

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS ERECHIM**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**BÁRBARA CASAGRANDE**

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COM HERBICIDAS ALTERNATIVOS  
NA CULTURA DO TRIGO**

**ERECHIM**

**2022**

**BÁRBARA CASAGRANDE**

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS COM HERBICIDAS ALTERNATIVOS  
NA CULTURA DO TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

**ERECHIM**

**2022**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Casagrande, Bárbara

Controle de plantas daninhas com herbicidas  
alternativos na cultura do trigo / Bárbara Casagrande.

-- .  
38 f.:il.

Orientador: Dr. Sc. Leandro Galon

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

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

**BÁRBARA CASAGRANDE**

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHA COM HERBICIDAS ALTERNATIVOS NA  
CULTURA DO TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/08/2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. D. Sc. Leandro Galon - UFFS

Orientador

---

Prof. Dr. Gismael Francisco Perin - UFFS

Avaliador

---

Prof. Ma. Daiani Brandler – UFFS

Avaliador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de imediato ao meu orientador Prof. D. Sc. Leandro Galon por ter me acolhido e mostrado seus ensinamentos que levarei para a vida profissional.

Aos meus pais Marivanda e Luís que não mediram esforços para que eu concluísse essa trajetória, sempre me apoiando e me dando todo os suportes necessários.

Sou grata as minhas amigas que ao longo da graduação me deram estímulos constantes e conforto nesta etapa da minha vida.

Ao grupo Massa que foi fundamental para a realização desde trabalho.

E por fim, ao universo que me concedeu estar viva para concluir meus objetivos e a todos que de uma forma direta ou indireta me ajudaram ao longo da graduação.

## SÚMARIO

<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>CONCLUSÕES</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## CONTROLE DE PLANTAS DANINHA COM HERBICIDAS ALTERNATIVOS NA CULTURA DO TRIGO

**RESUMO** – Dentre os fatores bióticos que interferem na produtividade e na qualidade dos grãos colhidos de trigo, destaca-se as plantas daninhas. Essas espécies podem competir com a cultura por água, luz e nutriente acarretando redução da produtividade e também aumentando os custos de produção com diminuição da margem de lucro do tricultor. Assim sendo, objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade e a eficácia de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para o manejo de plantas daninhas infestante da cultura do trigo. Foram instalados dois experimentos, um para avaliar a seletividade e outro a eficácia de herbicidas aplicados em trigo, em blocos casualizados, com quatro repetições. Os herbicidas aplicados em pré-emergência foram o imazethapyr + flumioxazin ( $106 + 50 \text{ g ha}^{-1}$ ), pendimethalin ( $800 \text{ g ha}^{-1}$ ) e flumioxazin ( $50 \text{ g ha}^{-1}$ ). Já em pós-emergência das espécies usou-se o iodosulfuron-methyl ( $5 \text{ g ha}^{-1}$ ), pyroxsulam ( $18 \text{ g ha}^{-1}$ ), metsulfuron-methyl ( $4 \text{ g ha}^{-1}$ ) e clodinafop-propargyl ( $60 \text{ g ha}^{-1}$ ), mais duas testemunhas uma capinada e outra infestada. Os herbicidas que apresentam as maiores fitotoxicidades a cultivar de trigo TBIO Sinuelo foram a mistura comercial composta de imazethapyr + flumioxazin e associado a essa o uso em pós-emergência de iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl. Em geral a aplicação de imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl demonstrou as menores injúrias as variáveis fisiológicas do trigo. A aplicação em pré-emergência de imazethapyr + flumioxazin e em pós-emergência de iodosulfuron-methyl, pyroxsulam e metsulfuron-methyl ocasionaram o melhor controle de nabo infestante do trigo. O uso de pendimethalin e de flumioxazin associados ao clodinafop-propargyl apresentaram o melhor controle de azevém. Os tratamentos imazethapyr + flumioxazin, imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam, pendimethalin + pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl foram os mais eficientes no controle de aveia preta infestante do trigo. Nos dois experimentos, tanto de seletividade quanto de eficácia, o tratamento que se destacou com os melhores efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos do trigo foi o pendimethalin + iodosulfuron-methyl.

**Palavras-chave:** *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*, *Triticum aestivum*.

## WEED CONTROL WITH ALTERNATIVE HERBICIDES IN WHEAT CROPS

**ABSTRACT** – Among the biotic factors that affect the productivity and quality of harvested wheat grains, weeds stand out. These species can compete with the crop for water, light, and nutrients, reducing productivity and increasing production costs, which in turn reduces the grower's profit margin. Thus, the objective of this work was to evaluate the selectivity and efficacy of herbicides used pre-emergence and post-emergence for weed control in wheat crops. Two trials experiments were set up, one to evaluate selectivity and the other to evaluate efficacy of herbicides applied to wheat in randomized blocks of four replicates. The pre-emergence herbicides applied were imazethapyr + flumioxazin ( $106 + 50 \text{ g ha}^{-1}$ ), pendimethalin ( $800 \text{ g ha}^{-1}$ ) and flumioxazin ( $50 \text{ g ha}^{-1}$ ). Iodosulfuron - methyl ( $5 \text{ g ha}^{-1}$ ), pyroxsulam ( $18 \text{ g ha}^{-1}$ ), metsulfuron-methyl ( $4 \text{ g ha}^{-1}$ ), and clodinafop-propargyl ( $60 \text{ g ha}^{-1}$ ) were applied in the postemergence of the species and two witnesses, one with weed and one with infestation. The herbicides that exhibited the highest phytotoxicity to the wheat cultivar TBIO Sinuelo were the commercial mixture of imazethapyr + flumioxazin and associated post-emergence applications of iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl, and clodinafop-propargyl. In general, the application of imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl showed the least damage to the physiological variables of wheat. Pre-emergence application of imazethapyr + flumioxazin and post-emergence application of iodosulfuron-methyl, pyroxsulam and metsulfuron - methyl resulted in the best control of beet weeds of wheat. The use of pendimethalin and flumioxazin in combination with clodinafop- propargyl showed the best control of ryegrass. The treatments imazethapyr + flumioxazin, imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam, pendimethalin + pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop – propargyl, and flumioxazin + clodinafop-propargyl were most effective in controlling the wheat weed black oat. In both trials, pendimethalin + iodosulfuron-methyl was the treatment that showed the best effects on wheat grain yield components in terms of selectivity and efficacy.

**Keywords:** *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum*, *Raphanus raphanistrum*, *Triticum aestivum*.

## INTRODUÇÃO

O trigo apresenta importância por fazer parte da alimentação humana, ao se utilizar a sua farinha como a matéria-prima na fabricação de diversos produtos como pão, bolos, biscoitos, dentre outros ou mesmo por ser uma *commodity* que contribui para a economia do Brasil (FELIPE et al., 2017). O trigo é um dos três cereais mais cultivados do mundo e no Brasil se destaca a região Sul com a maior área semeada, com cerca de 2,5 milhões de hectares e produtividade média de 2,8 t ha<sup>-1</sup> o que totaliza uma produção em torno de 7,03 milhões de toneladas, sendo essa 21,33% superior a safra anterior (CONAB, 2022).

Há fatores que podem ser limitantes para que se tenha um potencial elevado de produtividade de grãos do trigo, sendo as plantas daninhas um dos principais que ocasiona dano direto na cultura (MEULEN & CHAUHAN, 2017). A interferência das plantas daninhas pode reduzir de 18 até 82 % a produtividade de grãos do trigo, além de acarretar em aumento dos custos de produção e diminuição da margem de lucro do tricultor (LAMEGO et al., 2013; GALON et al., 2019; BARROS & CALADO, 2020). As plantas daninhas competem com a cultura pelos recursos luz, água e nutrientes, podem liberar substâncias alelopáticas e serem hospedeiras de pragas (AGOSTINETTO et al., 2008, GALON et al., 2019) o que conseqüentemente irá interferir no crescimento e desenvolvimento da cultura.

Entre as espécies de plantas daninhas que ocasionam dano à cultura do trigo destaca-se o azevém (*Lolium multiflorum*), o nabo/nabiça (*Raphanus raphanistrum* ou *R. sativus*), a aveia-preta (*Avena strigosa*), dentre outras. Essas espécies são muito competitivas e de difícil controle (AGOSTINETTO et al., 2008; LAMEGO et al., 2013).

No Brasil, o azevém se adaptou muito bem à região Sul devido às suas condições edáficas e climáticas como o inverno, estação com baixa temperatura e alta precipitação, tendo bom potencial para produção de forragem, alta capacidade de rebrota e alta qualidade nutricional e ainda pode ser utilizado para a produção de silagem e feno (RAMOS et al., 2021; TAMAGNO et al., 2022).

O azevém possui características morfofisiológicas semelhantes ao trigo, por pertencer a mesma família botânica e isso causa uma necessidade dos mesmos recursos e o difícil controle químico com o uso de herbicidas (AGOSTINETTO et al., 2016). Além disso, o azevém apresenta resistência aos herbicidas inibidores das enzimas ALS (acetolactato sintase), ACCase (acetil coenzima - A carboxilase) e EPSPs (Enol piruvil shiquimato fosfato sintase (HEAP, 2022), sendo esses produtos os principais utilizados para o manejo dessa espécie daninha ocorrentes em lavouras de trigo.

O nabo/nabiça demonstra elevada capacidade de competição com a cultura do trigo, além de apresentar alta prolificidade, dormência de sementes e resistência aos herbicidas

inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) o que contribui para reduzir o potencial de produção da lavoura (LAMEGO et al., 2013; COSTA & RIZZARDI, 2015). 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).

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 necessitando assim de controle para evitar a competição dessa com as culturas e conseqüentemente perdas de produtividade de grãos (GALON et al., 2021).

O método de controle químico é o mais utilizado pelos agricultores para manejar as plantas daninhas, em função da eficiência, praticidade, rapidez e menor custo quando comparado a outros métodos (SCHMITZ et al., 2018; BALEM et al., 2021). No entanto, no Sul do Brasil os herbicidas utilizados em pós-emergência do trigo, predominantemente pertencem aos inibidores de ACCase e de ALS (BALEM et al., 2021). Dentre esses, os mais recomendados para controle das plantas daninhas em trigo e que estão disponíveis em maior quantidade, são os inibidores de ALS (PIASECKI et al., 2017). No entanto esses herbicidas são os que apresentam muitos casos de plantas daninhas resistentes nos últimos anos (HEAP, 2022) e em alguns países já se tem preocupação em relação ao tempo que esses produtos irão ter para efetuar o controle químico de espécies infestantes em lavouras de trigo (WALSH, 2019).

É importante salientar que os crescentes casos de resistência de plantas daninhas estão ligados a elevada pressão de seleção devido a aplicação desordenada de herbicidas de um mesmo mecanismo de ação, às escassas alternativas de produtos registrados para uso na cultura do trigo e também pela falta de rotação de culturas e de princípios ativos (COSTA & RIZZARDI, 2014; PIASECKI et al., 2017; WALSH, 2019).

Os herbicidas quando aplicados nas culturas podem exercer efeitos diretos ou indiretos no crescimento e no desenvolvimento das plantas, provocando alterações nos processos fisiológicos e metabólicos, causando intoxicação, desregulação dos mecanismos de defesa, oxidação celular, alterações na absorção de nutrientes, dentre outros (RIZZARDI et al., 2003; GALON et al., 2015; BARI et al., 2020). O uso de herbicidas também pode ocasionar interferência negativa sobre os componentes do rendimento de grãos das culturas ou não

apresentarem eficácia para o controle de plantas daninhas ou mesmo ocasionarem impactos negativos aos agroecossistemas quando utilizados de modo incorreto (ZAKARIYYA et al., 2013; GALON et al., 2015; BARI et al., 2020).

Desse modo torna-se importante novos estudos que avaliem a seletividade e a eficácia de herbicidas na busca por novas alternativas de controle químico com diferentes mecanismos de ação para o manejo de plantas daninhas infestantes do trigo, mesmo que não sejam esses produtos ainda registrados à cultura, como algumas das moléculas testadas na presente pesquisa.

A aplicação de herbicidas pré-emergentes associados a pós-emergentes melhora o controle de plantas daninhas e apresentam seletividade à cultura do trigo. Assim sendo, objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade e a eficácia de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para o manejo de plantas daninhas infestante da cultura do trigo.

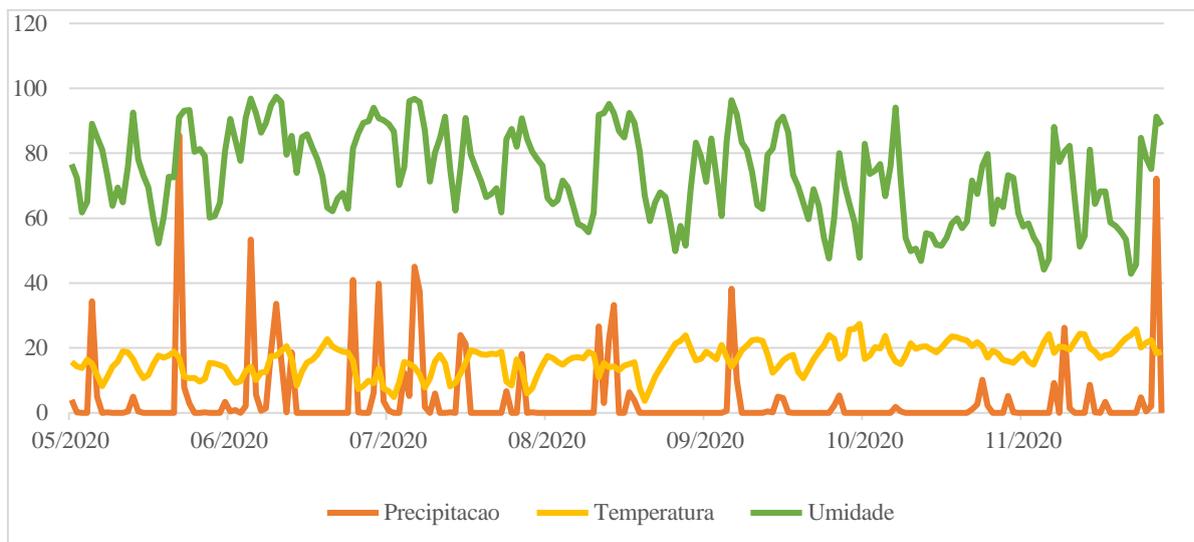
## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram instalados dois experimentos a campo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Erechim/RS, no ano de 2020. No primeiro experimento avaliou-se a seletividade dos herbicidas ao trigo 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 solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Alumino férrico humico (SANTOS et al., 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 do trigo (CQFS-RS/SC, 2016).

As características químicas e físicas do solo foram: pH em água de 5,1; MO = 3,0%; P= 5,2 mg dm<sup>-3</sup>; K= 118,0 mg dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup>=0,3 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>= 5,5 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 3,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC(t)= 7,4 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC (pH=7,0)= 16,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al= 7,7 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB= 53% e Argila= 60%. A semeadura do trigo foi realizada em sistema de plantio direto, sendo realizado a dessecação da vegetação com uso de glyphosate (1.440 g ha<sup>-1</sup>) + saflufenacil (70 g ha<sup>-1</sup>) + 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.

Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e 17 tratamentos. Cada unidade experimental apresentou dimensões de 5 x 2,72 m, totalizando uma área de 13,6 m<sup>2</sup>, contendo 16 linhas de semeadura espaçadas em 0,17

m. A área útil das parcelas correspondeu a 6,8 m<sup>2</sup> (4 x 1,7 m), sendo colhidas as 10 linhas centrais de trigo, descartando-se as bordaduras laterais para a realização das análises.



**Figura 1.** Precipitação (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período de condução dos experimentos de maio a novembro de 2020. Fonte: INMET, (2022).

A semeadura dos experimentos ocorreu em 28/05/2020, tanto para o ensaio de seletividade quanto de eficácia, utilizando-se a cultivar de trigo de ciclo médio-tardio, TBIO Sinuelo através de semeadora/adubadora. A densidade média de sementes foi de 50 plantas m<sup>-1</sup> ou 300 plantas m<sup>-2</sup>, resultando numa densidade final de aproximadamente 3.000.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para adubação de base foi utilizado 230 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-30-15 (N-P-K) e em cobertura aplicou-se 140 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia, dividindo-se em duas épocas, a primeira na fase de afilamento e a segunda na fase de alongamento.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com a utilização de um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com quatro pontas de pulverização do tipo leque DG 110.02, mantendo-se a pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>, o que proporcionou a vazão de 150 L ha<sup>-1</sup> de calda de herbicida. Os herbicidas utilizados nos dois experimentos encontram-se dispostos na Tabela 1.

O herbicida imazethapyr + flumioxazin é uma mistura comercial formulada pela empresa detentora das moléculas. Cada herbicida recebeu o adjuvante recomendado pelo respectivo fabricante. Os herbicidas imazethapyr + flumioxazin, pendimethalin e flumioxazin foram aplicados em pré-emergência e, todos os demais, em pós-emergência da cultura. Alguns dos produtos testados não apresentam registro para serem aplicados em trigo, no entanto mesmo assim foram usados para avaliar a possibilidade de uso no futuro como nova alternativa para o controle químico de plantas daninhas.

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

Tratamentos	Dose (g ha <sup>-1</sup> ) i.a	Doses (L/kg ha <sup>-1</sup> ) P.C	Adjuvante (% v/v/L)	Modalidade de aplicação
T01-Testemunha capinada	----	----	----	----
T02-Testemunha infestada*	----	----	----	----
T03-Imazethapyr + flumioxazin	106 + 50	0,50	----	Pré
T04-Pendimethalin	800	2,00	----	Pré
T05-Flumioxazin	50	0,10	----	Pré
T06-Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	106+50 +5	0,50+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T07-Pendimethalin + iodosulfuron-methyl	800+5	2,00+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T08-Flumioxazin + iodosulfuron-methyl	50+5	0,10+0,10	Hoefix	Pré/Pós
T09-Imazethapyr + flumioxazin + piroxsulam	106+50+18	0,50+0,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T10-Pendimethalin + pyroxsulam	800+18	2,00+ ,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T11-Flumioxazin + pyroxsulam	50+18	0,10 +0,40	Veget'Oil	Pré/Pós
T12-Imazethapyr+flumioxazin+metsulfuron-methyl	106+50 +4	0,50+0,006	Dash	Pré/Pós
T13-Pendimethalin + metsulfuron-methyl	800+4	2,00+0,006	Dash	Pré/Pós
T14-Flumioxazin + metsulfuron-methyl	50+4	0,10+0,006	Dash	Pré/Pós
T15-Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	106+50+60	0,50+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.

As condições ambientais no momento da aplicação dos tratamentos em pré (29/05/2020) e pós-emergência (10/07/2020) das espécies, eram respectivamente, umidade relativa do ar de 40 e 60%, temperatura do solo de 19,7 e 13,6°C, temperatura do ar de 26 e 18° C e ventos de 3,0 - 7,7 e 0 a 8,0 km h<sup>-1</sup>. Para as duas modalidades de aplicação o céu estava aberto e o solo úmido. A densidade média de plantas de trigo foi de 47 plantas por metro linear determinadas na fase do início do perfilhamento. Ao se aplicar os herbicidas em pós-emergência, o trigo 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 27, 15 e 18 plantas m<sup>-2</sup>, 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 m<sup>2</sup>).

As variáveis avaliadas nos experimentos foram fitotoxicidade a cultivar de trigo TBIO Sinuelo, controle das plantas daninhas nabo, azevém e aveia preta, o número de espigas por área (m<sup>2</sup>), comprimento de espigas (cm), números de grãos cheios e estéreis, peso de mil grãos (g), peso hectolitro (kg hl<sup>-1</sup>) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>). A avaliação de fitotoxicidade foi realizada de forma visual aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT)

O controle das plantas daninhas nabo, azevém e aveia preta foi realizado com a mesma metodologia de fitotoxicidade, aos 7, 14, 21 e 28 DAT. Tanto para avaliar a fitotoxicidade

como o controle foram atribuídas notas percentuais, onde zero (0%) corresponde aos tratamentos com ausência de injúrias sobre o trigo ou de eficácia em nabo, azevém e aveia preta e cem (100%) coincidindo com a morte das plantas, conforme a metodologia proposta pela SBCPD (1995).

Aos 25 DAT foram aferidas as variáveis referentes à fisiologia das plantas de trigo, tais como: concentração de CO<sub>2</sub> sub-estomática ( $C_i$  -  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa fotossintética ( $A$  -  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática de vapores de água ( $G_s$  -  $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) e taxa de transpiração ( $E$  -  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). A eficiência da carboxilação ( $EC$  -  $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e a eficiência do uso da água (EUA -  $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$ ) foram calculadas a partir da razão das variáveis  $A/C_i$  e  $A/E$ , respectivamente. Essas variáveis foram determinadas na última folha totalmente expandida do trigo. 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 do trigo foi avaliado o número de espigas por área ( $\text{m}^2$ ), 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.

Após a colheita manual e trilha do trigo em área de 6,8  $\text{m}^2$ , foi determinado o peso hectolitro - PH ( $\text{kg hl}^{-1}$ ), a massa de mil grãos (g) e a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). A determinação do PH foi efetuada com balança da marca Dalle Molle, modelo 40. 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 extrapolada a  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para as análises a umidade dos grãos foi ajustada para o teor de 13%.

Os dados foram submetidos por meio do software Sisvar e submetidos 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 Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram significância estatística para os tratamentos testados em todas as variáveis avaliadas nos dois experimentos, de seletividade e de eficácia.

**EXPERIMENTO 1** – Avaliação da seletividade de herbicidas aplicados na cultivar de trigo TBIO Sinuelo.

A aplicação em pré-mergência do trigo da mistura formulada de imazethapyr + flumioxazin ocasionou os maiores sintomas de fitotoxicidade à cultura, dos 8 aos 15 DAE (dias após a emergência da cultura), seguida de flumioxazin e pendimethalin (Tabela 2).

Estes herbicidas causaram fitotoxicidade por não serem registrados à cultura (AGROFIT, 2022) e também por fatores físico-químicos dos produtos, condições de clima, de solo e mesmo época de aplicação ou dose (DEBOER et al., 2011; BARBOSA, 2021).

Destaca-se também que quando utilizado em pré-mergência a mistura comercial composta de imazethapyr + flumioxazin proporciona efeito residual de 28 dias ocorrendo assim o controle de plantas daninhas em culturas seletivas a esse produto como consequência se tem redução da competição de plantas daninhas (LAMEGO et al., 2015).

**Tabela 2.** Fitotoxicidade (%) à cultivar de trigo TBIO Sinuelo em função da aplicação dos herbicidas na pré-mergência. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)	
	8 DAE	15 DAE
Testemunha capinada	0,00 d <sup>2</sup>	0,00 d
Imazethapyr + flumioxazin	19,97 a	35,00 a
Pendimethalin	10,51 c	10,41 c
Flumioxazin	13,08 b	16,40 b
Média Geral	10,89	15,45
C.V. (%)	21,37	22,66

<sup>1</sup> Dias após a emergência do trigo. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O flumioxazin quando aplicado de modo isolado foi o segundo tratamento que mais ocasionou fitotoxicidade ao trigo (Tabela 2). Este herbicida está registrado para a aplicação em pré e pós-mergência 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, 2022). Nota-se que aos 15 DAE resultou numa fitotoxicidade abaixo de 17%, que pela escala de recomendação da SBCPD (1995), esta porcentagem está entre 5 – 20%, onde pode haver injurias leves ou a diminuição de crescimento, mas sucedendo rápida recuperação, ressaltando que o flumioxazin é um produto de contato e à medida que novas folhas da planta vão surgindo ocasionara redução proporcional na área afetada por esse herbicida (ASSUNÇÃO et al., 2017).

O pendimethalin, mesmo que não tenha registro para ser aplicado em trigo (AGROFIT, 2022) foi o herbicida que menor fitotoxicidade ocasionou a cultura, menor que 11%, tendo superado esse somente a testemunha capinada (Tabela 2). Zepka et al. (2007) relatam que o uso de pendimethalin em pré-emergência na cultura do trigo é viável, em razão que o mesmo não interferiu de forma significativa no potencial fisiológico e germinativo da plântula, assim a cultura não foi prejudicada em crescimento e desenvolvimento.

Os resultados demonstram que a mistura herbicida formulada pela fabrica composta de imazethapyr + flumioxazin, tanto aplicada de modo isolado quando associada aos produtos usados em pós-emergência do trigo, iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl, dos 7 aos 28 DAT demonstraram os maiores sintomas de fitotoxicidade à cultura (Tabela 3). A mistura comercial composta pelos herbicidas imazethapyr + flumioxazin apresentou uma elevada fitotoxicidade a cultivar do trigo TBIO Sinuelo provavelmente por esse produto não ser registrada à cultura tanto em aplicações de pré quanto de pós-emergência (AGROFIT, 2022).

**Tabela 3.** Fitotoxicidade (%) à cultivar de trigo TBIO Sinuelo em função da aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamentos	Fitotoxicidade ao trigo (%)			
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha capinada	0,00 g <sup>2</sup>	0,00 e	0,00 g	0,00 f
Imazethapyr + flumioxazin	39,44 a	27,50 b	29,90 a	24,17 b
Pendimethalin	4,17 f	0,00 e	0,00 g	0,00 f
Flumioxazin	10,00 e	10,88 c	9,08 e	0,00 f
Imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron – methyl	39,40 a	27,50 b	25,83 b	25,00 b
Pendimethalin + iodosulfuron – methyl	10,33 e	10,00 c	8,05 e	0,00 f
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	12,50 d	9,89 c	9,10 d	9,26 d
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	30,88 c	29,44 b	25,00 b	17,50 c
Pendimethalin + pyroxsulam	10,17 e	7,83 d	5,00 f	0,83 f
Flumioxazin + pyroxsulam	9,66 e	10,94 c	10,01 d	8,10 e
Imazethapyr + flumioxazin+ metsulfurom – methyl	30,49 c	27,50 b	24,17 b	30,00 a
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	11,80 d	8,00 d	0,00 g	0,00 f
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	10,27 e	8,00 d	5,89 f	0,00 f
Imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl	38,33 b	34,17 a	22,50 c	24,17 b
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	12,00 d	10,00 c	9,98 d	7,83 e'
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	10,00 e	9,00 d	9,23 d	0,00 f
Média Geral	17,47	14,42	12,20	9,17
C.V. (%)	3,72	9,17	7,42	9,31

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

O uso de pendimethalin e flumioxazin na pré-emergência do trigo ou mesmo esses associados ao iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl aplicados em pós-emergência ocasionaram as menores fitotoxicidades dos 7 aos 28 DAT

(Tabela 3). Galon et al. (2021) ao utilizarem os herbicidas pendimethalin, iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl também observaram baixos sintomas de fitotoxicidade a cultivar de trigo TBIO Sinuelo, menores que 8%, o que se assemelha aos dados observados no presente estudo. Assunção et al. (2017) ao trabalharem com o flumioxazin (50 g ha<sup>-1</sup>) na cultura do trigo, observaram as maiores porcentagens de fitotoxicidade, e diminuindo com o passar das avaliações.

Observou-se no decorrer do crescimento e do desenvolvimento do trigo redução média em torno de 34% no início do desenvolvimento da cultura, sendo que essas foram das fitotoxicidades, em todas as avaliações efetuadas (7 aos 28 DAT). Esse fato demonstra que o trigo apresenta capacidade de metabolizar os sintomas de injúrias provocados pelos herbicidas com o passar do tempo (VARGAS & ROMAN, 2005). Rudell et al. (2021), ao realizar experimento nas cultivares TBIO Sinuelo e TBIO Toruk, ambas apresentaram redução de fitotoxicidade em relação aos herbicidas 2,4 – D e iodosulfuron – methyl no decorrer da avaliação, o que pode ser observado neste experimento com herbicidas semelhantes.

Os resultados relacionados aos componentes de rendimento de grãos do trigo demonstram que os herbicidas imazethapyr + flumioxazin e flumioxazin aplicados em isolado na pré-emergência ou esses produtos com o uso de pyroxsulam e de clodinafop-propargyl na pós-emergência apresentaram os maiores números de espigas m<sup>-2</sup>, respectivamente (Tabela 4). Os demais tratamentos testados, inclusive a testemunha capinada demonstram o menor número de espigas. Esse fato ocorreu em razão que a cultura foi capaz de reverter as lesões que os herbicidas causaram, sem que houvesse alteração na produtividade, e além do mais quando a planta sofre injúrias, a mesma desencadeia mecanismos de defesa, havendo maior gastos de energia (fotossíntese) para conseguir metabolizar o herbicida, emitindo assim novas folhas livres de fitotoxicidade (MEROTTO et al., 2000; RAJ et al., 2020). Estudos demonstraram que herbicidas inibidores de ALS, ACCase e Fotossistema II, não trouxeram interferências no que diz respeito ao número de espigas nas cultivares TBIO Pioneiro e TBIO Quartzo (GALON et al., 2015).

O comprimento de espigas do trigo foi maior para os herbicidas imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam, pendimethalin + pyroxsulam e a testemunha capinada, ao se comparar com os demais tratamentos (Tabela 5). Os tratamentos envolvendo a aplicação de flumioxazin + metsulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam e imazethapyr + flumioxazin foram os que expressaram os maiores números de grãos cheios por espigas, inclusive superior a testemunha capinada (Tabela 4).

Quando a cultura possui seletividade, a mesma pode sofrer lesões por consequência da aplicação dos herbicidas, entretanto seu metabolismo é capaz de superar essa intoxicação da molécula e retornar ao seu metabolismo inicial, fazendo com que não cause interferência negativas em relação a estas variáveis (CARVALHO et al., 2009).

**Tabela 4.** Efeito de herbicidas no número de espigas m<sup>-2</sup> (N. espigas m<sup>-2</sup>) comprimento de espigas (Comprimento espigas – cm), número de grãos cheios, número de grãos estéreis da cultivar de trigo TBIO Sinuelo. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamento	Componentes de rendimento de grãos do trigo			
	N. espigas (m <sup>-2</sup> )	Comprimento espigas (cm)	Grãos cheios	Grãos estéreis
Testemunha capinada	100,00 h <sup>1</sup>	8,08 b	39,01 f	7,50 a
Imazethapyr + flumioxazin	121,30 b	7,60 h	38,04 b	6,54 b
Pendimethalin	85,01 j	7,50 e	38,04 h	6,54 b
Flumioxazin	116,53 d	7,80 d	40,37 d	5,35 c
Imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron - methyl	120,17 c	7,30 f	39,14 f	7,29 a
Pendimethalin + iodosulfuron - methyl	110,62 f	7,83 d	38,74 g	7,30 a
Flumioxazin + iodosulfuron - methyl	113,51 e	7,90 c	40,30 d	6,27 b
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	127,83 a	8,16 b	41,03 b	7,66 a
Pendimethalin + pyroxsulam	113,40 e	8,14 b	40,34 d	7,58 b
Flumioxazin + pyroxsulam	117,49 d	7,97 c	39,90 e	6,87 a
Imazethapyr + flumioxazin+ metsulfuron - methyl	83,46 k	8,29 a	41,30 a	5,68 c
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	94,05 i	7,25 d	40,61 c	7,49 a
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	103,53 g	7,70 d	41,37 a	6,14 b
Imazethapyr + flumioxazin + clodinafop – propargyl	117,64 d	7,72 d	7,72 d	6,40 b
Pendimethalin + clodinafop – propargyl	111,50 f	7,59 e	38,80 g	6,40 b
Flumioxazin + clodinafop – propargyl	122,21 b	7,50 e	39,05 f	7,38 a
Média Geral	109,90	7,81	39,70	6,75
C.V. (%)	0,71	1,27	0,42	6,00

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

O número de grãos estéreis por espigas de trigo foi menor ao se aplicar o flumioxazin e o imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl ao se comparar com todos os demais tratamentos (Tabela 4). Os demais tratamentos demonstram maior número de grãos estéreis por espigas, inclusive a testemunha capinada (Tabela 4). O número de grãos inteiros ou estéreis pode variar dependendo da cultivar e do genótipo, assim como o herbicida aplicado (GALON et al., 2022). Pesquisa feita com a cultivar de trigo BRS Timbaúva (PAULA et al., 2011), verificaram menores produtividades diante das aplicações de herbicidas, o que consequentemente ocasionou interferências no rendimento final.

Galon et al. (2015) ao testarem diferentes herbicidas com distintos mecanismos de ação, encontraram maior número de grãos cheios e menos grãos estéreis na cultivar de trigo

TBIO Quartzo ao aplicarem herbicidas de diferentes mecanismos de ação (inibidores de ACCase, ALS, auxina sintética e fotossíntese II).

A aplicação de flumioxazin + metsulfuron-methyl, pendimethalin + metsulfuron-methyl e pendimethalin + pyroxsulam apresentaram o maior peso de mil grãos (PMG) em relação aos demais tratamentos (Tabela 5). A metabolização do 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 grandes quantidade de herbicida ocorre impedimento da enzima ALS e injúrias, com consequente perda do peso de mil grãos e da produtividade de grãos (CARVALHO et al., 2009; ALBRECHT et al., 2010) fato este que não ocorreu neste experimento. Cargnin et al. (2006) ao avaliar o PMG no trigo com diferentes herbicidas, relatou que o herbicida metsulfuron-methyl obteve a melhor resposta diante desta variável.

Já o pyroxsulam no trigo a seletividade é através da absorção e translocação, além da metabolização rápida pela P450 por meio da O-dealquilação do anel aromático (DEBOER et al., 2011). Sendo esse seletivo para a cultura não ocasionou redução na produtividade, bem como o PMG. Resultado semelhante foi descrito por Colombo et al. (2022) onde em condições adequadas de aplicação do pyroxsulam na cultura do trigo resultou em maiores produtividades.

O PMG é de grande relevância para expressar a qualidade dos grãos da cultura e desse modo os tratamentos que demonstraram maior valores dessa variável irão consequentemente apresentar um trigo de melhor qualidade.

Na variável peso hectolitro (PH), verificou-se que os tratamentos com flumioxazin + metsulfuron-methyl, flumioxazin + pyroxsulam e pendimethalin + iodosulfuron-methyl foram os que apresentaram os resultados superiores aos demais (Tabela 5). Ressalta-se que esta variável tem a ver com a classificação e comercialização do trigo, sendo que o PH quanto mais alto maior será o rendimento da farinha destinado a panificação (ORMOND et al., 2013). Conforme a Instrução Normativa número 7 de 15 de agosto de 2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001), os grãos do trigo são classificados em três tipos: 1, 2 e 3 com no mínimo 78, 75 e 70 kg hl<sup>-1</sup>, nessa ordem, visto que este critério de valor está associado pela forma, densidade, uniformidade e tamanho do grão (NUNES et al., 2011).

**Tabela 5.** Efeito de herbicidas no peso de mil grãos (PMG - g), peso hectolitro (PH - kg hl<sup>-1</sup>), e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) da cultivar de trigo TBIO Sinuelo. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamentos	Componentes de rendimentos do trigo		
	PMG (g)	PH (kg hl <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha capinada	12,59 e <sup>1</sup>	77,03 d	3670,07 d
Imazethapyr + flumioxazin	11,95 h	74,32 f	3523,92 g
Pendimethalin	12,66 e	78,76 b	3492,33 h
Flumioxazin	12,80 d	78,02 c	3589,16 f
Imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron – methyl	12,62 e	72,66 g	2916,83 l
Pendimethalin + iodosulfuron – methyl	12,74 d	79,17 a	3721,60 b
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	12,74 g	77,98 c	3627,76 e
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	12,29 g	74,09 f	3033,49 j
Pendimethalin + pyroxsulam	13,20 b	78,38 b	3424,70 i
Flumioxazin + pyroxsulam	12,89 d	79,25 a	3437,66 i
Imazethapyr + flumioxazin+ metsulfuron - methyl	12,45 f	72,14 h	3036,60 j
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	13,58 a	77,79 c	3632,19 e
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	13,55 a	79,50 a	3592,87 f
Imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl	12,48 f	78,84 b	3950,90 a
Pendimethalin + clodinafop – propargyl	13,04 c	78,84 b	3005,92 k
Flumioxazin + clodinafop – propargyl	12,83 d	76,33 e	3699,90 c
Média Geral	12,77	76,62	3459,74
C.V. (%)	0,72	0,45	0,36

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

Baseado nisso, evidenciou-se que os melhores PHs para a produção de farinha do tipo 1 foram obtidos com as aplicações de pendimethalin, flumioxazin, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, flumioxazin + metsulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e pendimethalin + clodinafop-propargyl, sendo esses mais adequados para a qualidade industrial (Tabela 5). O que demonstrou menor peso hectolitro (PH), abaixo de 75 kg hl<sup>-1</sup>, foram todos os tratamentos que tiveram associação com a fórmula comercial imazethapyr + flumioxazin, exceto o imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl. Ressalta-se que imazethapyr + flumioxazin é uma mistura comercial não registrada para ser aplicada em trigo, a qual ocasionou ainda elevada fitotoxicidade à cultura e talvez tenha isso ocasionado os menores índices de PH. Barbosa (2019), ao aplicar o herbicida inibidor de protóx fomesafen também constatou a ocorrência de menor PH em trigo da cultivar TBIO Sossego, o que se assemelha ao encontrado no presente estudo.

Os tratamentos que demonstram maior produtividade de grãos de trigo foram as aplicações dos herbicidas imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e pendimethalin + iodosulfuron-methyl 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 possuem interferência que podem ser indiretas e/ou direta no desenvolvimento e crescimento das plantas, por mais que os

produtos apresentam fitotoxicidade no trigo, a cultura consegue metabolizar os danos, como já citado anteriormente, mantendo a produtividade (RIZZARDI et al., 2003; GALON et al., 2021). Resultados semelhantes ocorreu na aveia onde o uso de herbicidas seletivos por mais que causou danos, apresentou significância na interação de herbicida versus genótipo havendo produtividade superior (CARGNIN et al., 2006).

O fato da testemunha capinada demonstrar 9,3% de produtividade média de grãos de trigo inferior que os dois melhores tratamentos herbicidas (imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e pendimethalin + iodosulfuron-methyl) 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 do trigo. 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 trigo 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. (2021) ao trabalharem com o manejo de plantas daninhas infestantes da cultura do trigo com tratamentos envolvendo herbicidas e capinas.

Os tratamentos herbicidas envolvendo a mistura composta de imazethapyr + flumioxazin reduziram em média 7% a produtividade de grãos do trigo, ao se comparar com a média dos demais produtos aplicados a cultivar de trigo TBIO Sinuelo (Tabela 5). Esse fato está relacionado, principalmente com os elevados índices de fitotoxicidade ocasionado pelos tratamentos que envolveram o uso do imazethapyr + flumioxazin aplicados na pré-emergência do trigo (Tabelas 2 e 3), conforme já explicado anteriormente. Mesmo que outros herbicidas tenham ocasionado elevada injúria ao trigo até os 15 DAE (Tabela 2) a cultura conseguiu se recuperar da mesma a tempo de expressar elevada produtividade de grãos.

Ao se analisar todos os componentes de rendimento de grãos da cultivar de trigo TBIO Sinuelo observou-se que a aplicação dos herbicidas pendimethalin + iodosulfuron-methyl em geral apresentam maior número de espigas, comprimento de espigas, número de grãos cheios, peso de mil grãos, peso hectolitro, produtividade de grãos e menor número de grãos estéreis que a testemunha capinada (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo fato deste tratamento herbicida ter apresentado baixa fitotoxicidade, ou a cultura conseguiu reverter os danos ocasionados pelo mesmo, chegando a 0% aos 28 DAT (Tabela 3) e manter a produtividade elevada. Estudos de Oliveira et al. (2019) e de Raj et al. (2020) utilizando herbicidas de diversos mecanismos de ação encontraram resultados semelhantes que corroboram com os relatados no presente trabalho.

Levando-se em conta os níveis de fitotoxicidade e o efeito dos herbicidas sobre os

componentes de rendimento de grãos do trigo observou-se que determinados produtos testados podem ser utilizados na cultura sem que tenham ocasionado efeitos negativos, como o pendimethalin + iodosulfuron-methyl, mesmo que o pendimethalin 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 do trigo.

Aos 25 DAT avaliou-se as respostas fisiológicas do trigo pela aplicação dos herbicidas (Tabela 6). Observou-se que o pendimethalin + pyroxsulam apresentou maior concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), menor transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética ( $A$ ), uso eficiente da água (EUA) e eficiência de carboxilação (EC) ao se comparar com os demais tratamentos ou mesmo com a testemunha capinada. Os demais tratamentos apresentaram resultados inferiores ou mesmo ficaram em patamares intermediários ao pendimethalin + pyroxsulam ou mesmo a testemunha capinada. 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 provoca estresse oxidativo, conforme observado em trigo (AGOSTINETTO et al., 2016), aveia-preta (ALVES et al., 2018), entre outros. Além do mais o herbicida pyroxsulam pertence ao grupo químico das sulfonilureia, que ocasiona a paralisação da síntese de aminoácidos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina, ocasionam ainda efeito na fotossíntese e na respiração (ZHOU et al., 2007).

Resultados similar ao observado no presente estudo ocorreu com a aplicação de metsulfuron-methyl na cultivar de trigo Quartzo, com a estresse oxidativo e consequentemente diminuição da condutância estomática e da taxa fotossintética (GUO et al., 2009; AGOSTINETTO et al., 2016).

**Tabela 6.** Efeito de herbicidas nas características fisiológicas, concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ), taxa transpiratória ( $E$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $GS$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), taxa fotossintética ( $A$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), eficiência no uso da água das plantas (EUA -  $\text{mol mol}^{-1}$ ), eficiência de carboxilação (EC -  $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) da cultivar de trigo TBIO Sinuelo. UFFS, Erechim/RS.

Tratamentos	Variáveis fisiológicas					
	CI	E	GS	A	EUA	EC
Testemunha capinada	265,05 i <sup>1</sup>	3,06 c	0,48 b	20,29 c	7,18 a	0,08 a
Imazethapyr + flumioxazin	267,64 h	2,90 d	0,44 c	19,10 d	6,67 b	0,07 b
Pendimethalin	278,39 d	3,29 a	0,50 a	21,85 b	6,38 b	0,08 a
Flumioxazin	276,45 e	3,32 a	0,50 a	19,38 d	6,22 b	0,07 a
Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	278,37 d	2,98 c	0,38 d	17,06 f	5,55 c	0,06 c
Pendimethalin + iodosulfuron - methyl	268,34 h	2,99 c	0,38 d	18,63 e	6,45 b	0,07 b
Flumioxazin + iodosulfuron - methyl	279,01 c	3,09 c	0,44 c	10,13 d	6,40 b	0,07 b
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	279,44 c	2,95 c	0,42 c	18,69 e	6,64 b	0,06 b
Pendimethalin + pyroxsulam	304,18 a	2,90 d	0,45 b	17,25 f	4,57 d	0,05 c
Flumioxazin + pyroxsulam	276,15 e	3,06 c	0,51 a	21,84 b	6,77 b	0,07 a
Imazethapyr+flumioxazin+metsulfuron-methyl	269,62 g	2,78 e	0,41 c	20,06 c	7,34 a	0,08 a
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	274,42 f	3,16 b	0,49 a	20,37 c	6,55 b	0,07 b
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	278,24 d	3,36 a	0,46 b	22,30 a	6,65 b	0,08 a
Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	286,62 b	2,78 e	0,43 c	20,50 c	6,51 b	0,07 b
Pendimethalin + clodinafop – propargyl	274,27 f	3,22 b	0,47 b	20,38 c	6,84 b	0,07 b
Flumioxazin + clodinafop – propargyl	274,44 f	3,36 a	0,48 b	19,43 d	6,40 b	0,07 b
Média Geral	276,01	3,08	0,45	19,76	6,44	0,07
C.V. (%)	0,21	2,80	3,83	1,37	4,11	5,54

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

A taxa fotossintética está relacionada com a toxicidade do herbicida e conseqüentemente quando há redução na fixação de CO<sub>2</sub> ocorre a interferência no desenvolvimento da cultura e também na produtividade (SU et al., 2018; GONÇALVES et al., 2018). Fato esse também observado no presente estudo onde o tratamento envolvendo o pendimethalin + pyroxsulam apresentou produtividade de grãos do trigo que ficou entre as mais baixas, ou cerca de 17% inferior a testemunha capinada (sem uso de herbicida). Pesquisas realizadas com diversos herbicidas constatou baixa produtividade em relação as respostas fisiológicas em razão da toxicidade e/ou estresse oxidativo (SOUZA et al., 2015; MEIER et al., 2019).

**EXPERIMENTO 2** – Avaliação da eficácia de herbicidas aplicados em trigo para o controle de nabo, azevém e aveia preta.

O controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*), ao se aplicar somente os herbicidas pré-emergentes, foi melhor ao se usar imazethapyr+flumioxazin e flumioxazin aos 8 e 15 DAE (dias após a emergência), sendo inferior a testemunha capinada (Tabela 7). Os tratamentos imazethapyr + flumioxazin e flumioxazin evidenciaram controle acima de 80%, sendo herbicida inibidor de PROTOX (flumioxazin) e a mistura comercial composta (imazethapyr+flumioxazin) por inibidores de PROTOX + ALS. Silva (2021) relata que ao se usar o inibidor de PROTOX associado com outros herbicidas ou isolado apresenta potencial de melhorar o controle de plantas daninhas. Observou-se para o pendimethalin que esse apresentou controle do nabo somente superior a testemunha infestada. O herbicida

pendimenthalin não apresenta registro para manejo de nabo e por esse motivo demonstrou baixo controle (AGROFIT, 2022).

Os resultados demonstram para o controle de azevém que nem um tratamento apresentou desempenho satisfatório aos 8 DAE, com porcentagem abaixo de 80% (Tabela 7). Ressalta-se que 80% é a porcentagem mínima necessária para que determinado herbicida possa ser recomendado para o controle de plantas daninhas infestantes de culturas (OLIVEIRA et al., 2009). Somente o tratamento envolvendo o imazethapyr + flumioxazin aos 15 DAE demonstrou controle de azevém considerado suficiente, ou seja, foi acima de 80%. O azevém possui resistência aos herbicidas inibidores de ACCase, ALS e EPSPs (VARGAS & ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2013; MARIANI et al., 2015). Este controle eficaz está associado ao sinergismo que ocorre quando se mistura princípios ativos com mecanismos de ação distintos favorecendo assim o controle de plantas daninhas, em especial as resistentes (AGOSTINETO et al., 2016; SILVA, 2021). Estudo feito por Galon et al. (2014) na cevada usando-se as misturas dos herbicidas imazethapyr + imazapic constataram controle de azevém acima de 80%. No entanto esse controle torna-se preocupante, pelo fato do nabo e do azevém serem muito competitivos com as culturas de inverno e ainda apresentarem resistência a muitos herbicidas usados para o controle dessas plantas daninhas infestantes de lavouras de inverno.

**Tabela 7.** Controle de nabo e de azevém (%) infestantes à cultivar de trigo TBIO Sinuelo em função da aplicação dos herbicidas na pré-emergência. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamentos	Controle de nabo (%)		Controle de azevém (%)	
	8 DAE <sup>1</sup>	15 DAE	8 DAE	15 DAE
Testemunha capinada	100,00 a <sup>2</sup>	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Testemunha infestada	0,00 e	0,00 e	0,00 c	0,00 e
Imazethapyr + flumioxazin	84,57 c	91,41 b	69,99 b	80,54 b
Pendimethalin	43,81 d	37,00 d	67,94 b	74,63 c
Flumioxazin	86,85 b	83,86 c	67,31 b	59,89 d
Média Geral	63,05	62,85	61,05	63,01
C.V. (%)	3,48	4,21	7,27	4,41

<sup>1</sup> Dias após a emergência do trigo. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados demonstram que o uso dos herbicidas imazethapyr+flumioxazin, imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin+pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl e flumioxazin + metsulfuron-methyl demonstraram os melhores controle de nabo, em todas as épocas de avaliação (7, 14, 21, 28 e florescimento), mesmo que estatisticamente ficaram em algumas situações abaixo da testemunha capinada. Porém esses mesmos tratamentos chegaram com controle superior a 99% no florescimento da planta daninha (Tabela 8). Observou-se que com o passar do tempo os

herbicidas foram aumentando o índice de controle do nabo, especialmente aqueles pertencentes aos inibidores de ALS que demonstram efeito de controle de forma mais tardia quando comparados a outros produtos. 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, corroborando com os resultados do presente estudo.

Alguns tratamentos demonstram os melhores controle de nabo após os 21 DAT, 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 e metsulfuron-methyl (Tabela 8). 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).

Salienta-se que os herbicidas pendimethalin e clodinafop-propargyl não estão registrado para o controle do nabo (AGROFIT, 2022), desta maneira os mesmos apresentaram menor eficácia ou até mesmo ausência de controle.

**Tabela 8.** Controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*) infestante da cultivar de trigo TBIO Sinuelo, em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, ano 2020.

Tratamentos	Controle de nabo (%)				
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT	FLO
Testemunha capinada	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Testemunha infestada	0,00 i	0,00 k	0,00 h	0,00 g	0,00 d
Imazethapyr + flumioxazin	88,00 d	92,64 c	89,61 c	87,83 d	99,03 b
Pendimethalin	0,00 i	29,64 j	0,00 h	0,00 g	0,00 d
Flumioxazin	77,50 f	84,86 f	84,62 f	76,33 f	0,00 d
Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	90,55 d	91,00 d	93,99 b	100 a	100 a
Pendimethalin + iodosulfuron – methyl	70,13 h	58,33 g	84,00 f	99,11 b	100 a
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	87,92 d	87,57 e	88,67 d	100 a	100 a
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	94,92 b	94,66 b	99,26 a	100 a	100 a
Pendimethalin + pyroxsulam	72,50 g	50,00 h	80,22 g	89,00 c	100 a
Flumioxazin + pyroxsulam	85,08 e	87,50 e	90,14 c	100 a	100 a
Imazethapyr+flumioxazin+metsulfurom-methyl	94,75 b	90,83 d	100 a	100 a	100 a
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	74,17 g	60,00 g	86,00 e	99,17 a	100 a
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	87,58 d	87,64 e	99,72	100 a	100 a
Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	92,50 c	90,00 d	90,20 c	80,19 e	74,80 c
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	0,00 i	38,89 i	0,00 h	0,00 g	0,00 d
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	77,50 f	84,25 f	84,95 f	87,75 d	0,00 d
Média Geral	70,18	72,22	74,79	77,08	69,05
C.V. (%)	2,09	1,93	0,74	0,72	0,46

<sup>1</sup> DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. FLO: florescimento da planta daninha.

Os resultados demonstram que os herbicidas imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl, pendimethalin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl foram os tratamentos que melhor controlaram o azevém, dos 7 aos 28 DAT, sendo que na última avaliação (28 DAT) equivaleram-se a testemunha capinada, com 100% eficácia (Tabela 9). Os

demais tratamentos para todas as épocas avaliadas demonstram controle inferior do azevém, sendo em muitos casos iguais a testemunha infestada ou superiores a ela. A provável causa dos tratamentos imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl, pendimethalin+ clodinafop-propargyl e flumioxazin+clodinafop-propargyl demonstrarem o melhor controle do azevém deve-se ao uso do clodinafop-propargyl associado aos demais produtos, já que essa molécula demonstra-se muito eficiente no controle dessa planta daninha em lavouras de trigo. De acordo com Marcolan et al. (2018) o herbicida clodinafop-propargyl apresenta alta eficácia no controle do azevém, o que se assemelha aos resultados do presente estudo.

No florescimento do azevém observou-se que somente pendimethalin+clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl demonstram elevado controle da planta daninha, acima de 99% igualando-se estatisticamente a testemunha capinda (Tabela 9). Os demais tratamentos demonstraram controle inferior ou superior novamente a testemunha infestada. O clodinafop-propargyl demonstrou o controle total após duas semanas da aplicação, sendo um herbicida ativo controla especificamente gramíneas na pós-emergência da cultura (trigo).

**Tabela 9.** Controle de azevém (*Lolium multiflorum*) infestante da cultivar de trigo TBIO Sinuelo em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, ano 2020.

Tratamentos	Controle de azevém (%)				
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT	FLO
Testemunha capinada	100 a <sup>2</sup>	100 a	100 a	100 a	100 a
Testemunha infestada	0,00 j	0,00 k	0,00 i	0,00 f	0,00 h
Imazethapyr + flumioxazin	64,36 h	75,42 d	68,52 f	50,04 e	0,00 h
Pendimethalin	0,00 j	68,52 f	0,00 i	0,00 f	0,00 h
Flumioxazin	0,00 j	40,00 j	0,00 i	0,00 f	0,00 h
Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	70,83 f	80,33 c	74,17 d	73,33 b	0,00 h
Pendimethalin+iodosulfuron-methyl	69,49 g	69,81 e	67,50 f	60,01 d	37,77 e
Flumioxazin+iodosulfuron-methyl	74,72 e	69,17 f	64,72 g	62,50 c	73,11 c
Imazethapyr+flumioxazin+pyroxsulam	76,14 d	85,00 b	70,00 e	74,49 b	36,17 f
Pendimethalin + pyroxsulam	74,86 e	61,66 h	60,56 h	74,49 b	22,86 g
Flumioxazin + pyroxsulam	60,00 i	60,00 i	60,00 h	60,00 d	40,00 d
Imazethapyr+flumioxazin+metsulfuron-methyl	70,83 f	60,00 i	67,50 f	50,00 e	0,00 h
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	0,00 j	70,00 e	0,00 i	0,00 f	0,00 h
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	0,00 j	65,28 g	0,00 i	0,00 f	0,00 h
Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	90,00 b	84,72 b	91,08 b	100 a	76,64 b
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	85,50 c	74,44 d	88,30 c	100 a	99,69 a
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	85,00 c	70,83 e	90,00 b	100 a	99,00 a
Média Geral	54,22	67,95	53,08	52,52	34,43
C.V. (%)	0,80	1,05	2,14	2,13	2,43

<sup>1</sup>DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup>Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. FLO: florescimento da planta daninha.

Em relação ao controle de aveia preta, observou-se que os tratamentos imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl, pendimethalin + clodinafop-propargyl e flumioxazin +

clodinafop-propargyl apresentam os melhores controles dos 7 DAT até o florescimento da planta daninha (Tabela 10). Os tratamentos com os herbicidas de pós - emergência iodosulfuron-methyl, piroxsulam e clodinafop-propargyl tiveram controles acima de 80% pelo fato de serem registrados para a cultura e que controlam a aveia preta (AGROFIT, 2022).

**Tabela 10.** Controle de aveia preta (*Avena strigosa*) infestante da cultivar de trigo TBIO Sinuelo em função da aplicação de herbicidas. UFFS, Erechim/RS, ano 2020.

Tratamentos	Controle de aveia preta (%)				
	7 DAT <sup>1</sup>	14 DAT	21 DAT	28 DAT	FLO
Testemunha capinada	100 a <sup>2</sup>	100 a	100 a	100 a	100 a
Testemunha infestada	0,00 g	0,00 k	0,00 g	0,00 g	0,00 d
Imazethapyr + flumioxazin	80,00 d	89,73 b	87,28 e	88,04 e	99,26 b
Pendimethalin	0,00 g	33,14 j	0,00 g	0,00 g	0,00 d
Flumioxazin	0,00 g	49,81 h	0,00 g	0,00 g	0,00 d
Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	85,28 d	88,22 c	90,00 d	90,00 d	99,00 b
Pendimethalin+iodosulfuron-methyl	80,44 d	50,73 h	85,00 f	89,00 d	99,44 b
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	80,00 d	80,47 d	85,00 f	89,93 d	99,58 b
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	82,50 e	90,04 b	90,00 d	94,17 c	94,13 c
Pendimethalin + pyroxsulam	80,00 d	60,01 g	86,00 f	89,00 d	100 a
Flumioxazin + pyroxsulam	75,83 f	74,97 f	87,83 e	86,42 f	99,00 b
Imazethapyr+flumioxazin+metsulfuron-methyl	84,17 d	89,72 b	87,97 e	88,07 e	0,00 d
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	0,00 g	48,33 i	0,00 g	0,00 g	0,00 d
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	0,00 g	80,83 d	0,00 g	0,00 g	0,00 d
Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	95,00 b	90,00 b	97,50 b	98,33 b	100 a
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	88,00 c	60,56 g	89,28 d	100 a	100 a
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	89,00 c	79,17 e	95,00 c	100 a	100 a
Média Geral	60,01	68,57	63,58	65,47	64,14
C.V. (%)	1,43	1,36	1,51	1,16	0,84

<sup>1</sup> DAT: Dias após a aplicação dos tratamentos. <sup>2</sup> Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. FLO: florescimento da planta daninha.

No florescimento da aveia preta, além dos tratamentos imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + piroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl, pendimethalin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl, destaca-se ainda imazethapyr + flumioxazin, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl e flumioxazin + pyroxsulam que demonstraram controle da aveia preta a 94%, índice esse considerado bom. Esse fato provavelmente ocorre pela melhor identificação da aveia preta quando em floração, pois antes desse estágio era difícil a diferenciação dela com o azevém e até mesmo com o trigo.

A mistura comercial composta pelos herbicidas imazethapyr + flumioxazin não apresenta registro à cultura do trigo (AGROFIT, 2022), contudo demonstra potencial de controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas (MAHONEY et al., 2014). Isso se deve ao fato que o flumioxazin e imazethapyr possuem mecanismo de ação distintos resultando em efeito sinérgico, ou seja, aumento de absorção e/ou translocação e redução da taxa metabólica das plantas alvo (AGOSTINETO et al., 2016).

Observou-se ainda que o tratamento em que se usou o herbicida flumioxazin aplicado

de modo isolado não demonstrou a mesma porcentagem de controle do que quando em mistura com o imazethapyr em todas as épocas avaliadas, dos 7 DAT ao florescimento das plantas daninhas nabo, azevém e aveia preta (Tabelas 8, 9 e 10). Este herbicida não tem registro para o controle das plantas daninhas citadas acima (AGROFIT, 2022), por isso seu controle de forma isolada causou eficácia inferior ao verificar o potencial de controle com herbicida glyphosate + imazethapyr ocasionou um controle satisfatório do que aplicado de forma isolado (RORATO et al., 2013).

Todos os tratamentos que tiveram o uso de clodinafop-propargyl na pós-emergência apresentaram controle de 100% da aveia preta, na época do florescimento da planta daninha (Tabela 9). O clodinafop-propargyl apresenta registro para o controle de aveia preta infestante da cultura do trigo (AGROFIT, 2022), por esse motivo apresentou no presente estudo ótimo controle dessa planta daninha. Esse fato corrobora com estudo efetuado por Vargas e Roman (2005) ao observarem controle de 98% da aveia preta aos 40 DAT, assemelhando-se assim aos dados observados na presente pesquisa. Essa eficácia de controle do clodinafop-propargyl é explicado 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).

Em relação aos componentes de rendimento de grãos da cultura do trigo constatou-se que o flumioxazin + iodosulfuron-methyl apresentou o maior número de espigas de trigo, seguido da testemunha capinada, de pendimethalin + iodosulfuron-methyl e de flumioxazin + pyroxsulam (Tabela 11). A testemunha infestada e o pendimethalin demonstraram o menor número de espigas, sendo inferior a todos os demais tratamentos. Isso ocorre devido a infestação de nabo, azevém e aveia preta ter sido elevada e com a ausência de controle, ou a baixa eficácia, 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, inclusive o PH do trigo (Tabela 12) que representa a qualidade dos grãos colhidos. Gherekhloo et al. (2010) ao analisar a competição de planta daninha com a cultura do trigo, constataram que a mesma causou uma redução de 52% no rendimento final da cultura.

O maior comprimento de espigas de trigo foi observado ao se aplicar pendimethalin + iodosulfuron-methyl, equivalendo-se estatisticamente a testemunha capinada (Tabela 11). Os demais tratamentos somente apresentaram comprimento de grãos da espiga maiores do que a testemunha infestada. Este fato está associado em razão da competição que as plantas daninhas

tiveram com esses tratamentos, já em outros casos a cultura recuperou-se quando se expôs aos herbicidas (SCHMITZ et al., 2018). Respostas similares foram vistas por Mahmood et al. (2013) com o uso de herbicidas no trigo, onde demonstrou resultados positivos no comprimento de espigas, sendo maior que a testemunha infestada.

**Tabela 11.** Efeito de herbicidas nos componentes de rendimento de grãos do trigo (número de espigas, comprimento de espigas, número de grãos cheios e de grãos estéreis) cultivar de trigo TBIO Sinuelo, safra 2020. UFFS, Erechim/RS.

Tratamentos	Componentes de rendimento de grãos de trigo			
	Número de espigas (m <sup>2</sup> )	Comprimento espigas (cm)	Grãos cheios	Grãos estéreis
Testemunha capinada	100,60 b <sup>1</sup>	7,35 a	31,92 d	13,53 a
Testemunha infestada	1,67 l	4,37 g	19,03 i	8,73 g
Imazethapyr + flumioxazin	92,44 c	6,73 c	31,68 d	11,82 c
Pendimethalin	3,33 l	5,04 f	18,36 i	9,76 f
Flumioxazin	42,09 j	6,81 c	32,97 c	12,45 b
Imazethapyr+flumioxazin+iodosulfuron-methyl	87,39 d	7,01 b	30,12 f	12,63 b
Pendimethalin + iodosulfuron – methyl	94,79 c	7,20 a	34,08 b	12,01 c
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	110,74 a	7,60 c	33,76 c	11,71 c
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	87,33 d	6,98 b	34,77 b	10,80 e
Pendimethalin + pyroxsulam	83,49 e	6,60 d	28,29 g	9,73 f
Flumioxazin + pyroxsulam	93,51 c	6,92 c	36,53 a	12,59 b
Imazethapyr+flumioxazin+metsulfuron-methyl	68,67 h	6,08 e	34,67 b	11,49 d
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	79,00 f	6,44 d	29,45 g	11,31 d
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	83,69 e	6,83 c	33,29 c	12,15 c
Imazethapyr+flumioxazin+clodinafop-propargyl	75,10 g	7,05 b	37,55 a	13,18 a
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	16,67 k	6,20 e	29,22 g	14,14 a
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	48,99 i	6,60 d	26,99 h	10,11 f
Média Geral	68,80	6,52	30,74	11,60
C.V. (%)	2,15	2,17	2,44	2,39

<sup>1</sup> 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 imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e de flumioxazin + pyroxsulam demonstram o maior número de grãos cheios por espigas, inclusive superior a testemunha capinada (Tabela 11). Galon et al. (2021), também constataram que os tratamentos que continham os herbicidas pyroxsulam e clodinafop-propargyl obtiveram maiores números de grãos na cultivar TBIO Sinuelo. O menor número de grãos cheios observou-se nos tratamentos envolvendo a testemunha infestada e o herbicida pendimethalin, sendo isso devido à falta de controle de nabo, azevém e da aveia preta, conforme já explicado.

A testemunha capinada e o imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl apresentaram o maior número de grãos estéreis em relação a todos os demais tratamentos (Tabela 11). Este resultado pode estar correlacionado com a perturbação do solo, fazendo com que a evapotranspiração da cultura seja maior, em consequência se tem menor disponibilidade

hídrica para que ocorra enchimento dos grãos do trigo e além do mais podendo estar vinculado com as interferências no desenvolvimento e crescimento que esses herbicidas podem ocasionar de forma direta ou indireta na planta. De acordo com Forte et al. (2018) num sistema de plantio direto a palhada é de suma importância, pois diminui a evaporação da água do solo havendo umidade e diminuição dos efeitos negativos.

O peso de mil grãos foi maior, inclusive que a testemunha capinada nos tratamentos flumioxazin e flumioxazin + iodosulfuron-methyl (Tabela 12). Os demais tratamentos testados foram superiores a testemunha infestada e alguns igualaram-se a testemunha capinada como a aplicação de pendimethalin + pyroxsulam, pendimethalin + metsulfuron-methyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl. Os tratamentos que ficaram em patamar intermediário entre os melhores e a testemunha capinada foram o pendimethalin + iodosulfuron-methyl e flumioxazin + pyroxsulam. Essas ocorrências possivelmente estejam relacionadas com a fitotoxicidade, fatores de competição ou ineficiência dos produtos. Bari et al. (2020) ao avaliarem herbicidas em trigo verificaram resultados similares.

A aplicação dos herbicidas pendimethalin + iodosulfuron-methyl se destacou como o melhor tratamento para o peso hectolitro (PH), seguido de flumioxazin + iodosulfuron-methyl e pendimethalin + pyroxsulam, superiores inclusive a testemunha capinada (Tabela 12). O pendimethalin e o pendimethalin + clodinafop-propargyl igualaram-se estatisticamente a testemunha infestada para o PH. Os demais tratamentos ficaram em patamares intermediários aos melhores e aos piores tratamentos para o PH. Nesse experimento o efeito de controle do nabo, azevém e aveia preta está ligado aos resultados do PH trigo, ou seja, quando se teve boa eficácia dos herbicidas sobre o controle das plantas daninhas observou-se melhor valor da variável devido a menor competição com a cultura.

Os tratamentos envolvendo o flumioxazin + iodosulfuron-methyl e o pendimethalin + iodosulfuron-methyl apresentaram a maior produtividade de grãos da cultivar de trigo TBIO Sinuelo (Tabela 12). A testemunha infestada e o pendimethalin + clodinafop-propargyl demonstram as piores produtividades de grãos, sendo inferiores a testemunha capinada. Observou-se que os demais tratamentos apresentaram produtividades intermediárias aos melhores e as piores produtividades. Conforme visto para o PH (Tabela 12) para a produtividade de grãos ocorreu efeito similar, ou seja, os tratamentos que demonstram melhor controle do nabo (Tabela 8), azevém (Tabela 9) e da aveia preta (Tabela 10) representaram a melhor produtividade de grãos, sendo nesse caso o flumioxazin + iodosulfuron-methyl e o pendimethalin + iodosulfuron-methyl. Estudos feitos com cultivares de trigo consta que o

iodosulfuron - methyl na pós - emergência proporcionou maiores rendimentos (OLIVEIRA, 2019; GALON et al., 2021).

A produtividade de grão é influenciada pelo tratamento que é aplicado sobre a cultura, nota-se que a testemunha infestada, o pendimethalin e o pendimethalin + clodinafop-propargyl demonstraram as menores produtividades de grãos (Tabela 12). Esse fato deve-se conforme já explicado anteriormente, ao baixo controle das plantas daninhas infestantes do trigo (nabo, azevém e aveia preta). Assim sendo ressalta-se a importância do manejo adequado das plantas daninhas infestantes da cultura para que essa expresse o seu máximo potencial produtivo.

**Tabela 12.** Efeito de herbicidas nos componentes de rendimento de grãos do trigo (Peso de mil grãos (g), peso hectolitro (PH - kg hl<sup>-1</sup>) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) da cultivar de trigo TBIO Sinuelo. UFFS, Erechim/RS, 2020.

Tratamentos	Componentes rendimento de grãos do trigo		
	Peso de mil grãos (g)	Peso hectolitro (kg hl <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha capinada	32,03 d <sup>1</sup>	76,45 e	1728,10 d
Testemunha infestada	0,00 g	0,00 h	0,00 n
Imazethapyr + flumioxazin	31,09 e	74,95 g	1268,19 i
Pendimethalin	0,00 g	0,00 h	0,00 n
Flumioxazin	34,38 a	78,84 c	523,22 m
Imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron – methyl	31,08 e	79,03 c	1757,66 c
Pendimethalin + iodosulfuron – methyl	33,07 c	80,60 a	1820,50 b
Flumioxazin + iodosulfuron – methyl	34,41 a	79,96 b	1950,85 a
Imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam	30,68 e	78,29 d	1773,23 e
Pendimethalin + pyroxsulam	32,03 d	79,49 b	1648,36 f
Flumioxazin + pyroxsulam	32,52 c	78,63 c	1574,68 g
Imazethapyr + flumioxazin+ metsulfurom - methyl	30,40 e	77,91 d	1648,37 f
Pendimethalin + metsulfuron – methyl	32,15 d	76,99 e	1294,98 h
Flumioxazin + metsulfuron – methyl	33,78 b	79,45 b	1106,84 k
Imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl	27,27 f	75,84 f	1180,58 j
Pendimethalin + clodinafop-propargyl	0,00 g	0,00 h	0,00 n
Flumioxazin + clodinafop-propargyl	32,07 d	74,50 g	555,35 l
Média Geral	26,28	64,16	1160,64
C.V. (%)	1,62	0,69	0,56

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

De modo geral a aplicação dos herbicidas pendimethalin + iodosulfuron-methyl e flumioxazin + iodosulfuron-methyl e pendimethalin + pyroxsulam foram os que melhor apresentaram resultados quanto aos componentes de rendimento de grãos, especialmente em relação ao peso de mil grãos, peso hectolitro e produtividade de grãos (Tabela 12). A provável causa desses bons resultados para os componentes de rendimento de grãos deve-se ao controle

considerado bom para o nabo (Tabela 8), azevém (Tabela 9) e aveia preta (Tabela 10) efetuado por esses tratamentos herbicidas.

A produtividade média de grãos da testemunha capinada foi 8,3% inferior aos dois melhores tratamentos herbicidas, o pendimethalin + iodosulfuron-methyl e flumioxazin + iodosulfuron-methyl (Tabela 12). Isso 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 do trigo. Somado 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 o trigo. Além disso, o uso do método mecânico de controle (capina) em lavouras de trigo 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. (2021) ao trabalharem com o controle de plantas daninhas infestantes da cultura do trigo com tratamentos envolvendo herbicidas e capinas.

## CONCLUSÕES

Os herbicidas que apresentam as maiores fitotoxicidades a cultivar de trigo TBIO Sinuelo foram a mistura comercial composta de imazethapyr + flumioxazin e associado a essa o uso em pós-emergência de iodosulfuron-methyl, pyroxsulam, metsulfuron-methyl e clodinafop-propargyl.

Em geral a aplicação de imazethapyr + flumioxazin + metsulfuron-methyl demonstrou as menores injúrias as variáveis fisiológicas do trigo.

A aplicação em pré-emergência de imazethapyr + flumioxazin e em pós-emergência de iodosulfuron-methyl, pyroxsulam e metsulfuron - methyl ocasionaram o melhor controle de nabo infestante da cultivar de trigo TBIO Sinuelo.

O uso de pendimethalin e de flumioxazin associados ao clodinafop-propargyl apresentaram o melhor controle de azevém.

Os tratamentos imazethapyr + flumioxazin, imazethapyr + flumioxazin + iodosulfuron-methyl, pendimethalin + iodosulfuron-methyl, flumioxazin + iodosulfuron-methyl, imazethapyr + flumioxazin + pyroxsulam, pendimethalin + pyroxsulam, flumioxazin + pyroxsulam, imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl e flumioxazin + clodinafop-propargyl foram os mais eficientes no controle de aveia preta infestante do trigo.

Nos dois experimentos, tanto de seletividade quanto de eficácia o tratamento que se destacou em relação aos melhores efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos do trigo foi o pendimethalin + iodosulfuron-methyl.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- AGOSTINETTO, D. et al. Alterações na fotossíntese e estresse oxidativo em plantas de trigo submetidas à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 34, n.1, p.1-9, 2016.
- AGOSTINETTO, M. C. et al. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 1, p. 8-15, 2016.
- 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.
- ALBRECHT, A. J. P. et al. Metsulfuron-methyl no desempenho agrônômico e na qualidade das sementes de trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 2, p. 54-62, 2010.
- ASSUNÇÃO, N. S. et al. Seletividade do flumioxazin ao trigo. **Revista Brasileira de Herbicidas**, n. 2, v. 16, p. 122-129, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Agrofit. Disponível em: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 15 jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SARC n 7, de 2001. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 21 de agosto de 2001.
- 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.

- BARBOSA, G. T. **Efeito de diferentes doses de fomesafen no crescimento e desenvolvimento de trigo**. 2019. 31f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul.
- CARGNIN, A. et al. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 987-993, 2006.
- CARVALHO, S.J.P. et al. Seletividade de herbicidas por metabolismo diferencial: considerações para reduzir danos às culturas. **Scientia Agrícola**, v. 66, p.136-142, 2009.
- CQFS-RS/SC. 2016. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre. 376 p. v. 10, 2016.
- COLOMBO, M. et al. Agronomic performance of wheat under post-emergence herbicide application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e69908, 2022.
- CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- COSTA, L. O.; RIZZARDI, M. A. Capacidade competitiva do trigo em associação com biótipos de *Raphanus raphanistrum* L. resistente e suscetível a herbicidas inibidores de ALS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, p. 121-130, 2015.
- COSTA, L. O.; RIZZARDI, M. A. Resistance of *Raphanus raphanistrum* to the herbicide metsulfuron-methyl. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 181-187, 2014.
- DEBOER, G. J. et al. O impacto da absorção, translocação e metabolismo na seletividade diferencial entre capim-preto e trigo para o herbicida piroxulam. **Ciência do manejo de pragas**, v. 67, n. 3, p. 279-286, 2011.
- FELIPE, I. J. et al. Perda máxima aceitável para investimento de risco em commodity brasileira. **REGE-Revista de Gestão**, v. 24, n. 3, p. 224-234, 2017.
- 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. Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Bragantia**, v. 78, n. 3, p.409-422, 2019.

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. 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.

GONÇALVES, F. A. R. et al. Atividade residual de herbicidas nas culturas do milho e da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, 2018.

HEAP, I. 2022. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Disponível em: <<https://www.weedscience.org>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

INMET. 2022. Histórico de dados meteorológicos. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 17 ago. 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: e018167780, 2018.

LAMEGO, F.P. et al. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 97-105, 2015.

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

LOPES, L. S. Seletividade e controle de amicarbazone em pós-emergência na cultura da cana-de-açúcar sob diferentes condições operacionais. 2021.

KRENCHINSKI, F. H. et al. Desempenho agrônomo da soja cultivada em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p.909-917, 2018.

MARCOLAN, A. R. et al. Efeito da aplicação de três herbicidas pós-emergentes na cultura do trigo para o controle do azevém. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E DE INOVAÇÃO, 8., **Anais...** Sertão/RS: MOEPEX, 2018.

MEULEN, A.; CHAUHAN, B. S. Uma revisão do manejo de plantas daninhas em trigo usando competição de culturas. **Proteção de Cultivos**, v. 95, n.1, p. 38-44, 2017.

MEROTTO, A. et al. Tolerância da cultivar de soja Coodetec 201 aos herbicidas inibidores de ALS. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1. p. 93-102, 2000

NUNES, A. et al. Adubos verdes e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo sob plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1375-1384, 2011.

OLIVEIRA, R. et al. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta* e *Tripogandra diuretica* na cultura do café. **Planta Daninha**, v. 27, p. 823-830, 2009.

OLIVEIRA, A. M. Sensibilidade de trigo do Cerrado a herbicidas e à interferência de plantas daninhas. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2019.

ORMOND, A. et al. Análise das características físicas de sementes de trigo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 9, n. 17, p. 108, 2013.

PAULA, J. M. et al. Competição de trigo com azevém em função de épocas de aplicação e doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 29, p. 557-563, 2011.

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.

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, n.1, p.247-255, 2021.

RAJ, R. et al. Eficácia de diferentes práticas de manejo de plantas daninhas no crescimento e produtividade do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 5, p. 2250-2253, 2020.

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.

RÜDELL, E. C. et al. Interferência de herbicidas pós-emergentes em parâmetros produtivos de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 6, pág. 60829-60840, 2021.

SANTOS, H.G. et al. 2018. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa. 356p.

SBCPD. 1995. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD. 42p.

- 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.
- SCHMITZ, M.F. et al. Manejo de nabo com herbicidas saflufenacil e bentazona na cultura do trigo. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 15-15, 2016.
- 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.
- SU, W. C. et al. The residual effects of bensulfuron-methyl on growth and photosynthesis of soybean and peanut. **Photosynthetica**, v. 56, n. 2. 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.
- TAVARES, L. C. et al. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2 p. 166-174, 2014.
- TREZZI, M. M. et al. Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuron-methyl e 2, 4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v. 25, 4. p. 839-847, 2007.
- VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 3, p. 1-10, 2005.
- ZAKARIYYA, M. I. et al. Integrated weed management strategies in wheat. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 19, n. 2, 2013.
- ZHOU, Q. et al. Action mechanisms of acetolactate synthase – inhibiting herbicides. **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 89, n.1, p. 89-96, 2007.

WALSH, M.J. Enhanced wheat competition effects on the growth, seed production, and seed retention of major weeds of Australian cropping systems. **Weed Science**, v. 67, n. 6, p. 657-665, 2019.

ZEPKA, A. P. et al. 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.