b	90,00 a	87,66 c
Pendimethalin	10,00 g	6,41 h	5,00 h	0,00 j
Flumioxazin	25,00 e	19,59 e	10,00 g	0,00 j
Oxifluorfen+iodosulfuron	90,00 b	98,33 a	90,00 a	89,16 b
Pendimenthalin+iodosulfuron	5,80 h	8,00 g	10,00 g	11,00 g
Flumioxazin+iodosulfuron	10,34 g	20,00 e	17,50 e	11,00 g
Oxifluorfen+pyroxsulam	85,00 d	94,53 b	81,85 c	86,60 c
Pendimethalin+pyroxsulam	15,00 f	6,71 h	10,00 g	10,00 h
Flumioxazin+pyroxsulam	15,00 f	26,08 c	16,41 e	11,00 g
Oxyfluorfen+metsulfuron	87,63 c	95,00 b	88,46 b	84,12 d
Pendimenthalin+metsulfuron	0,00 i	8,00 g	10,66 g	8,66 i
Flumioxazin+metsulfuron	0,00 i	19,44 e	20,74 d	8,29 i
Oxyfluorfen+clodinafop	90,00 b	99,00 a	87,50 b	91,10 a
Pendimenthalin+clodinafop	10,00 g	11,15 f	12,50 f	15,50 f
Flumioxazin+ clodinafop	10,00 g	23,79 d	20,00 d	20,00 e
Média Geral	28,36	39,44	35,66	33,38
CV (%)	2,06	1,26	1,13	1,19

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observou-se ainda que o uso de pendimethalin em pré-emergência e associado em pós-emergência desse o clodinafop-proporgil, nas avaliações dos 7 aos 28 DAT, fitotoxicidades superiores a 10% e inferiores a 16%, consideradas baixas e que as plantas de cevada conseguiram recuperação desses efeitos com o desenvolver da cultura (Tabela 3). Além disso, os herbicidas que apresentam baixa fitotoxicidade e associado a isso a cultura consegue reverter os danos causados por eles é possível que também se tenha boas produtividades. Os estudos

efetuados por RAJ et al., (2020) e GALON et al. (2023a) ao utilizarem herbicidas de diferentes mecanismos de ação encontraram resultados similares aos relatados no presente trabalho.

Os demais tratamentos testados ou se igualaram a testemunha capinada (pendimethalin+metsulfuron-methyl e flumioxazin+metsulfuron-methyl) ou foram somente estatisticamente superiores a essa, ou seja, com fitotoxicidades baixas e aceitáveis dos 7 aos 28 DAT (Tabela 3). Isso pode estar associado a capacidade de metabolização dos herbicidas pela cultura, como relatado em outros trabalhos que foram utilizados herbicidas (FISHER et al., 2006; NUNES et al., 2018; MELO et al., 2019; GEHRKE et al., 2020). Essa ocorrência de menor fitotoxicidade também pode ocorrer pela profundidade de semeadura, visto que a posição do herbicida com relação à semente é um significativo mecanismo de seletividade para os produtos que apresentam imobilidade do solo. Esse fenômeno é chamado de seletividade toponômica, a qual consiste na separação dos tecidos vegetais que são sensíveis, como aconteceu com o herbicida pendimethalin neste estudo e o trabalho efetuado por SANTOS et al., (2011). As sementes, nesse caso precisam estar em camada mais distantes de onde se encontra o herbicida, já que sua forma de absorção acontece pelas raízes das plantas, visto que a absorção pelas folhas é relativamente menor, e ele mesmo não é transportado para os demais segmentos da planta (VARGAS et al., 2011; RODRIGUES; ALMEIDA et al., 2018).

Na cultura da cevada e do trigo acontece a metabolização de certos herbicidas por meio de hidroxilação acelerada juntamente com a glicose ou, por meio absorção e translocação limitada ou diferencial do floema e xilema, bem como da hidroxilação do anel aromático, eficiência no metabolismo da P450, detoxificação, diferenças na sensibilidade das plantas aos herbicidas, dentre outros fatores (DEBOER et al., 2011; MITHILA et al., 2011; PIASECK et al., 2017). Além de que, herbicidas em pré-emergentes geralmente são mais absorvidos pelo sistema radicular do que pelas folhas das plantas (RIBEIRO Jr. et al., 2018). De acordo com SONDHIA (2012) no momento em que o pendimethalin está em contato com o solo passa a sofrer efeitos microbianos, umidade do solo e a fotodecomposição. Esses fatores influenciam nos teores de resíduo do produto, o qual ficará à disposição da planta, e como resultado, menores níveis de fitotoxicidade a cultura terá com o passar do tempo, o que comprova com os resultados no estudo deste experimento envolvendo esse produto e a cultura da cevada.

O herbicida flumioxazin é um inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO) onde, na presença de luz e oxigênio, resulta na peroxidação dos lipídeos da membrana celular (GROSSMANN et al., 2011). Estes herbicidas causaram fitotoxicidade por não serem registrados à cultura (AGROFIT, 2023) e também por fatores físico-químicos dos produtos,

condições de clima, de solo e mesmo época de aplicação ou dose (DEBOER et al., 2011; CORREIA; CARVALHO, 2021).

O uso dos herbicidas pós-emergentes (iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl) sobre os aplicados em pré-emergência (oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin) influenciaram muito pouco, ou seja, basicamente não ocorreu aumento nos índices de fitotoxicidade (Tabela 3). Isso pode estar relacionado à capacidade das plantas de cevada em metabolizar estes herbicidas, conforme relatado para plantas expostas ao sulfentrazone (MELO et al., 2019; GEHRKE et al., 2020), diuron (SOUSA et al., 2018) e pendimethalin (NUNES et al., 2018). Os sintomas de fitotoxicidade persistem por um determinado tempo, sendo variável de acordo com a espécie, condições climáticas e de solo, características físico-químicas do herbicida, dentre outras, que pode levar mais tempo para a planta metabolizar ou eliminar as injúrias provocadas pelos produtos (VARGAS; ROMAN, 2005). O uso de metsulfuron-methyl em culturas semeadas no inverno ocasionou os maiores efeitos fitotóxicos sobre a cevada (VARGAS, ROMAN, 2005).

Aos 66 DAE ou 25 DAT avaliou-se as respostas fisiológicas da cevada pela aplicação dos herbicidas (Tabela 4). Observou-se, em geral, que o uso de flumioxazin + metsulfuron-methyl ocasionaram a menor concentração interna de CO_2 (C_i), taxa transpiratória (E) e condutância estamática (GS) e menor taxa fotossintética (A), uso eficiente da água (EUA) e eficiência de carboxilação (EC) ao se comparar com os demais tratamentos herbicidas (Tabela 4). Os demais tratamentos apresentaram resultados, para algumas variáveis fisiológicas, superiores, iguais ou mesmo inferiores ao flumioxazin + metsulfuron-methyl. A testemunha capinada foi estatisticamente igual ao flumioxazin + metsulfuron-methyl para A, EC e EUA. Essas reduções nos parâmetros fotossintéticos referem-se ao estresse oxidativo que o herbicida ocasionou a cultura (AGOSTINETTO et al., 2016). Este estresse está envolvido com o fluxo de elétrons durante a etapa fotoquímica da fotossíntese, onde o excesso de elétrons que se ligam com os oxigênios reativos provocam estresse oxidativo, conforme observado em trigo (CARVALHO et al., 2009; AGOSTINETTO et al., 2016).

Tabela 4. Concentração interna de CO₂ (Ci, $\mu\text{mol mol}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa fotossintética (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação (EC) e eficiência de uso da água (EUA) em plantas da cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Características fisiológicas da cevada					
	Ci	g_s	E	A	EC	EUA
Testemunha capinada	292,50 e	0,23 c	1,97 b	12,93 c ¹	0,046 d	6,94 d
Oxyfluorfen	285,47 g	0,15 e	1,42 d	10,52 c	0,035 e	9,58 b
Pendimethalin	274,75 j	0,20 d	1,50 d	12,53 c	0,048 d	7,60 c
Flumioxazin	287,00 g	0,27 b	2,01 b	15,00 b	0,073 a	11,79 a
Oxifluorfen+iodosulfuron	296,72 d	0,22 d	1,53 d	12,60 c	0,045 d	8,22 c
Pendimethalin+iodosulfuron	288,57 f	0,21 d	1,82 c	12,58 c	0,040 e	6,95 d
Flumioxazin+iodosulfuron	262,00 m	0,22 d	1,79 c	12,75 c	0,046 d	6,94 d
Oxifluorfen+pyroxsulam	284,00 h	0,26 b	1,42 d	17,00 a	0,057 c	8,60 c
Pendimethalin+pyroxsulam	291,47 e	0,23 c	1,75 c	11,87 c	0,039 e	6,26 d
Flumioxazin+pyroxsulam	271,12 l	0,23 c	1,63 d	15,72 b	0,049 d	8,60 c
Oxyfluorfen+metsulfuron	84,14 n	0,27 b	1,86 c	13,16 c	0,047 d	7,17 d
Pendimethalin+metsulfuron	315,95 c	0,23 c	1,87 c	13,18 c	0,048 d	7,26 d
Flumioxazin+metsulfuron	326,88 a	0,31 a	2,33 a	14,02 c	0,047 d	6,43 d
Oxyfluorfen+clodinafop	283,33 h	0,32 a	2,23 a	17,39 a	0,068 b	8,00 c
Pendimethalin+clodinafop	320,27 b	0,26 b	1,85 c	12,67 c	0,042 e	6,36 d
Flumioxazin+ clodinafop	279,91 i	0,21 d	1,77 c	12,99 c	0,046 d	7,96 c
Média Geral	277,76	0,24	1,80	13,56	0,049	7,79
CV (%)	0,49	7,33	6,59	8,31	8,14	13,72

¹ Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

O flumioxazin é um herbicidas que age na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) presente nos cloroplastos, levando a peroxidação de lipídios das membranas, causando à necrose e à morte das plantas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2018). O flumioxazin é um herbicida que apresenta atividade residual no solo, registrado para utilização no manejo outonal de algumas espécies daninhas nas áreas agrícolas, ocasionando paralização a fotossíntese nas planta-alvo, o que leva à sua morte (AGROFIT, 2023). E o metsulfuron-methyl pertence ao grupo químico das sulfonilureias, que ocasiona a paralização da síntese de aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (AGROFIT, 2023). Mesmo que os herbicidas inibidores de ALS não influenciem diretamente na fotossíntese, possuem efeitos

indiretos e secundários nos processos fisiológicos das plantas (AGOSTINETTO et al., 2016; TAMAGNO et al., 2022). Resultados similar ao observado no presente estudo ocorreu com a aplicação de metsulfuron-methyl na cultivar de trigo Quartzo, com a estresse oxidativo e, conseqüentemente, diminuição da condutância estomática e da taxa fotossintética (AGOSTINETTO et al., 2016). A taxa fotossintética está relacionada com a toxicidade do herbicida e conseqüentemente quando há redução na fixação de CO₂ ocorre a interferência no desenvolvimento da cultura e também na produtividade (SU et al., 2018). Fato esse também observado no presente estudo onde o tratamento envolvendo o flumioxazin + metsulfuron-methyl apresentou produtividade de grãos da cevada que ficou abaixo, em torno de 20%, do melhor tratamento herbicida (flumioxazin + iodosulfuron-methyl), ou cerca de 11% inferior a testemunha capinada (sem uso de herbicida). SU et al. (2018) ao trabalharem com efeito de herbicidas em plantas também constataram que alguns dos produtos ocasionaram baixa produtividade em relação as respostas fisiológicas em razão da toxicidade e/ou estresse oxidativo ocasionado nas culturas.

Em relação ao UEA, EC e E, um dos melhores tratamentos foi a aplicação em pré-emergência de flumioxazin na cevada (Tabela 4). Os demais herbicidas ocasionaram efeitos intermediários, ou seja, entre os que ocasionarem os maiores estresse na fisiologia da planta de cevada e aos que não interferiram nas características fisiológicas da cultura, ou mesmo foram iguais a testemunha capinada. Essas diminuições nos parâmetros fotossintéticos relacionam-se ao estresse oxidativo que o herbicida tem ocasionado na cultura (AGOSTINETTO et al., 2016). Durante a etapa fotoquímica da fotossíntese ocorre esse estresse relacionado com o fluxo de elétrons, onde o excesso de elétrons que se conectam com os oxigênios reativos acarretam estresse, conforme observado também em trigo (AGOSTINETTO et al., 2016) e aveia preta (ALVES et al., 2018).

O comprimento de espigas e o número de grãos cheios da cevada foram maiores ao se aplicar em pré-emergência o oxyfluorfen e esse mesmo herbicida associado com iodosulfuron, pyroxsulam e metsulfuron usados em pós-emergência da cultura, inclusive estatisticamente foram melhores que a testemunha capinda (Tabela 5). Os demais tratamentos herbicidas ou se igualaram a testemunha capinada ou foram superiores ou inferiores a essa. Já com relação ao número de grãos estereis por espigas de cevada, observou-se que os tratamentos envolvendo o uso de oxyfluorfen + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, pendimethalin + metsulfuron-methyl e oxyfluorfen + clodinafop-propargil, demonstraram os melhores resultados, ou seja, menor quantidade de grãos estereis ao se comparar com a testemunha capinada e aos demais herbicidas. O número de grãos estereis ou

cheios pode se alterar dependendo da cultivar ou mesmo de algum estresse ocorrido no crescimento da planta, como o uso de um herbicida, época de aplicação ou dose, tipo de solo, condições de clima e da própria planta (DEBOER et al., 2011; GALON et al., 2022). Estudos com o herbicida oxyfluorfen relatam a ocorrência do maior número de grãos estéreis ocorridos na cevada em comparação com os demais tratamentos, sendo inferiores inclusive a testemunha infestada (GALON et al., 2014). Ao testarem diferentes herbicidas com distintos mecanismos de ação, encontraram maior número de grãos estéreis e de grãos cheios na cultura do trigo (GALON et al., 2015), o que se assemelha ao observado no presente estudo.

O número de espigas de cevada foi superior a testemunha capinada e aos demais herbicidas ao se aplicar o flumioxazin + pyroxsulam, seguido de pendimethalin + pyroxsulam e flumioxazin + metsulfuron-methyl (Tabela 5). Em estudo realizado por (GALON et al., 2014) relatam que com a aplicação do herbicida pyroxsulam obteve maior número de espigas para a cultura da cevada, sendo o melhor tratamento quando comparado aos demais. Esse fato ocorreu em razão de que a cevada foi capaz de reverter as lesões que os herbicidas provocaram sem alterar a produtividade, bem como o número de espigas. Quando a planta sofre injúrias ocorre a necessidade dessa ativar seus mecanismos de defesa, com maior gasto de energia para metabolizar o herbicida (MEROTTO et al., 2000; RAJ et al., 2020).

A aplicação de pendimethalin, flumioxazin, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + metsulfuron-methyl, flumioxazin + metsulfuron-methyl, pendimethalin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl apresentaram o maior peso de mil grãos (PMG) em relação aos demais tratamentos, no entanto, foram iguais e estatisticamente a testemunha capinda (Tabela 5).

A metabolização de herbicidas metsulfuron-methyl no trigo acontece por hidroxilação juntamente com glicose, sendo que este processo é através de monooxigenação do citocromo P450 e pela junção da glicosiltransferase, na qual está associado com a dose do herbicida. Quando há grande quantidade de herbicida ocorre impedimento do funcionamento da enzima ALS e injúrias no trigo, com conseqüente perda do peso de mil grãos e da produtividade de grãos (CARVALHO et al., 2009) fato este que não ocorreu neste experimento. BALEM et al. (2021) ao avaliarem o PMG em trigo, com aplicação de diferentes herbicidas, relataram que o clodinafop-propargyl, pyroxsulam e o iodosulfuron-methyl apresentaram a melhor resposta diante desta variável, igualando-se estatisticamente a testemunha capinada.

Os tratamentos que demonstram maior produtividade de grãos da cevada foram as aplicações dos herbicidas flumioxazin + iodosulfuron-methyl, seguido de pendimethalin, flumioxazin + clodinafop-propargyl e flumioxazin ao se comparar com os demais (Tabela 5).

Estes resultados foram superiores até mesmo a testemunha capinada e também em relação aos demais tratamentos que manifestaram produtividade abaixo ou intermediária. Os herbicidas apresentam interferência que podem ser indiretas e/ou direta no desenvolvimento e crescimento das plantas, por mais que os produtos apresentam fitotoxicidade na cultura em muitos casos essa consegue metabolizar e assim mantem a produtividade de grãos (AGOSTINETTO et al., 2016; PIASECKI et al., 2017; GALON et al., 2023a).

Tabela 5 . Comprimento de espiga (CES - cm), número de grãos cheios (GC), número de grãos estéreis (GES), número de espigas (NES - m²), peso de mil grãos (PMF - g) e produtividade de grãos (PROD – kg ha⁻¹) da cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação herbicidas.

Tratamento	Componentes de rendimento					
	CES	GC	GES	NES	PMF	PROD
Testemunha capinada	6,49 c ¹	22,07 b	2,94 d	579,15 g	42,75 a	2751,80 d
Oxyfluorfen	8,35 a	23,34 b	4,62 b	480,12 j	33,47 c	935,83 j
Pendimethalin	6,14 c	22,12 b	3,65 c	605,68 d	41,67 a	2928,05 b
Flumioxazin	5,92 c	21,00 c	3,55 c	516,00 i	42,03 a	2847,26 c
Oxifluorfen+iodosulfuron	8,27 a	26,82 a	1,84 e	185,29 m	34,82 b	645,47 m
Pendimethalin+iodosulfuron	5,85 c	21,35 b	2,40 d	594,68 f	41,01 ^a	2772,43 d
Flumioxazin+iodosulfuron	6,22 c	22,80 b	2,80 d	552,00 h	40,93 a	3080,24 a
Oxifluorfen+pyroxsulam	7,42 b	28,15 a	9,20 a	256,00 l	31,84 c	1052,59 i
Pendimethalin+pyroxsulam	5,77 c	20,87 c	2,15 e	659,75 b	35,61 b	2559,61 e
Flumioxazin+pyroxsulam	5,45 c	20,48 c	1,73 e	729,93 a	35,89 b	2206,99 g
Oxyfluorfen+metsulfuron	7,78 b	25,99 a	2,93 d	260,35 l	34,67 b	812,87 l
Pendimethalin+metsulfuron	5,70 c	21,77 b	2,15 e	599,86 e	41,07 a	2485,94 f
Flumioxazin+metsulfuron	6,00 c	19,06 c	4,05 b	637,24 c	41,41 a	2474,35 f
Oxyfluorfen+clodinafop	7,74 b	22,73 b	1,93 e	142,46 n	32,31 c	597,99 m
Pendimethalin+clodinafop	5,58 c	19,14 c	2,61 d	550,68 h	39,35 a	2093,83 h
Flumioxazin+ clodinafop	5,86 c	19,35 c	3,20 c	583,45 g	39,20 a	2957,97 b
Média Geral	6,53	22,32	3,23	495,79	38,00	2075,20
CV (%)	7,57	7,12	12,63	0,71	4,45	1,80

¹ Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a p≤0,05.

A testemunha capinada apresentou 6,83% de produtividade média de grãos de cevada inferior que os quatro melhores tratamentos herbicidas (pendimethalin, flumioxazin, flumioxazin + iodosulfuron-methyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl) ocorre em função de que as capinas danificam as plantas, incluído as suas raízes, além de não se ter o controle na

linha de semeadura da cevada. Outro problema é que se no momento das operações de limpeza ou mesmo após a capina ocorrer chuvas pode favorecer o rebrote/pegamento das plantas daninhas e essas virem a competir novamente com a cultura. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de cevada é oneroso, pouco eficiente e demanda excesso de mão de obra, o que gera elevados custos, se comparado ao método químico de controle. Esse fato também foi relatado por GALON et al. (2023a) ao trabalharem com o manejo de plantas daninhas infestantes da cultura da cevada com tratamentos envolvendo herbicidas e capinas.

Os tratamentos herbicidas envolvendo o uso do oxyfluorfen em isolado ou associado a outros produtos (iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl) reduziram em média 69,48% a produtividade de grãos, ao se comparar com a média dos demais produtos aplicados a cultivar de cevada BRS Cauê (Tabela 5). Esse fato está relacionado, principalmente com os elevados índices de fitotoxicidade ocasionado pelos tratamentos que envolveram o uso do oxyfluorfen aplicado na pré-emergência da cevada ou associado com os pós-emergentes iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron e clodinafop-propargyl (Tabelas 2 e 3), conforme já explicado anteriormente. Mesmo que outros herbicidas tenham ocasionado alguma injúria à cevada, até os 28 DAT (Tabela 3), a cultura conseguiu se recuperar dos sintomas a tempo de expressar elevada produtividade de grãos. Estudos de ZHOU et al. (2018) e EL-SOBKI et al. (2021) utilizando herbicidas de diversos mecanismos de ação como, clodinafop-propargil encontraram resultados semelhantes que corroboram com os resultados do presente trabalho onde, houve a redução do número de grãos inteiros nas plantas de cevada, este herbicida é descrito como alterando o conteúdo de aminoácidos importantes nas proteínas e na formação de enzimas, segundo os autores, o declínio na formação de proteínas pode reduzir o crescimento e desenvolvimento da planta e afetar os componentes de rendimento, bem como a produtividade.

Pode se observar que os tratamentos que envolveram o oxyfluorfen, aplicado isolado em pré-emergência da cevada ou associado com outros herbicidas pós-emergentes demonstraram em todas as combinações o menor NES, PMG e PROD (Tabela 5). Esse fato está provavelmente associado as maiores fitotoxicidades (Tabelas 2 e 3) que esses tratamentos ocasionaram a cultivar de cevada BRS Cauê utilizada no presente estudo. Quando uma cultura não consegue metabolizar ou degradar um herbicida e se livrar dos efeitos tóxicos há prejuízo no crescimento da mesma (MEROTTO Jr., 2000; CORREIA; CARVALHO, 2021) e como consequência se tem efeitos negativos nos principais componentes de rendimento da cultura, como visto no presente estudo com o oxyfluorfen e a cevada.

Levando-se em conta os níveis de fitotoxicidade e o efeito dos herbicidas sobre os componentes de rendimento de grãos da cevada observou-se que determinados produtos testados podem ser utilizados na cultura, sem que tenham ocasionado efeitos negativos, como o pendimethalin, flumioxazin, flumioxazin + iodosulfuron-methyl e o flumioxazin + clodinafop-propargyl, mesmo que não apresente registros para uso. Ressalta-se, no entanto, que mais estudos similares a esse precisam ser efetuados para se indicar os produtos com maior segurança, principalmente aqueles que não apresentam recomendação e registro de uso na cultura da cevada. 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, fazendo com que não ocorra interferência negativa no crescimento e desenvolvimento (AGOSTINETTO et al., 2016; PIASECKI et al., 2017; TAMAGNO et al., 2022) das plantas ou mesmo em componentes de rendimento (ZAKARIYYA et al., 2022).

EXPERIMENTO II – Eficácia de herbicidas aplicados na cultura da cevada

No segundo experimento foi avaliada a eficiência dos herbicidas para o controle das plantas daninhas, azevém, nabo e aveia preta, infestantes da cultura da cevada e o efeito nos componentes de rendimento da cultura.

A aplicação de oxyfluorfen na pré-emergência das espécies ocasionou o melhor controle de azevém e nabo, ao se comparar com os demais herbicidas, dos 8 aos 15 DAE (dias após a emergência da cevada) (Tabela 6). Os demais herbicidas, pendimethalin e flumioxazin foram inferiores ao oxyfluorfen e a testemunha capinda no controle de nabo e de azevém, sendo somente superiores a testemunha infestada. O oxyfluorfen é um herbicida do grupo dos difenileteres, de ação de contato, que possui amplo espectro de ação para o controle posicionado em pré e pós-emergência (AGROFIT, 2023).

Observou-se ainda que o pedimethalin apresentou o melhor controle para o azevém ao se comparar com o flumioxazin, porém para o nabo os tratamentos se inverteram, sendo o flumioxazin melhor que o pedimethalin, dos 8 aos 15 DAE (Tabela 6). Isso deve-se provavelmente ao fato de que o flumioxazin tem registro para ser aplicado no controle de nabo enquanto que pendimethalin não apresenta essa recomendação (AGROFIT, 2023). Ao se utilizar um inibidor de PROTOX associado com outros herbicidas ou até mesmo isolado expõe melhor potencial de controle as plantas daninhas (SILVA, 2021). Em estudo realizado para o

controle de nabo em trigo o uso de flumioxazin associado a outros herbicidas demonstrou o melhor controle de nabo (GALON, et al., 2021).

Tabela 6. Controle (%) de azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo/nabiça (*Raphanus raphanistrum/R. sativus*) com herbicidas pré-emergentes infestantes da cultivar de cevada BRS Cauê. UFFS, Erechim/RS, ano 2020.

Tratamentos	Controle de plantas daninhas infestantes da cevada (%)			
	Azevém		Nabo/nabiça	
	8 DAE ¹	15 DAE	8 DAE	15 DAE
Testemunhacapinada	100,00 a ²	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	0,00 d	0,00 e	0,00 e	0,00 e
Oxyfluorfen	99,82 a	84,92 b	98,54 b	90,33 b
Pendimethalin	74,06 b	71,57 c	41,60 d	40,47 d
Flumioxazin	65,82 c	50,75 d	82,66 c	77,92 c
Média Geral	67,94	61,45	64,56	61,74
C.V. (%)	5,12	7,26	2,72	3,15

¹ Dias após a emergência da cevada. ² Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A aplicação dos herbicidas oxyfluorfen em pré-emergência ou esse associado aos pós-emergentes, iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl demonstraram os melhores controle de azevém, dos 7 aos 28 DAT (Tabela 7). Observou-se ainda que a associação dos herbicidas iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl ao oxyfluorfen incrementou em 9,73% o controle médio do azevém, dos 7 aos 28 DAT.

Observou-se que o uso de pendimethalin e flumioxazin na pré-emergência da cevada e em pós-emergência da cultura o clodinafop-propargyl, a partir dos 14 DAT demonstraram controle aceitável do azevém, acima de 84% e a partir dos 28 DAT com 100%, permanecendo até o florescimento (Tabela 7). A porcentagem mínima necessária para que um determinado herbicida possa ser recomendado para controlar planta daninha é de 80% (OLIVEIRA et al. 2009). Isso pode ter ocorrido em virtude de que o azevém da área experimental não apresentou resistência aos herbicidas inibidores da ACCase, além da alta eficácia que este produto apresenta quando utilizado nesta planta daninha, como já encontrado em outras localidades do estado do Rio Grande do Sul (HEAP, 2023). Da mesma forma, TREZZI et al. (2007), trabalhando com herbicidas na cultura do trigo em pós-emergência, encontraram controle do azevém acima de 80% com o uso do clodinafop-propargyl.

Tabela 7. Controle de azevém (*Lolium multiflorum*) infestante da cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Controle de azevém (%)				
	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	Florescimento
Testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	0,00 j	0,00 c	0,00 i	0,00 h	0,00 f
Oxyfluorfen	88,73 d	92,29 a	87,11 f	65,75 f	0,00 f
Pendimethalin	59,25 h	0,00 c	0,00 i	0,00 h	0,00 f
Flumioxazin	56,30 i	0,00 c	0,00 i	0,00 h	0,00 f
Oxyfluorfen+iodosulfuron	92,68 b	92,09 a	94,92 c	90,54 c	0,00 f
Pendimethalin+iodosulfuron	69,87 f	59,22 b	61,09 h	62,77 f	66,24 c
Flumioxazin+iodosulfuron	66,01 g	61,85 b	69,92 g	62,63 f	39,18 e
Oxyfluorfen+pyroxsulam	90,00 c	95,00 a	96,58 b	93,07 b	0,00 f
Pendimethalin+pyroxsulam	67,03 g	62,77 b	68,98 g	60,00 g	73,27 b
Flumioxazin+pyroxsulam	70,41 f	67,46 b	70,00 g	70,21 e	64,12 d
Oxyfluorfen+metsulfuron	82,96 e	90,36 a	89,53 e	85,94 d	0,00 f
Pendimethalin+metsulfuron	70,21 f	0,00 c	0,00 i	0,00 h	0,00 f
Flumioxazin+metsulfuron	60,00 h	0,00 c	0,00 i	0,00 h	0,00 f
Oxyfluorfen+clodinafop	90,76 c	95,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Pendimethalin+clodinafop	71,14 f	84,63 a	91,85 d	100,00 a	100,00 a
Flumioxazin+clodinafop	71,09 f	86,20 a	90,94 d	100,00 a	100,00 a
Média Geral	69,84	72,53	56,49	58,49	59,85
CV (%)	2,06	1,45	18,89	1,48	0,98

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

Desse modo percebe-se que o uso dos herbicidas pré-emergentes (oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin) associados a alguns pós-emergentes (iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl) melhoraram o controle da planta daninha, e ainda podem proporcionar ajuda no manejo de biótipos com resistência os inibidores de ALS, ACCase e EPSPs. Este controle eficaz esta associado ao sinergismo que ocorre quando se mistura principios ativos com mecanismos de ação distintos favorecendo assim o controle de plantas daninhas, em especial as resistentes (BARROS; CALADO, 2020; GALON et al., 2021).

Os demais tratamentos herbicidas, aplicados em pré-emergência pendimethalin e flumioxazin de modo isolado ou a esses associados em pós emergência o iodosulfuron-methyl,

iodosulfuron-methyl, pyroxsulam e metsulfuron-methyl não demonstraram bom controle do azevém, sendo iguais ou superiores somente a testemunha infestada. Estudos apontam que o uso de pyroxsulam (GALON et al., 2014; ZOBIOLE et al., 2018) ou de iodosulfuron (GALON et al., 2014) demonstram bom controle do azevém, similar a testemunha capinada. Possivelmente o biótipo usado nesse trabalho seja resistente aos herbicidas inibidores de ALS (iodosulfuron-methyl e pyroxsulam), já que os controles em todas as épocas avaliadas ficou abaixo de 75%, conforme já observado em outras pesquisas. No caso do metsulfuron-methyl a planta daninha não demonstra sensibilidade ao herbicida, não tendo registro para o controle da mesma ao infestar culturas de inverno (AGROFIT, 2023). O herbicida flumioxazin age na enzima precursora da clorofila, na presença de luz o produto é convertido em moléculas que desorganizam as membranas celulares da planta (PIVETTA et al., 2008).

No florescimento do azevém somente o uso dos herbicidas pré-emergentes, oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin associados ao clodinafop-propargyl demonstram os melhores controles da planta daninha, igualando-se a testemunha capinada, com 100% de controle (Tabela 6). O azevém na Austrália desenvolveu resistência aos herbicidas aplicados em pós-emergência para o controle da planta daninha infestante de cereais (BOUTSALIS et al. 2012). Por esse motivo os herbicidas pré-emergentes são no momento uma alternativa interessante para o controle de azevém resistente infestando as lavouras de inverno. Novas possibilidades de herbicidas pré-emergentes para azevém foram mais flexíveis para o controle do azevém em trigo (BOUTSALIS et al. 2014). O herbicida clodinafop-propargyl demonstrou controle do azevém superior a 94% aos 35 DAT aplicado para o controle de plantas daninhas em cevada (GALON, et al., 2023). O clodinafop-propargyl apresenta controle eficiente de aveia selvagem (*Avena fatua* L.) infestante do trigo e da cevada na Argentina (SCURSONI et al., 2011) e azevém em trigo no Brasil (GALON et al., 2021).

Além do azevém ser uma espécie problemática para se controlar é uma planta daninha muito competitiva ao infestar as culturas, especialmente as cultivadas no inverno, agravando-se ainda o fato por ter resistência comprovada aos principais mecanismos de ação usados para o manejo químico, como os herbicidas inibidores de ALS (MARIANI et al., 2015), ACCase (KAUNDUN et al., 2013) e EPSPs (ROMAN et al., 2004; HOLKEM et al., 2022).

A aplicação de oxyfluorfen+iodosulfuron-methyl, flumioxazin+iodosulfuron-methyl, oxyfluorfen+pyroxsulam, flumioxazin+pyroxsulam, oxyfluorfen+metsulfuron-methyl e flumioxazin+metsulfuron-methyl foram os tratamentos mais eficientes no controle de nabo, dos 7 aos 28 DAT (Tabela 8). Esses tratamentos foram iguais a testemunha capinada ou somente

inferiores a essa. SILVA (2021) relata que ao se usar inibidor de PROTOX associado com outros herbicidas ou isolado apresenta potencial de melhorar o controle das plantas daninhas.

O nabo também foi sensível ao herbicida iodosulfuron-methyl (BARROS et al., 2016), corroborando os resultados encontrados neste estudo. Portanto, a eficiência do controle dos herbicidas do mecanismo de ação dos inibidores da ALS no presente estudo se deve ao fato de termos um biótipo suscetível na área do presente estudo. BALEM et al., (2021) também observaram que a taxa de eficácia dos herbicidas pyroxsulam e iodosulfuron-methyl, para controlar o nabo aumentou com o passar do tempo. Em estudos realizados para a cultura do trigo alguns tratamentos demonstram os melhores controle de nabo, especialmente os herbicidas pertencentes aos inibidores de ALS, como o que se observou ao se aplicar em pré-emergência o pendimethalin e associado a esse os pós-emergentes iodosulfuron-methyl, pyroxsulam (GALON, et al., 2021). Conforme já explicado anteriormente, os herbicidas pertencentes aos inibidores de ALS demoram mais tempo para ocasionar os efeitos de controle, conforme também relatado por Galon et al. (2021).

Observou-se ainda que o uso em pré-emergência de pendimethalin e associado a esse em pós-emergência o metsulfuron-methyl, obteve-se controle superior a 90%, a partir dos 21 DAT, considerado bom (Tabela 8).

Os demais tratamentos sejam aplicados em pré-emergência ou associados a esses os pós-emergentes demonstram controles inferiores aos melhores, em algumas situações até mesmo igualaram-se a testemunha infestada ou somente foram superiores a essa, como no caso do pendimethalin usado isoladamente ou combinado com o clodinafop-propargyl, a partir dos 14 DAT (Tabela 8). Salienta-se que os herbicidas pendimethalin e clodinafop-propargyl não estão registrados para o controle do nabo (AGROFIT, 2023). Em estudos realizados para a cultura da cevada para o controle de nabo com os herbicidas pendimethalin e clodinafop-propargil também não obtiveram resultados satisfatórios (GALON et al., 2022).

Na avaliação de florescimento do nabo, percebe-se que somente os herbicidas oxyfluorfen, pendimethalin, flumioxazin, oxyfluorfen aplicados em isolado ou combinados com o clodinafop-propargyl não demonstram controle da planta daninha, onde se igualaram a testemunha infestada. O difícil controle também está relacionado com o uso do nabo para cobertura de solo no sistema de plantio direto na palha ou o uso como forragem de inverno destinado para alimentação animal elevando assim o banco de sementes do solo (COSTA; RIZZARDI, 2015; TAVARES et al., 2019). Os demais tratamentos herbicidas foram estatisticamente idênticos a testemunha capinada, com 100% de eficiência (Tabela 8). O controle químico é essencial para o manejo de plantas daninhas infestantes da cevada, no

entanto o uso repetido de um mesmo herbicida, no caso o nabo para os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) favoreceu a seleção de biótipos resistentes (PANDOLFO et al., 2013).

Tabela 8. Controle de nabo/nabiça (*Raphanus raphanistrum/R. sativus*) infestante da cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Controle de nabo (%)				
	7 DAT ²	14 DAT	21 DAT	28 DAT	Florescimento
Testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	0,00 j	0,00 i	0,00 l	0,00 i	0,00 b
Oxyfluorfen	91,00 b	85,90 d	84,94 f	63,79 g	0,00 b
Pendimethalin	30,00 i	0,00 i	0,00 l	0,00 i	0,00 b
Flumioxazin	81,25 d	72,35 h	69,29 j	70,00 e	0,00 b
Oxyfluorfen+iodosulfuron	90,46 b	98,50 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Pendimethalin+iodosulfuron	57,54 f	71,99 h	83,44 g	88,00 d	100,00 a
Flumioxazin+iodosulfuron	85,83 c	88,00 c	94,01 c	98,73 b	100,00 a
Oxyfluorfen+pyroxsulam	92,28 b	99,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Pendimethalin+pyroxulam	59,47 f	75,00 g	88,00 e	89,72 c	100,00 a
Flumioxazin+pyroxulam	81,58 d	88,00 c	90,97 d	97,73 b	100,00 a
Oxyfluorfen+metsulfuron	85,71 c	98,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Pendimethalin+metsulfuron	50,30 g	82,91 e	90,04 d	97,68 b	100,00 a
Flumioxazin+metsulfuron	82,97 d	92,68 b	96,58 b	100,00 a	100,00 a
Oxyfluorfen+clodinafop	87,07 c	81,09 f	80,77 h	62,03 h	0,00 b
Pendimethalin+clodinafop	32,73 h	0,00 i	0,00 l	0,00 i	0,00 b
Flumioxazin+clodinafop	79,04 e	75,89 g	73,95 i	66,62 f	0,00 b
Média Geral	69,84	71,18	73,65	72,60	58,82
CV (%)	2,06	1,26	1,13	1,19	0,86

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ² Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

O efeito de controle dos herbicidas inibidores de ALS para o nabo no presente trabalho, se deve ao fato do biótipo usado ser sensível aos produtos pertencentes a esse mecanismo de ação, como visto para o iodosulfuron-methyl, pyroxulam e metsulfuron-methyl, que na avaliação de florescimento da planta daninha se obteve 100% de controle (Tabela 8). O metabolismo do metsulfuron-metil ocorre por hidroxilação seguida de conjugação com glicose, e seu efeito pode estar relacionado à dose do herbicida (MANCUSO et al., 2011) e às espécies

afetadas (BEDMAR; GIANELLI, 2014). Este herbicida atua como um inibidor da enzima ALS e pode causar lesões a culturas sensíveis (CARVALHO et al., 2009). O herbicida metsulfuron-metil não causou efeitos fitotóxicos em plantas de trigo (PIASECK et al., 2017), e cultivares de cevada, como MN610 e Criola (GALON et al., 2014) e conforme também observado no presente estudo. No entanto, permitiu que o controle de plantas de nabo fossem de 98%, em estudo de GALON et al., (2023). O nabo também foi sensível aos herbicidas imazaquim (NUNES et al., 2007) e iodosulfuron (BARROS et al., 2016), corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

Os herbicidas pendimethalin, flumioxazin, pendimethalin+metsulfuron-methyl e flumioxazin+metsulfuron-methyl ocasionaram os piores controles de aveia preta dos 7 DAT até o florescimento da planta daninha, igualando-se a partir da primeira avaliação estatisticamente a testemunha infesta (Tabela 9). A aveia preta por ser usada como pastagem, palhada no sistema de plantio direto e/ou como produção de grãos tem aumentado o banco de sementes no solo com ressemeadura natural e desse modo se tornou uma planta daninha indesejada quando se cultiva trigo, cevada, centeio, triticale, canola, dentre outros na estação outono/inverno. Desse modo há necessidade de se efetuar o controle da aveia preta para evitar que essa venha a competir com as culturas e conseqüentemente ocasione perdas de produtividade de grãos (GALON et al., 2021).

O uso de oxyfluorfen em pré-emergência e combinado a esse em pós-emergência de iodosulfuron-methyl, pyroxsulam e clodinafop-propargyl demonstram os melhores controle de aveia preta, dos 7 aos 28 DAT, onde igualaram-se a testemunha capinada ou somente foram inferiores a essa (Tabela 9). Isso pode estar correlacionado com a eficiência dos produtos quando aplicados em aveia preta, sendo essa espécie sensível aos mesmos, não conseguindo metabolizar ou degradar os produtos no decorrer do tempo. O clodinafop-propargyl apresenta registro para o controle de aveia preta infestante da cultura do trigo (AGROFIT, 2023), o que trouxe bons resultados para a cultura da cevada, mesmo não havendo registro. Essa eficácia de controle do clodinafop-propargyl é explicada em razão que este herbicida pertence ao grupo que inibe a enzima Acetil-CoA carboxilase (ACCase) sendo recomendado o uso para o controle de gramíneas que ao entrar em contato com a planta daninha se transloca pelo floema e se concentra nos pontos de crescimentos das plantas susceptíveis, fazendo com que ocorra a sua morte (PIASECKI et al., 2017; KARPINSKI et al., 2018).

Observou-se a partir dos 14 DAT até o florescimento que o pendimethalin e o flumioxazin associados ao clodinafop-propargyl apresentaram controle de aveia preta,

estatisticamente iguais a testemunha capinada e aos melhores tratamentos herbicidas (Tabela 9). Percebe-se que há sinergismo de controle da aveia preta ao se associar o clodinafop-propargyl ao pendimethalin e o flumioxazin, já que esses quando usados em isolado demonstram controle abaixo de 57% aos 7 DAT e a partir dessa avaliação 0%. O herbicida clodinafop-propargyl foi eficiente no controle de aveia selvagem (*Avena fatua* L.) infestante das culturas da cevada e do trigo na Argentina (SCURSONI et al., 2011), o que se assemelha aos resultados encontrados no presente estudo ao se usar esse produto para manejo de plantas daninhas.

Tabela 9. Controle de aveia preta (*Avena strigosa*) infestante da cultivar de cevada BRS Cauê em função da aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Controle de aveia preta (%)				
	7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT	Florescimento
Testemunha capinada	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	0,00 m	0,00 c	0,00 c	0,00 e	0,00 e
Oxyfluorfen	91,40 c	67,50 b	45,75 b	90,62 c	0,00 e
Pendimethalin	48,01 l	0,00 c	0,00 c	0,00 e	0,00 e
Flumioxazin	56,14 j	0,00 c	0,00 c	0,00 e	0,00 e
Oxyfluorfen+iodosulfuron	90,00 c	95,23 a	100,00 a	94,53 b	100,00 a
Pendimethalin+iodosulfuron	71,01 g	76,29 b	88,00 a	90,00 c	92,83 b
Flumioxazin+iodosulfuron	71,33 g	76,09 b	88,79 a	85,61 d	100,00 a
Oxyfluorfen+pyroxsulam	95,00 b	97,00 a	100,00 a	94,53 b	0,00 e
Pendimethalin+pyroxsulam	72,16 f	80,94 b	88,90 a	90,00 c	0,00 e
Flumioxazin+pyroxsulam	77,31 e	81,58 b	87,83 a	90,39 c	0,00 e
Oxyfluorfen+metsulfuron	88,38 d	90,00 a	92,59 a	86,25 d	0,00 e
Pendimethalin+metsulfuron	66,45 i	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 e
Flumioxazin+metsulfuron	66,45 i	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 e
Oxyfluorfen+clodinafop	95,00 b	96,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Pendimethalin+clodinafop	69,38 h	86,48 a	94,51 a	100,00 a	100,00 a
Flumioxazin+clodinafop	73,08 f	88,34 a	95,41 a	100,00 a	100,00 a
Média Geral	72,42	60,92	63,63	65,96	40,75
C.V (%)	1,43	18,05	20,17	0,76	1,36

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05$.

A aplicação de oxyfluorfen em pré-emergência de modo isolado e o mesmo herbicida combinado com metsulfuron-methyl (pós-emergência) ficaram senão entre os melhores tratamentos logo abaixo desses no controle de aveia preta, dos 7 aos 28 DAT (Tabela 9). Isso pode estar relacionado a sensibilidade da aveia preta aos herbicidas. MAHMOOD et al. (2013) ao testarem diferentes herbicidas inibidores de ALS para o controle de plantas daninhas, e dentre essas a aveia silvestre (*Avena fatua*) constaram que essa espécie demonstrou elevada sensibilidade aos herbicidas, assemelhando-se assim aos resultados do presente estudo.

Na avaliação de florescimento da aveia preta, que facilita a correta identificação da planta daninha por esta estar com flor, observou-se que os herbicidas oxyfluorfen + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, oxyfluorfen + clodinafop-propargyl, pendimethalin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl demonstram controle de 100%, sendo iguais a testemunha capinada (Tabela 9). Estes herbicidas tem interferência, as quais podem ser diretas ou indiretas no crescimento e desenvolvimento das plantas, por mais que os produtos apresentem fitotoxicidade, a cultura ainda assim, consegue metabolizar os mesmos e evitar os danos, mantendo a sua produtividade (RIZZARDI et al., 2003; GALON et al., 2021). Em estudo realizado em trigo, observou-se que a aplicação de pendimethalin+clodinafop-propargyl, bem como flumioxazin+clodinafop-propargyl demonstraram controle superior a 94%, índice esse considerado bom. Esse fato provavelmente ocorreu pela melhor identificação da aveia preta quando em floração, pois antes desse estágio era difícil a diferenciação correta dessa com o trigo (GALON et al., 2023a).

Para os componentes de rendimento de grãos observou-se que o número de espigas, peso de mil grãos e a produtividade de grãos foi maior ao se aplicar o flumioxazin+iodosulfuron-methyl ao se comparar com todos os demais tratamentos, inclusive superior a testemunha capinada (Tabela 8). Esse fato deve-se, provavelmente, ao baixo controle das plantas daninhas infestantes da cevada (nabo, azevém e aveia preta) pelos demais tratamentos herbicidas. Assim sendo ressalta-se a importância do manejo adequado das plantas daninhas infestantes da cevada para que esse expresse o seu máximo potencial produtivo. RAJ et al., (2020) também encontraram melhor respostas dos componentes do rendimento dos tratamentos herbicidas que demonstraram maior eficácia no controle de plantas daninhas, corroborando assim aos resultados da presente pesquisa.

Os tratamentos envolvendo o oxyfluorfen, pendimethalin, flumioxazin aplicados isoladamente em pré-emergência ou combinados em pós-emergência com o clodinafop-propargyl demonstram os piores resultados para o número de espigas, peso de mil grãos e

produtividade de grãos da cevada, sendo iguais ou somente superiores a testemunha infestada (Tabela 10). Os demais tratamentos ficaram em patamares intermediários entre os melhores e os piores testados no estudo.

As baixas produtividades de alguns tratamentos podem estar relacionadas aos reduzidos níveis de controle do azevém, do nabo, da aveia preta ou mesmo apresentarem baixa seletividade a cultivar de cevada BRS Cauê. Em geral todos os componentes de rendimento de grãos da cevada (Tabelas 5 e 10) relacionaram-se positivamente ao se aplicar o flumioxazin + iodosulfuron-methyl, nos dois experimentos avaliados (seletividade e de eficácia). Esses resultados corroboram com os encontrados por (GALON et al., 2023a) ao avaliarem herbicidas no controle das plantas daninhas ocorrenets em trigo. Esses mesmos autores verificaram que os herbicidas flumioxazin+iodosulfuron-methyl ficaram entre os melhores tratamentos para o controle de aveia preta infestante do trigo.

O herbicida que manteve o maior nível de produtividade da cultivar de cevada BRS Cauê diferindo estatisticamente de todos os demais tratamentos foi o flumioxazin iodosulfuron-methyl, sendo superior até mesmo a testemunha capinada (Tabela 10). Na sequência observou-se que o pedimenthalin + pyroxsulam, pedimenthalin + iodosulfuron-methyl e pedimethalin + metsulfuron-methyl foram os que demonstraram produtividades superiores as testemunhas capinada e infestada, e também em relação aos demais tratamentos. GALON et al., (2023b) relatam que os tratamentos envolvendo os herbicidas o flumioxazin + iodosulfuron-methyl e o pendimenthalin + iodosulfuron-methyl apresentaram a maior produtividade de grãos da cultivar de trigo TBIO Sinuelo, pelo fato desses herbicidas terem apresentado o melhor controle das plantas daninhas infestantes da cultura, o que se assemelha-se ao encontrado no presente estudo.

A maior produtividade de grãos da cevada foi verificada com a aplicação de flumioxazin+iodosulfuron, quando comparada a testemunha capinada (Tabela 8). Por outro lado, os tratamentos envolvendo os herbicidas oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin aplicados em isolados ou associados com o clonadifope-propagil, causaram as maiores reduções na produtividade de grãos. Em estudos realizados por BARROS et al., (2016) verificaram que metsulfuron-methyl associado a outros herbicidas causaram redução na produtividade da cevada, caso contraditório com o presente estudo.

Além disso, a produtividade da cevada depende tanto da seletividade dos herbicidas quanto do manejo adequado das plantas daninhas. As atividades de campo eficientes e os rendimentos das culturas afetam profundamente os sistemas; portanto, a prática de manejo e o alto rendimento são os processos predominantes nos quais focar (LOVARELLI et al., 2020).

Assim, a busca por alternativas que melhorem a produtividade, bem como o controle de plantas daninhas voluntariamente presentes nas lavouras, torna-se constante.

Tabela 9. Número de espigas (NEs – m²), peso de mil grãos (PMG - g) e produtividade de grãos (PROD - kg ha⁻¹) em plantas de cevada, cultivar BRS Cauê, com infestação voluntária de azevém (*Lolium multiflorum*), aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo/nabiça (*Raphanus raphanistrum/R. sativus*) após a aplicação de herbicidas.

Tratamentos	Componentes de rendimento de grãos (%)		
	NES	PMF	Produtividade
Testemunha capinada	470,11 e ¹	37,31 b	1095,47 e
Testemunha infestada	8,00 o	0,00 d	0,00 l
Oxifluorfen	29,07 m	0,00 d	0,00 l
Pendimethalin	22,95 n	0,00 d	0,00 l
Flumioxazin	224,74 i	0,00 d	0,00 l
Oxifluorfen+iodosulfuron	419,24 f	38,21 b	526,27 g
Pendimethalin+iodosulfuron	637,50 b	42,13 a	1562,48 c
Flumioxazin+iodosulfuron	659,28 a	42,00 a	2029,00 a
Oxifluorfen+pyroxsulan	200,84 j	37,95 b	180,27 j
Pendimethalin+pyroxsulam	566,55 c	36,38 c	1726,92 b
Flumioxazin+pyroxsulam	540,90 d	35,42 c	363,78 h
Oxifluorfen+metsulfuron	272,10 h	38,59 b	315,41 i
Pendimethalin+metsulfuron	470,64 e	37,07 b	1398,31 d
Flumioxazin+metsulfuron	295,89 g	38,08 b	577,07 f
Oxifluorfen+clonadifop	6,70 o	0,00 d	0,00 l
Pendimethalin+clonadifop	20,70 n	0,00 d	0,00 l
Flumioxazin+clonadifop	106,80 l	0,00 d	0,00 l
Média Geral	291,29	22,54	575,00
CV (%)	1,71	5,52	0,79

¹ Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade de grãos da cevada foi influenciada pelo tratamento aplicado, sendo verificado os melhores resultados com o uso de flumioxazin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + pyroxsulam e pendimethalin + iodosulfuron-methyl e pendimethalin + metsulfuron-methyl apresentando estes, em média cerca de 46, 37, 30 e 22% superior a testemunha capinada, respectivamente (Tabela 10). A produtividade de grãos da testemunha

capinada abaixo dos melhores tratamentos herbicidas ocorre em função de que as capinas podem danificar as plantas, incluído as suas raízes, além de não se ter o controle na linha de semeadura da cevada. Em adição ao problema anterior tem-se ainda que no momento de se efetuar as capinas pode chover e isso favorece o rebrote/pegamento das plantas daninhas vindo essas a competirem com a cultura. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de cevada é oneroso, pouco eficiente e demanda muita mão de obra, o que eleva os custos de produção ao se comparar com o método químico de controle. Esse fato também foi relatado por GALON et al. (2023a) ao trabalharem com o controle de plantas daninhas infestantes da cultura da cevada com tratamentos, envolvendo herbicidas e capinas.

A ausência de produtividade de grãos da testemunha infestada reforça a importância do adequado manejo de plantas daninhas, desde o início do ciclo da cultura, até a colheita para que a essa possa não só expressar o seu potencial produtivo, mas também a qualidade pós-colheita. Isso ocorre devido a infestação de nabo, azevém e aveia preta ter sido elevada e com a ausência de controle ocorreu competição pelos recursos do meio como, água, luz e nutriente o que como consequência afetou negativamente não somente essa variável, mas todos os demais componentes de rendimento de grãos da cultura (Tabela 10). Outros autores também observaram elevadas perdas de produtividade de grãos de trigo e de cevada quando esses foram infestados por azevém e nabo. Ocorreram perdas de produtividades de grãos de trigo e de cevada superiores a 80% (LAMEGO et al., 2013) e a 43% (GALON et al., 2023a), respectivamente quando não se adota algum método de controle (mecânico ou químico) do azevém e do nabo infestante dessas culturas.

Com os resultados encontrados nos dois experimentos percebe-se que se nenhuma medida de controle for adotada as perdas relacionadas aos componentes de rendimentos de grãos ocorrem de forma irreversível e elevadas, podendo ser total. Desse modo torna-se necessário a busca por alternativas viáveis, eficientes e que ao mesmo tempo apresentem seletividade a cevada.

CONCLUSÃO

O herbicida oxyfluofen aplicado em isolado em pré-emergência ou associado aos pós-emergentes, iodosulfuron, pyroxulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propagyl, ocasiona a maior fitotoxicidade a cultivar de cevada BRS Cauê.

Em geral a aplicação de flumioxazin + metsulfuron-methyl demonstra as maiores injúrias as variáveis fisiológicas da cultivar de cevada BRS Cauê.

O uso de oxyfluorfen, pendimethalin e flumioxazin em pré-emergência e associado a esse em pós-emergência o clodinafop-propargyl ocasionam os melhores controles de azevém e da aveia preta, do início ao final do ciclo das planta daninhas.

O melhor controle de nabo é obtido com aplicação em pré-emergência de oxyfluorfen e combinado a esse em pós-emergência os herbicidas iodosulfuron-methyl e pyroxsulam.

Nos dois experimentos, tanto de seletividade, quanto de eficácia, o tratamento que se destaca em relação aos melhores efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos da cultivar de cevada BRS Cauê é o flumioxazin+iodosulfuron-methyl.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. Changes in photosynthesis and oxidative stress in wheat plants submitted to herbicides application. **Planta Daninha**, v.34, n.1, p.1-9, 2016.

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 22 jun. 2023.

ALVES, C. et al. Effect of herbicides in the oxidative stress in crop winter species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n.2, p. 1533-1542, 2018.

ASSUNÇÃO, N. S. et al. Seletividade do flumioxazin ao trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 2, p. 122-129, 2017.

BAJWA, A. A.; WALSH, M.; CHAUHAN, B. S. Weed management using crop competition in Australia. **Crop Protection**, v.95, n.1, p.8-13, 2017.

BALEM, 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**, v.38, p. e020202353, 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.

BARROS, J. et al. Eficácia e seletividade do iodossulfurão-metilo-sódio+mesossulfurão-metilo na cevada dística (*Hordeum distichum* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.1, p.161-169, 2016.

BEDMAR & GIANELLI, 2014BOUTSALIS, P.; GILL, G.S.; PRESTON, C. Incidence of herbicide resistance in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) across south-eastern Australia. **Weed Technology**, v.26, n.3, p.391-398, 2012.

BOUTSALIS, P.; GILL, G.S.; PRESTON, C. Control of rigid ryegrass in Australian wheat production with pyroxasulfone. **Weed Technology**, v.28, n.2, p.332-339, 2014.

CARVALHO, S.J.P. et al. Seletividade de herbicidas por metabolismo diferencial: Considerações para redução de danos à cultura. **Scientia Agrícola**, v.66, n.1, p. 136-142, 2009.

CECHIN, J. et al. Resistência de biótipos de nabo ao herbicida iodosulfurom e controle alternativo. **Planta Daninha**, v.34, n.11, p.151-160, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 maio 2023.

CORREIA, N. M.; CARVALHO, A. D. F. (2021). Selectivity of herbicides for sweet potato. **Weed Control Journal**, v.20, n.1, e202100740, 2021.

COSTA, L. O.; RIZZARDI, M. A. Competitive ability of wheat in association with biotypes of *Raphanus Raphanistrum* L. resistant and susceptible to als-inhibitor herbicides, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n.2, p. 121-130, 2015.

COSTA, L.O.; RIZZARDI, MA Resistência de *Raphanus raphanistrum* ao herbicida metsulfuron-methyl. **Planta Daninha**, v. 32, n.1, p.181-187, 2014.

DEBOER, G.J. et al. The impact of uptake, translocation and metabolism on the differential selectivity between blackgrass and wheat for the herbicide pyroxsulam. **Pest Management Science**, v.67, n.3, p.279-286, 2011.

EL-SOBKI, A. E. et al. Fluctuation in amino acids content in *Triticum aestivum* L. cultivars as an indicator on the impact of post-emergence herbicides in controlling weeds. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.28, p.6332-6338, 2021

Food and agriculture organization of the united nations – FAO. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FISHER, L.R. et al. Uptake, translocation, and metabolism of root absorbed sulfentrazone and sulfentrazone plus clomazone in flue-cured tobacco transplants. **Weed Technology**. v.20, n.4, p.898-902, 2006.

GALON, L. et al. Eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para o manejo de plantas daninhas em cevada. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 105-116, 2014.

GALON, L. et al. Eficácia e fitotoxicidade de herbicidas aplicados para manejo de plantas daninhas infestantes do trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 2, p. 128-140, 2015.

GALON, L. et al. Selectivity and efficacy of herbicides applied to the wheat crop. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 3, p. 199-212, 2021.

GALON, L. et al. Seletividade de sais de 2,4-D aplicados em diferentes estádios fenológicos da cevada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 2, p. 1-9, 2022.

GALON, L. et al. Selectivity and efficacy of herbicides applied on barley for weed control. **Bragantia**, v. 82, e20220111, p.1-15, 2023a.

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, 2023b.

GEHRKE, V.R.; CAMARGO, E.R.; AVILA, L.A. Sulfentrazone: environmental dynamics and selectivity. **Planta Daninha**, v.38, e020215663, p.1-16, 2020.

GROSSMANN, K. et al. Saflufenacil (KixorTM): biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen ix oxidase inhibiting herbicide. **Weed Science**, v.59, n.3, p.290-298, 2011.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds.** Disponível e: <http://www.weedscience.org/Home.aspx>. Acesso em: 15 maio 2023.

HOLKEM, A. S. et al. Weed management in Roundup Ready® corn and soybean in Southern Brazil: survey of consultants' perception. **Advances in Weed Science**, v.40, e020220111, 2022.

HONG, Y.; ZHANG, G.P.. The influence of water stress on the malt quality characteristics of wild and cultivated barley. **Journal of Integrative Agriculture**, v.19, n.8, p.2009–2015, 2020.

INMET. **Histórico de dados meteorológicos.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 10 jun. 2023.

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, e018167780, 2018.

KAUNDUN, S. S. et al. Role of a novel I1781T mutation and other mechanisms in conferring resistance to acetyl-CoA carboxylase inhibiting herbicides in a black-grass population. **PLoS One**, v.8, e69568, 2013.

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

LOVARELLI, D. et al. Barley production in Spain and Italy: Environmental comparison between different cultivation practices. **Science of the Total Environment**, v.707, 135982, 2020.

MAHAJAN, G., HICKEY, L. e CHAUHAN, B.S. Response of barley genotypes to weed interference in Australia. **Agronomy**, v.10, n.1, p.1-12, 2020.

MAHMOOD, A. et al. Avaliação de vários herbicidas para controle de ervas daninhas em trigo. **Mycopath** 11: 39-44, 2013.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (*carryover*). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MARIANI, F. et al. Inheritance of resistance of *Lolium multiflorum* to iodosulfuron-methyl sodium. **Planta Daninha**, v.33, n.2, p.351-356, 2015

MELO, C. A. D., et al. Bioaugmentation as an associated technology for bioremediation of soil contaminated with sulfentrazone. **Ecological Indicators**, v.99, p.343-348, 2019.

MEROTTO Jr., A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Tolerância da cultivar de soja Coodetec 201 aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**, v.18, n.1, p. 93-102, 2000.

MITHILA, J. et al. Evolution of resistance to auxinic herbicides: Historical perspectives, mechanisms of resistance, and implications for broadleaf weed management in agronomic crops. **Weed Science**, v.59, n.4, p.445-457, 2011.

NUNES, A. L. et al. Tolerance of winter crops to residual herbicides. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.443-448, 2007.

NUNES, A.L. et al. A multy-year study reveals the importance of residual herbicides on weed control in glyphosate-resistant soybean. **Planta Daninha**, v. 36, p. e018176135, 2018.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P.; VIEIRA, H. D. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v. 27, n.4, p. 823-830, 2009.

PANDOLFO, C.E. et al. Ocorrência limitada de rabanete resistente (*Raphanus sativus*) a herbicidas inibidores de AHAS na Argentina. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.657-666, 2013.

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, n.5, 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.

PIES, W. et al. Habilidade competitiva da cevada coexistindo com densidades de azevém. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, n.2, p. 1-6, 2019.

PIVETTA, K. F. L. et al. Seletividade de sálvia (*Salvia splendens*) ao herbicida oxyfluorfen veiculado à palha de arroz. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 645-655, 2008.

RAJ, R. et al. Efficacy of different weed management practices on wheat growth and yield (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 5, p. 2250-2253, 2020.

RIBEIRO Jr., L. F. R. et al. Tolerância inicial de feijão-caupi a herbicidas aplicados em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 3, e603, 2018.

RIZZARDI, M. A. et al. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 957-965, 2003.

--RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª Edição. Londrina: Midiograf, 2018. 764 p.

ROMAN, E. S. et al. Resistance of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) to glyphosate. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p. 301-306, 2004

SANTOS, G. et al. Seletividade toponômica de herbicidas para a cultura do algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.95-102, 2011.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª Edição. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SCURSONI, J. A. et al. Evaluation of post-emergence herbicides for the control of wild oat (*Avena fatua* L.) in wheat and barley in Argentina. **Crop Protection**, v. 30, n.1, p. 18-23, 2011.

SILVA, A. S. **Teste de herbicidas pré-emergentes e eficiência no controle de plantas daninhas no cultivo da soja**. 2021. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021.

SONDHIA, S. Dissipação de pendimetalina no solo e seus resíduos em grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) em condições de campo. **Boletim de Contaminação Ambiental e Toxicologia**, v.89, n.5, p. 1032–1036, 2012.

SOUSA, G. V. et al. Sorption and desorption of diuron, hexazinone and mix (Diuron + hexazinone) in soils with different attributes. **Planta Daninha**, v.36, e018176803, 2018.

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 3.ed. UFRGS: EMATER/RS-ASCAR, Porto Alegre, 2018, 251p.

SU, W.C. et al. The residual effects of bensulfuron-methyl on growth and photosynthesis of soybean and peanut. **Photosynthetica**, v.56, p.670-677, 2018.

TAMAGNO, W.A. 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.56, p.1-11, 2022.

TAVARES L. C. et al. Criteria for decision making and economic threshold level for wild radish in wheat crop. **Planta Daninha**, v37, e019178898, 2019.

TIRONI, SP. et al. Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, pag. 1527–1533, 2014.

TREZZI, M. M. et al. Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuronmethyl e 2, 4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v. 25, n.4. p. 839-847, 2007.

TRINH, T. Q. et al. Determinants of farmers' adaptation to climate change in agricultural production in the central region of Vietnam. **Land use policy**, v. 70, s/n, p. 224-231, 2018.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.4, n.1, p.1-10, 2005.

VARGAS L et al. 2011. **Seletividade de herbicidas para a canola PFB-2**. Passo Fundo: Embrapa Trigo,1: 1-14. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 130). Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15442738.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2023.

VELINI, E.D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D.L.P. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

ZAKARIYYA, M.I. et al. Integrated weed management strategies in wheat crop. **Journal of Plant Genetics and Breeding**, v.6, n.1, p. 1-4, 2023.

ZEPKA, A.P.; LARRÉ, C.F.; LOPES, N.F. Avaliação do potencial fisiológico de cultivares de trigo tratadas com o herbicida pendimethalin. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p. 633-635, 2007.

ZHOU, C. et al. Effects of cultivar, nitrogen rate, and planting density on rice-grain quality. **Agronomy**, v.8, n.11, p.1-13, 2018.

ZOBIOLE, L.H.S. et al. Pyroxsulam: herbicida sulfonamida para controle de plantas daninhas em trigo no Brasil. **Planta Daninha**, v.36, e018155253, 2018.