



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

AUGUSTO PÁDUA E SILVA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DO CENTEIO
PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

ERECHIM

2023

AUGUSTO PÁDUA E SILVA

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DO CENTEIO
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 parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Silva, Augusto Pádua e
SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DO
CENTEIO PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS / Augusto
Pádua e Silva. -- 2023.

21 f.:il.

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. centeio. 2. Secale Cereale. 3. injúrias de
herbicidas. 4. Rotação de herbicidas. 5. Seletividade de
herbicidas. I. Galon, Leandro, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos dezenove dias do mês de julho de 2023, às 9:00 horas, foi realizado a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso II de **Augusto Pádua e Silva**, intitulado “**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DO CENTEIO PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**”.

A Banca Examinadora, constituída pelo professor orientador **Leandro Galon** e pelos professores **Rodrigo Jose Tonin** e **Sandra Maria Maziero**, emitiu o seguinte parecer:

() Aprovado com nota: _____

() Refazer o relatório

() Reprovado

Obs.: _____

Eu, Leandro Galon, orientadora do aluno, lavrei a presente Ata que segue por mim assinada e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Leandro Galon
Orientador

Rodrigo Jose Tonin
Examinador

Sandra Maria Maziero
Examinador

Augusto Pádua e Silva
Discente

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS APLICADOS NA CULTURA DO CENTEIO PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

RESUMO - A cultura do centeio apresenta grande importância para alimentação humana e animal, sendo, no entanto, a interferência ocasionada pelas plantas daninhas como um dos fatores que mais acarretam perdas na produtividade e qualidade dos grãos colhidos. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade de herbicidas aplicados para o controle de plantas daninhas infestantes da cultivar de centeio BRS Progresso. Os experimentos foram replicados, sendo instalados em junho de 2021 e 2022, em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos testados, nos dois experimentos foram: doses de terbutilazina (500; 1000 e 1500 g ha⁻¹), haloxifop-p-methyl (270 g ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (187,5 g ha⁻¹), iodosulfuron (5 g ha⁻¹), fluroxypyr+triclopyr (461,2+1335 g ha⁻¹), clodinafop-propargil (96 g ha⁻¹), quizalofop-p-ethyl (100 g ha⁻¹), pinoxaden (40 g ha⁻¹), sethoxydim (230 g ha⁻¹), clethodim (108 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl (120 g ha⁻¹), mais duas testemunhas, uma capinada e outra infestada. As variáveis analisadas foram fitotoxicidade (%) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos, concentração interna de CO₂ (μmol mol⁻¹), taxa de transpiração (mol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática de vapores de água (mol m⁻¹ s⁻¹), taxa fotossintética (μmol m⁻² s⁻¹), uso eficiente da água (mol CO₂ mol H₂O⁻¹) e eficiência de carboxilação (mol CO₂ m⁻² s⁻¹). Os herbicidas terbutilazina (500 g ha⁻¹), iodosulfuron-methyl, clodinafop-propargil, pinoxaden e carfentrazone-ethyl foram os que demonstraram maior seletividade a cultivar de centeio BRS Progresso. Os herbicidas que ocasionaram as maiores fitotoxicidades ao centeio foram o haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl e quizalofop-p-ethyl. O uso de terbutilazina (1000 g ha⁻¹) apresentou o melhor desempenho em relação às variáveis fisiológicas da cultivar de centeio BRS Progresso. Portanto a aplicação de terbutilazina (1500 g ha⁻¹) e de carfentrazone-ethyl resultaram a melhor produtividade de grãos da cultivar de centeio BRS Progresso.

Palavras-chave: *Secale cereale*, injúrias de herbicidas, rotação de herbicidas.

SELECTIVITY OF HERBICIDES APPLIED TO THE RYE CULTURE FOR WEED PLANTS CONTROL

ABSTRACT - The rye culture has great importance for human and animal nutrition, however, interference caused by weeds is one of the factors that most contribute to losses in productivity and grain quality. Therefore, the objective of this study was to evaluate the selectivity of herbicides applied for the control of weed infestations in the BRS Progresso rye cultivar. The experiments were replicated and conducted in June 2021 and the other in June 2022, using randomized blocks with four repetitions. The treatments tested in both experiments were as follows: doses of terbutilazina (500, 1000, and 1500 g ha⁻¹), haloxifop-p-methyl (270 g ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (187.5 g ha⁻¹), iodosulfuron (5 g ha⁻¹), fluroxypyr+triclopyr (461.2+1335 g ha⁻¹), clodinafop-propargil (96 g ha⁻¹), quizalofop-p-ethyl (100 g ha⁻¹), pinoxaden (40 g ha⁻¹), sethoxydim (230 g ha⁻¹), clethodim (108 g ha⁻¹), and carfentrazone-ethyl (120 g ha⁻¹), along with two control treatments, one hand-weeded and another infested. The variables analyzed were phytotoxicity (%) at 7, 14, 21, and 28 days after treatment application, internal CO₂ concentration (μmol mol⁻¹), transpiration rate (mol H₂O m⁻² s⁻¹), stomatal conductance (mol m⁻¹ s⁻¹), photosynthetic rate (μmol m⁻² s⁻¹), water use efficiency (mol CO₂ mol H₂O⁻¹), and carboxylation efficiency (mol CO₂ m⁻² s⁻¹). The herbicides terbutilazina (500 g ha⁻¹), iodosulfuron-methyl, clodinafop-propargil, pinoxaden, and carfentrazone-ethyl demonstrated the highest selectivity for the BRS Progresso rye cultivar. The herbicides that caused the greatest phytotoxicity to rye were haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, and quizalofop-p-ethyl. Therefore the use terbutilazina (1000 g ha⁻¹) showed the best performance in relation to the physiological variables of the BRS Progresso rye cultivar. The application of terbutilazina (1500 g ha⁻¹) and carfentrazone-ethyl resulted the highest grain yield for the rye cultivar BRS Progresso.

Keywords: *Secale cereale*, herbicide injury, herbicide rotation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4. CONCLUSÃO.....	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1	9
-------------	---

LISTA DE TABELAS

1. Tabela 1	10
2. Tabela 2	11
3. Tabela 3	13
4. Tabela 4	15
5. Tabela 5	16

1. INTRODUÇÃO

O centeio (*Secale cereale*) é uma planta cespitosa, cultivada no inverno no sul do Brasil, pertencente à família das Poaceae. Nos Estados Unidos, é considerada uma planta daninha problemática e de difícil controle, competindo com o trigo de inverno (OSTILE et al., 2018). Devido a sua importância tem sido cultivado nos últimos anos no período de estação fria no Sul do Brasil. Atualmente, é cultivado em uma área de 5,3 mil hectares no Brasil, com produtividade média de 2,25 t ha⁻¹ o que gera uma produção de cerca de 11,9 mil toneladas (CONAB, 2023).

O centeio é uma opção para ser cultivado na estação de inverno no Brasil destacando-se pela rusticidade e capacidade de adaptação em condições de ambiente menos favoráveis que os demais cereais ou mesmo a canola semeada no mesmo período (NASCIMENTO, 2021). O centeio pode ser usado na alimentação humana para produção de pães e biscoitos e também na fabricação de bebidas destiladas claras. Essa cultura é também uma boa opção para alimentação animal se forem incorporados com outros cereais ou mesmo como forragem verde (integração lavoura e pecuária), além de apresentar potencial para cobertura de solo na adoção do sistema de plantio direto e da adubação verde, ou mesmo como restaurador de solos degradados para impedir processos de desertificação (NASCIMENTO, 2021).

O cultivo do centeio vem sendo reduzido nas últimas cinco décadas devido a alguns fatores, como o grande subsídio voltado à cultura do trigo, a extinção dos moinhos coloniais de centeio, a incidência de doenças, questões econômicas e a baixa iniciativa para pesquisas voltadas à essa cultura (DE MORI et al., 2012). 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 (AGOSTINETTO et al., 2016; BARROS e CALADO, 2020; TAMAGNO et al., 2022). A seletividade de um determinado herbicida depende de fatores relacionados ao clima, solo inerentes à espécie e também de acordo com as características físico-químicas dos produtos (DURIGON et al. 2016; OLIVER et al. 2016; SANTOS et al., 2018; GALON et al., 2022).

Sendo assim, torna-se importante estudos que venham a explorar herbicidas alternativos usados em outras culturas, como possibilidade de controlar plantas daninhas infestantes do centeio. Além disso, os principais herbicidas usados em trigo, cevada ou canola, com possibilidade de uso em centeio para o controle das plantas daninhas de inverno (azevém e nabo/nabiça), na atualidade vem enfrentando problemas de eficácia devido a resistência

dessas espécies, principalmente aos inibidores de ALS (acetolactato sintase), ACCase (enzima acetil-CoA carboxilase) e EPSPs (enol piruvil shiquimato fosfato sintetase) (BALEM et al., 2021).

Na atualidade um problema que vem preocupando o meio agrícola é o elevado número de casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas, tanto em culturas semeadas no inverno quanto no verão. Isso é causado devido a utilização repetitiva de herbicidas com mesmo ingrediente ativo e mecanismo de ação em um mesmo ciclo da cultura e ao longo de vários anos, sem empregar práticas de manejo que possam precaver a resistência (ADEGAS et al., 2022). A resistência é a habilidade obtida pela planta de suportar a dose de um herbicida que, em circunstâncias semelhantes, tem a capacidade de controlar indivíduos da mesma população (ADEGAS et al., 2022).

O azevém apresenta diversos casos de resistência a herbicidas inibidores de acetolactato sintetase - ALS, acetil coenzima A carboxilase -ACCase e enol piruvil shiquimato fosfato sintetase - EPSPs (KAUNDUN et al., 2013; MARIANI et al., 2016; MAHMOOD et al., 2016; HENCKES et al., 2019; HEAP, 2023). De forma similar o nabo é uma das principais causas das perdas de produtividade nas culturas de inverno e já apresenta no Brasil e em outros países, diversos casos de resistência a herbicidas utilizados para seu controle, principalmente os inibidores de ALS (PANDOLFO et al., 2013; COSTA & RIZZARDI, 2014; CECHIN et al., 2016; HEAP, 2023).

Desse modo, a descoberta de herbicidas com possibilidade de uso no centeio precisa estar atrelado com a eficiência de controle das plantas daninhas infestantes da cultura, ou seja, que apresente eficácia e que essas não apresentem resistência a esses produtos. Outro fator importante a ser considerado é que para serem usados nas culturas de interesse agrícola os herbicidas, além de demonstrarem controle eficiente de plantas daninhas necessitam ser seletivos, caso contrário, dependendo da injúria que é ocasionada pode-se até mesmo se perder toda a produção da lavoura, não sendo diferente para o centeio.

Portanto para o centeio, de forma similar a outras culturas, torna-se relevante o conhecimento da seletividade de herbicidas a serem usados para o controle de plantas daninhas e que dessa espécie possa expressar o máximo de seu potencial produtivo e se ter maior retorno econômico ao produtor.

Diante da importância do centeio e em virtude da escassez de herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas infestantes da cultura, tornam-se necessários estudos que busquem encontrar novos produtos para o manejo das plantas daninhas, mesmo sem registro para essa finalidade. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho avaliar a seletividade de

herbicidas aplicados para o controle de plantas daninhas infestantes da cultivar de centeio BRS Progresso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos a campo, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim/RS, sendo um, conduzido de 05/07/2021 a 10/11/2021 e outro de 15/06/2022 a 24/11/2022. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (SANTOS et al., 2018), com as seguintes características físico-químicas: pH em água de 5,1; MO = 3,0%; P = 5,2 mg dm⁻³; K = 118,0 mg dm⁻³; Al³⁺ = 0,3 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 5,5 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 3,0 cmol_c dm⁻³; CTC_{efetiva} = 8,6 cmol_c dm⁻³; CTC_{pH7} = 16,6 cmol_c dm⁻³; H+Al = 7,7 cmol_c dm⁻³; Saturação de bases = 53%; e Argila = 60%. A semeadura dos dois experimentos de seletividade foi realizada em sistema de plantio direto, e a correção da fertilidade foi realizada com base na análise química e física, seguindo-se as recomendações de calagem e adubação para a cultura do centeio (ROLAS, 2016).

A precipitação e a temperatura média (°C) ocorridas durante o período de condução dos experimentos podem ser observadas na Figura 1. O clima da região é classificado como Cfa (temperado úmido com verão quente) de acordo com a classificação Köppen-Geiger, nas quais as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano (PEEL et al., 2007).

Cada unidade experimental apresentou dimensões de 5 x 3 m (comprimento e largura), contendo 16 linhas de semeadura espaçadas a 0,17 m, como área útil (6,12 m²) considerou-se 12 linhas centrais, descartando-se as bordaduras laterais (duas linhas em cada lado das parcelas) e as frontais (1,00 m no início e final das parcelas). A cultivar de centeio utilizada foi a BRS Progresso semeada com semeadoura/adubadora na densidade de 60 sementes m⁻¹ ou 352 sementes m⁻², o que correspondeu a 3.529.412 sementes ha⁻¹. A adubação de base utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-20 de N-P-K.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos utilizados bem como as doses e a modalidade de aplicação estão descritos na Tabela 1. Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, 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⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda herbicida.

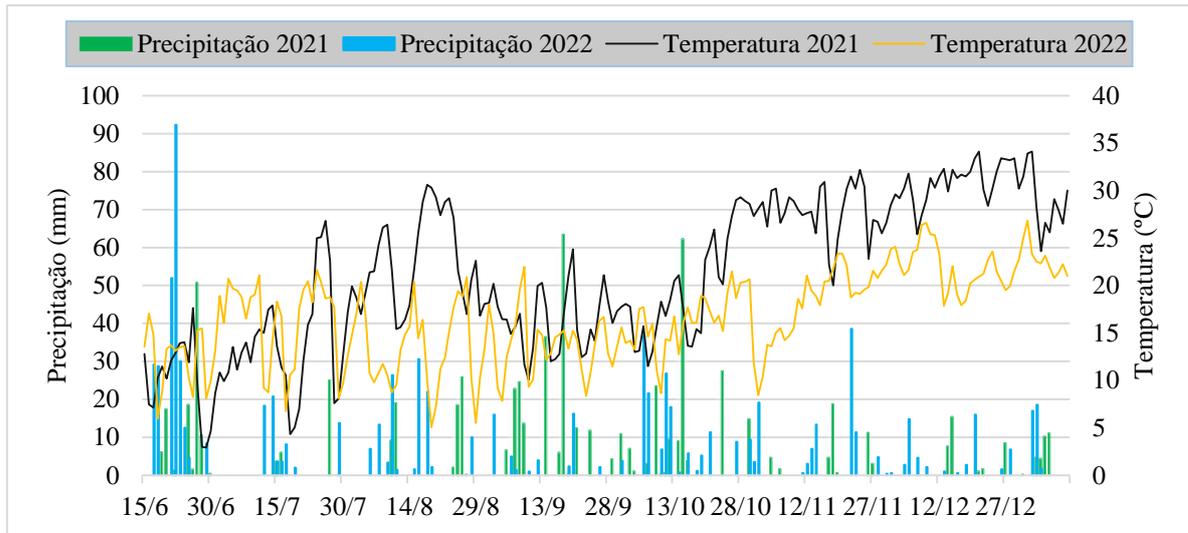


Figura 1: Temperatura média (°C) e precipitação mensal (mm) durante o período de realização dos experimentos, nos dois anos, 2021 e 2022. Fonte: INMET, (2023).

As aplicações dos herbicidas pré e pós-emergentes para o primeiro e segundo experimentos foram realizadas em 05/07/2021 e 07/08/2021 e 15/06/2022 e 20/07/2022, respectivamente. As aplicações de ureia foram divididas em duas fases de desenvolvimento do centeio, sendo no perfilhamento aplicado 100 kg ha^{-1} e na diferenciação mais 100 kg ha^{-1} nos dois experimentos.

As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas visualmente aos 07, 14, 21, 28 e 35 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), atribuindo-se notas percentuais, sendo zero (0%) aos herbicidas que ocasionaram ausência de injúrias sobre o centeio e cem (100%) para a morte das plantas da cultura (SBCPD, 1995).

Aos 47 DAE (dias após a emergência do centeio) foram realizadas as avaliações das trocas gasosas utilizando um analisador de gás por infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd). As variáveis avaliadas foram: concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), coeficiente de transpiração ($E - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância de gases ($G_s - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), atividade fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência de carboxilação (EC - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A eficiência do uso da água (EUA) e eficiência de carboxilação (EC) foram calculadas a partir da razão das variáveis A/E e A/C_i , respectivamente. Cada bloco experimental foi avaliado sob iluminação natural em um dia, entre 8:00 e 11:00 h, em condições de céu aberto, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises.

Tabela 1. Tratamentos utilizados nos experimentos conduzidos nos anos de 2021 e 2022, na cultivar de centeio BRS Progresso, respectivas doses, adjuvantes e modalidade de aplicação. UFFS, Campus Erechim/RS.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Doses (L/kg ha ⁻¹)	Adjuvante (% v/v ou L)	Modalidade de Aplicação	
T01-Testemunha capinada	---	---	---	---	
T02-Testemunha infestada	---	---	---	---	
T03-Terbutilazina ¹	500	1,00	---	Pré-emergente	
T04-Terbutilazina	1000	2,00	---	Pré-emergente	
T05-Terbutilazina	1500	3,00	---	Pré-emergente	
T06-Haloxifop-p-methyl ²	270	0,50	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente
T07-Fluazifop-p-butyl ³	187,5	0,75	---	---	Pós-emergente
T08-Iodosulfuron ⁴	5,00	0,10	Hoefix	0,3% v/v	Pós-emergente
T09-Fluroxypyr+tryiclopyr ⁵	461,2+1335	4,00	Assist	0,3% v/v	Pós-emergente
T10-Clodinafop-propargil ⁶	96,00	0,40	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente
T11-Quizalofop-p-ethyl ⁷	100	2,00	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente
T12-Pinoxaden ⁸	40	0,80	---	---	Pós-emergente
T13-Sethoxydim ⁹	230	1,25	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente
T14-Clethodim ¹⁰	108	0,45	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente
T15-Carfentrazone-ethyl ¹¹	120	0,30	Assist	0,5% v/v	Pós-emergente

¹ Click (500 g L⁻¹, Oxon Brasil Defensivos Agrícolas - SC) ² Verdict Max (540 g L⁻¹, CTVA Proteção de Cultivos - EC); ³ Fusilade® (250 g L⁻¹, Syngenta Proteção de Cultivos – EW); ⁴Hussar (50 g kg⁻¹, Bayer - WG), ⁵ Truper® (115,3+333,8 g L⁻¹, CTVA Proteção de Cultivos – EC); ⁶Topik® 240 EC (240 g L⁻¹, Syngenta Proteção de Cultivos – EC); ⁷ Targa Máx (50 g L⁻¹, Iharabras S.A. Indústria Química – EC); ⁸ Axial® (50 g L⁻¹, Syngenta Proteção de Cultivos – EW); ⁹ Poast® (184 g L⁻¹, Basf – DC); ¹⁰ Poquer® (240 g L⁻¹, Adama Brasil S.A. – EC); ¹¹ Aurora 400 EC (400 g L⁻¹, FMC Química do Brasil – EC)..

As condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas nos experimentos implantados no ano 2021 (05/07/2021) e no ano 2022 (15/06/2022) podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2: Condições ambientais no momento das aplicações dos herbicidas em pré e pós-emergência da cultivar de centeio BRS Progresso. UFFS, Campus Erechim/RS.

Condição Ambiental	Modalidade de aplicação			
	Pré ¹ (05/07/2021)	Pós ² (07/08/2021)	Pré (15/06/2022)	Pós (20/07/2022)
Temperatura do ar (°C)	18,2	18,2	17	21,5
Temperatura do solo (°C)	10	10	10	17
Umidade (%)	54	54	63	88
Vento (km h ⁻¹)	6	7	11	4
Estádio da cultura	---	1 a 2 perfilhos	---	1 a 2 perfilhos

¹ e ² Herbicidas aplicados na pré e pós-emergência do centeio, respectivamente.

Na pré-colheita do centeio avaliou-se o número de espigas por área (m²), número de grãos cheios e estéreis por espigas e o comprimento das espigas (cm). 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 mediu-se o comprimento de espigas.

Após a colheita manual e a trilha do centeio foi a massa de mil grãos (g) e a produtividade de grãos (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 contagens de oito amostras de 100 grãos cada, pesando as mesmas em balança analítica (BRASIL, 2009). Posteriormente foi estimada a produtividade de grãos em kg ha^{-1} . Para as análises, a umidade dos grãos foi ajustada para o teor de 13%.

Os dados foram analisados conjuntamente, ou seja, os dois anos de cultivo foram agrupados visando diluir o efeito do ano nos resultados experimentais, 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, sendo os resultados significativos, aplicou-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas no programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se que a fitotoxicidade dos herbicidas haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl, sethoxydim e clethodim dos 7 aos 35 DAT dias após a aplicação, apresentaram os maiores efeitos de fitotoxicidade sobre a cultivar de centeio BRS Progresso (Tabela 3). Em virtude desses herbicidas controlarem plantas gramíneas e por essas terem enzima sensível, ocorreu efeito elevado de fitotoxicidade ao centeio. De acordo com CAIXETA et al., (2019) os graminicidas são eficazes no controle de várias gramíneas anuais e perenes infestantes comumente de culturas eudicotiledôneas, como a soja, algodão, feijoeiro, dentre outras.

As fitotoxicidades ocasionada por haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl, sethoxydim e clethodim aos 7 DAT foram superiores a 40% e chegaram a 100% aos 35 DAT, ou seja, ocasionaram a morte das plantas de centeio (Tabela 3). Logo após a aplicação dos herbicidas os sintomas de fitotoxicidade eram menores com o amarelecimento das plantas, porém com o passar do tempo foram evoluindo até ocorrer a morte das plantas de centeio aos 35 DAT. Esse fato decorre que alguns herbicidas, graminicidas a depender da espécie, estágio de desenvolvimento, da dose utilizada, das condições de clima e de solo, dentre outras que podem demorar de uma a duas semanas ou até mesmo mais dias para ocasionar o efeito de morte completa das plantas tratadas. CAIXETA et al., (2019) ao testarem

o controle de capim-amargoso com haloxifop-p-methyl e clethodim também constaram menores efeitos no início das avaliações com evolução dos sintomas com o passar do tempo. MARTINI et al., (2014) descrevem que as baixas temperaturas promovem a rigidez da membrana, que prejudica a atividade de enzimas ligadas à membrana, o que leva a demora no efeito tóxico dos produtos nas plantas tratadas.

Tabela 3. Fitotoxicidade de herbicidas aplicados na cultivar de centeio BRS Progresso, cultivado em dois anos agrícolas (2021 e 2022). UFFS, Campus Erechim.

Tratamentos	Fitotoxicidade ao centeio (%)				
	7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT
T01-Testemunha capinada	0,00 f ²	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T02-Testemunha infestada	0,00 f	0,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T03-Terbutilazina	20,63 d	8,75 d	8,13 c	6,88 c	6,25 c
T04-Terbutilazina	30,00 c	25,63 c	22,50 b	12,50 b	12,50 b
T05-Terbutilazina	25,88 c	23,00 c	19,00 b	16,88 b	14,38 b
T06-Haloxifope-p-methyl	46,25 a	88,75 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
T07-Fluazifop-p-butil	40,63 b	80,38 b	92,13 a	99,00 a	100,00 a
T08-Iodosulfuron	8,75 e	5,00 e	0,00 d	0,00 d	0,00 c
T09-Fluroxypyr+tryclopypyr	18,75 d	24,75 c	19,50 b	16,38 b	8,75 b
T10-Clodinafop-propargil	7,38 e	5,38 e	2,13 d	1,25 d	1,25 c
T11-Quizalofop-p-ethyl ⁷	42,50 b	85,63 a	98,13 a	100,00 a	100,00 a
T12-Pinoxaden	15,50 d	12,63 d	9,75 c	6,75 c	5,00 c
T13-Sethoxydim	42,00 b	75,00 b	95,00 c	95,00 a	100,00 a
T14-Clethodim	41,13 b	82,50 a	92,50 a	100,00 a	100,00 a
T15-Carfentrazone-ethyl	14,25 d	13,00 d	7,75 c	5,75 c	5,00 c
Média Geral	23,71	35,36	37,77	37,36	36,88
CV (%)	33,27	21,58	21,70	15,72	16,66

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

Os resultados demonstram que a aplicação de terbutilazina (500 g ha⁻¹) em pré-emergência e de fluroxypyr+tryclopypyr, pinoxaden e carfentrazone-ethyl em pós-emergência ocasionaram as menores fitotoxicidades ao centeio (Tabela 3). Observou-se que esses mesmos tratamentos demonstraram maior fitotoxicidade nas primeiras avaliações efetuadas dos 7 aos 14 DAT, vindo a diminuir as injúrias após os 21 DAT, com o desenvolvimento da cultura. O centeio, com o passar do tempo, recuperou-se da fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas fluroxypyr+tryclopypyr, pinoxaden e carfentrazone-ethyl, apresentando menos de 9% de injúrias aos 35 DAT. GALON et al. (2023a) ao testarem vários herbicidas na cultura da cevada e alguns com mecanismos de ação similares aos do presente estudo, como o 2,4-D, clodinafop-propargil e carfentrazone-ethyl também constaram respostas similares as observadas nesta pesquisa.

Os herbicidas iodosulfuron e clodinafop-propargil demonstram as menores fitotoxicidades ao centeio, igualando-se estatisticamente à testemunha capinada a partir dos

14 DAT (Tabela 3). Trabalhos tem relatado a seletividade de metsulfuron-methy, 2,4-D e iodossulfuron ao serem aplicados em trigo, triticale, centeio (VARGAS & ROMAN, 2005) bem como em cevada (GALON et al., 2023a), o que se assemelha ao verificado no presente estudo.

A aplicação de terbutilazina (500 g ha^{-1}) na pré-emergência demonstrou menor fitotoxicidade ao centeio e, com o aumento da dose, incrementou-se as injúrias à cultura (Tabela 3). No entanto, mesmo que o uso de maiores doses de terbutilazina tenha ocasionado 30% de fitotoxicidade ao centeio aos 7 DAT, esse índice reduziu para menos de 15% aos 35 DAT. Galon et al., (2021) ao testarem os herbicidas [sulfentrazone + diuron] aplicados na cultivar de trigo TBIO Sinuelo observaram as maiores fitotoxicidades à cultura aos 7 e 14 DAT vindo a reduzir drasticamente aos 35 DAT, o que se assemelha ao observado no presente estudo com a terbutilazina, produto que apresenta o mesmo mecanismo de ação do diuron (FSII) (inibidor da fotossíntese 2).

A aplicação de haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl, sethoxydim e clethodim ocasionaram a morte das plantas de centeio e desse modo não se teve determinações das variáveis relacionadas às trocas gasosas e aos componentes de rendimento de grãos do centeio (Tabela 3). Conforme já relatado anteriormente esses herbicidas não são seletivos para a maioria das gramíneas por essas apresentarem enzima insensível e desta forma ocorre a morte das plantas. Quando a cultura não consegue metabolizar ou degradar e como consequência se livrar dos efeitos tóxicos dos herbicidas a resposta será elevada fitotoxicidade que poderá interferir negativamente no crescimento, desenvolvimento e consequentemente na produtividade de grãos (PIASECKI et al., 2017; RAJ et al., 2020; CORREIA & CARVALHO, 2021).

A Ci, E, GS, A, UEA e EC demonstraram os melhores resultados ao se aplicar em pré-emergência terbutilazina (1000 g ha^{-1}) e em pós-emergência o iodossulfuron e clodinafop-propargil, ao se comparar com os demais tratamentos (Tabela 4). Os demais tratamentos avaliados, inclusive as testemunhas capinadas e infestadas, apresentaram oscilações nos resultados para as variáveis fisiológicas, não se tendo uma resposta uniforme em relação às mesmas (Tabela 4). Desse modo, provavelmente tenha ocorrido efeitos negativos do uso dos herbicidas terbutilazina (500 e 1500 g ha^{-1}), fluroxypyr+tricylopyr, pinoxaden e carfentrazone-ethyl, principalmente para as variáveis A e UEA que foram afetadas pelo uso desses produtos, uma delas ou as duas, dependente do tratamento usado. As plantas possuem oxigênio de defesa natural para se defenderem do estresse causado pelos herbicidas e minimizar os danos de injúrias. Os efeitos de injúrias de herbicidas podem variar de acordo com a espécie de planta,

dose aplicada, características físico-químicas do produto utilizado, condições de clima e de solo, dentre outros (SMITH et al., 2022).

Tabela 4. Efeito de herbicidas sobre as variáveis fisiológicas, concentração interna de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água (GS - $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), uso eficiente da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência de carboxilação ($\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$) da cultivar de centeio BRS Progresso em dois anos de cultivo (2021 e 2022). UFFS, Campus Erechim.

Tratamentos	Variáveis fisiológicas do centeio					
	Ci	E	GS	A	UEA	EC
T01-Testemunha capinada	281,13 a ¹	2,31 a	0,41 b	18,16 b	8,13 b	0,06 b
T02-Testemunha infestada	281,13 a	2,36 a	0,38 b	16,78 b	7,19 b	0,07 b
T03-Terbutilazina	273,63 a	2,34 a	0,43 a	18,76 b	8,69 a	0,07 b
T04-Terbutilazina	260,25 b	2,41 a	0,48 a	21,16 a	8,99 a	0,08 a
T05-Terbutilazina	268,50 b	2,43 a	0,36 b	19,79 a	8,52 b	0,07 b
T06-Haloxifope-p-methyl	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
T07-Fluazifop-p-butyl	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
T08-Iodosulfuron-methyl	264,63 b	2,09 a	0,36 b	19,26 a	9,59 a	0,07 b
T09-Fluroxypyr+tricyclpyr	279,88 a	2,30 a	0,42 b	18,68 b	7,92 b	0,07 b
T10-Clodinafop-propargil	261,00 b	2,38 a	0,47 a	19,96 a	9,53 a	0,07 b
T11-Quizalofop-p-ethyl ⁷	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
T12-Pinoxaden	274,13 a	2,18 a	0,39 b	18,21 b	9,03 a	0,07 b
T13-Sethoxydim	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
T14-Clethodim	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
T15-Carfentrazone-ethyl	263,75 b	2,18 a	0,48 a	17,33 b	8,33 b	0,07 b
Média Geral	180,53	1,53	0,28	12,54	5,73	0,05
CV (%)	7,69	20,82	23,72	13,95	21,54	18,64

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

As variáveis fisiológicas devem ser discutidas com devida cautela, pois representam avaliações pontuais feitas com o equipamento IRGA, que refletem o *status* fisiológico da planta no momento da avaliação, ou seja, um intervalo de aproximadamente 2 minutos. Visto a importância para o efeito de herbicidas, as variáveis fisiológicas avaliadas pontualmente fornecem apenas evidências da reação das plantas, imposta pelo estresse da aplicação de produtos. GALON et al., (2023a) também observaram que a taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e, conseqüentemente, EC e WUE, são medidas instantâneas e, apesar das respostas diferenciais aos herbicidas que esses autores avaliaram na cultura da cevada, as variáveis de troca gasosa foram pouco responsivas, pois as plantas testemunhas tiveram valores estatisticamente semelhantes aos tratamentos com herbicidas.

Os tratamentos que ocasionaram maior número de espigas m^{-2} foram a terbutilazina (500 e 1500 g ha^{-1}), iodosulfuron, fluroxypyr + triclopyr, clodinafop-propargil e pinoxaden, sendo inclusive superiores à testemunha capinada (Tabela 5). Os demais tratamentos

apresentaram menor número de espigas de centeio em comparação a estes, podendo isso, estar associado a elevada fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas que afetaram diretamente este componente. GALON et al., (2021) também constataram que os tratamentos que continham os herbicidas pyroxsulam, 2,4-D e clodinafop-propargil demonstram o maior número de espigas, maior número de grãos cheios e menor número de grãos estéreis na cultura do trigo, o que se assemelha em partes ao presente estudo.

Tabela 5. Número de espigas (NES - m²), comprimento de espigas (COE – cm), número de grãos cheios (NGC), número de grãos estéreis (NGE), peso de mil grãos (PMG - g) e produtividade de grãos (PROD – kg ha⁻¹) da cultivar de centeio BRS Progresso, cultivado em dois anos agrícolas (2021 e 2022). UFFS, Campus Erechim.

Tratamentos	Componentes de rendimento de centeio					
	NES	COE	NGC	NGE	PMG	PROD
T01-Testemunha capinada	354,77 b ¹	12,11 b	32,97 b	28,55 a	18,75 b	1682,34 a
T02-Testemunha infestada	340,79 b	12,68 a	34,39 b	27,79 a	19,09 b	1277,09 b
T03-Terbutilazina	396,81 a	13,13 a	37,87 a	29,34 a	20,10 a	1262,17 b
T04-Terbutilazina	368,20 b	12,63 a	37,31 a	29,96 a	18,77 b	1101,20 c
T05-Terbutilazina	388,08 a	12,95 a	40,40 a	28,05 a	18,72 b	1798,70 a
T06-Haloxifope-p-methyl	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d
T07-Fluazifop-p-butyl	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d
T08-Iodosulfuron-methyl	376,89 a	12,13 b	29,98 b	29,15 a	18,35 b	1480,64 b
T09-Fluroxypyr+tryiclopyr	400,67 a	13,27 a	36,73 a	24,80 a	20,21 a	1367,19 b
T10-Clodinafop-propargil	388,06 a	12,08 b	38,79a	27,81 a	18,58 b	1105,03 c
T11-Quizalofop-p-ethyl ⁷	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d
T12-Pinoxaden	412,03 a	12,10 b	29,11 b	31,02 a	18,17 b	1351,62 b
T13-Sethoxydim	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d
T14-Clethodim	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d
T15-Carfentrazone-ethyl	341,00 b	11,30 b	39,95 a	15,20 b	20,05 a	1900,94 a
Média Geral	251,15	8,29	23,83	18,11	12,72	955,13
CV (%)	17,53	11,25	28,96	40,55	9,74	17,95

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

O maior comprimento de espigas do centeio foi ocasionado pelo uso de pinoxaden, fluroxypyr+tryiclopyr e terbutilazina (Tabela 5). Em função desses tratamentos terem ocasionada, dentre os demais testados, as menores fitotoxicidades ao centeio, provavelmente em virtude disso se tem maior comprimento de espigas da cultura. GALON et al., (2014) observaram maior comprimento de espigas em genótipos de cevadas ao aplicarem o cyhalofop-p-buthyl, iodosulfuron, imazethapyr + imazapic, imazapic + imazethapyr, clomazone, metsulfuron-methyl, 2,4-D e penoxsulam, sendo alguns dos produtos pertencentes aos mesmos mecanismos de ação testados na presente pesquisa.

As testemunhas capinada e infestada, além de iodosulfuron e pinoxaden proporcionaram à ocorrência de menor número de grãos cheios e maior número de grãos

estéreis por espiga de centeio (Tabela 5). Os demais tratamentos, exceto os que ocasionaram a morte do centeio (haloxifop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl, setoxydim e clethodim) foram estaticamente superiores. Isso pode estar associado ao fato de que os tratamentos tenham ocasionado uma elevada fitotoxicidade e a cultura não conseguiu reverter os danos acarretando assim essa diferença. Ao avaliarem diversos tratamentos em trigo, GALON et al., (2023b) constataram que a testemunha capinada e o imazethapyr + flumioxazin + clodinafop-propargyl apresentaram o maior número de grãos estéreis em relação a todos os demais herbicidas. Em relação aos herbicidas pode ter ocorrido efeito negativo, de forma direta ou indiretamente no centeio que não se percebe visualmente, o que afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas com reflexos nos componentes de rendimento de grãos, nesse caso maior número de grãos estéreis, como observaram Agostinetto et al., (2016) e Piasecki et al., (2017) ao trabalharem com a cultura do trigo.

Na testemunha infestada, em virtude de ter competição com plantas de azevém, nabo e aveia preta na área onde se instalou o experimento, essas plantas daninhas competiram com o centeio por água, luz e nutrientes, e como consequência ocorreu efeito de redução no número de grãos cheios e aumento no número de grãos estéreis, fato esse que inclusive resultou no menor PMG e produtividade de grãos da cultura. Ocorreu menor número de grãos cheios em trigo na testemunha infestada e ao se usar o herbicida pendimethalin, sendo isso devido à falta de controle de nabo, azevém e aveia preta (GALON et al., 2023b), fato esse que assemelha-se ao observado no presente estudo envolvendo a cultura do centeio.

Observou-se os maiores valores para o peso de mil grãos (PMG) ao se aplicar no centeio o fluroxypyr+tryiclopyr, terbutilazina, carfentrazone-ethyl e clodinafop-propargil. (Tabela 5). Os demais tratamentos foram estatisticamente inferiores, igualando-se à testemunha capinada. Isso pode estar associado ao fato de que os tratamentos tenham ocasionado uma elevada fitotoxicidade onde a cultura não conseguiu reverter os danos acarretando assim essa diferença. Balem et al. (2021) ao avaliarem o PMG em trigo, com aplicação de diferentes herbicidas, relataram que o clodinafop-propargil, pyroxsulam e o iodosulfurom-methyl apresentaram a melhor resposta em relação a outros produtos que testaram, o que corrobora em partes aos resultados observados no presente estudo.

Observou-se que o uso de terbutilazina (1500 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl resultaram a maior produtividade de grãos de centeio, igualando-se estatisticamente à testemunha capinada (Tabela 5). Os demais tratamentos ou igualaram-se a testemunha infestada ou foram inferiores a essa. Esse fato provavelmente se deve em virtude que esses tratamentos demonstraram menor fitotoxicidade e efeito nas variáveis fisiológicas das plantas de centeio,

o que resulta como consequência em maior produtividade de grãos. GALON et al., (2023a) ao testarem herbicidas aplicados na cultura da cevada, também constaram que os que demonstraram menor fitotoxicidade as culturas ocasionaram as maiores produtividades de grãos, muito similares a testemunha capinada.

Os melhores tratamentos herbicidas (terbutilazina – 1500 g ha⁻¹ e carfentrazone-ethyl) ocasionaram um acréscimo médio de 573 kg ha⁻¹ (45%) e a capina 405 kg ha⁻¹ (32%) na produtividade de grãos do centeio ao se comparar com a ausência de controle, a testemunha infestada (Tabela 5). Mesmo que estatisticamente, a testemunha capinada e o uso de herbicidas não tenham apresentado diferenças, a aplicação de terbutilazina (1500 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl produziram 167,48 kg ha⁻¹ ou 9% a mais grãos que a capina. Conforme já explicado anteriormente, o controle mecânico com uso de enxada, danifica o sistema radicular da cultura, pode ocorrer refluxos de plantas daninhas, há dificuldade do controle na linha de semeadura ou mesmo a dificuldade de diferenciação das espécies similares morfológicamente no início do ciclo da cultura, como azevém e a aveia com o próprio centeio.

Assim sendo fica evidente que o controle de plantas daninhas é importante para se ter maiores produtividades de grãos do centeio, seja ele efetuado com herbicidas ou mecânico. O controle das plantas daninhas com capinas (mecânico) torna-se menos prático, mais demorado e com maior custo quando se compara com a aplicação de herbicidas. Entretanto, ao se usar herbicidas, deve-se ter cuidados para a escolha ou a recomendação daqueles que ocasionam menor efeito fitotóxico ao centeio, e que controlem as plantas daninhas de modo eficiente, conforme visto no presente estudo, há produtos que podem inclusive ocasionar a morte da cultura.

4. CONCLUSÃO

Os herbicidas terbutilazina (500 g ha⁻¹), iodosulfuron-methyl, clodinafop-propargil, pinoxaden e carfentrazone-ethyl foram os que demonstraram maior seletividade a cultivar de centeio BRS Progresso.

Ocorreu a morte das plantas de centeio, cultivar BRS Progresso, ao se aplicar os herbicidas haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl, sethoxydim e clethodim.

O uso de terbutilazina (1000 g ha⁻¹) apresentou o melhor desempenho em relação às variáveis fisiológicas da cultivar de centeio BRS Progresso.

A maior produtividade de grãos, da cultivar de centeio BRS Progresso, foi observado ao se aplicar a terbutilazina (1500 g ha⁻¹) e carfentrazone-ethyl.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F.S. et al. Glyphosate-resistant (GR) soybean and corn in Brazil: past, present, and future. **Advances in Weed Science**, v. 40, e0202200102, 2022.

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

BALEM, R.; P, L. R.; MICHELON, C. J.; COSTA, L. Controle de nabo e azevém em trigo com herbicidas pós-emergentes. **Revista de Ciência e Inovação**, v.6, n.1, p.45-56, 2021.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para a Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009 b. 399p.

CAIXETA, J. P. L. et al. Efeito de adjuvante associado a herbicidas no controle de *Digitaria insularis* L. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p.1-6, 2019.

CECHIN, J. et al. 2016. Resistência de biótipos de nabo ao herbicida iodosulfuron e controle alternativo. **Planta Daninha**, v.34, n.1, p.151-160, 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série Histórica de: área, produtividade e produção**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 03/05/2023.

CORREIA, N.M.; CARVALHO, A.D.F. Seletividade de herbicidas para batata-doce. **Weed Control Journal**, v.20, e202100740, 2021.

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

DE MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M. Z. de. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 26 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 142). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do142.htm>.

DURIGON, M.R. et al. Indicações de uso e boas práticas de manejo da tecnologia Clearfield em canola para as regiões Sul e Centro-Oeste. **Revista Plantio Direto**, v.152, p.1-9, 2016.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

- 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. Selectivity and efficacy of herbicides applied on barley for weed control. **Bragantia**, v.82, e20220111, 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.
- 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.
- HEAP, I. The International herbicide-resistant weed database. **Weed Science**. Disponível em: <<https://www.weedscience.org>>. Acesso em: 23/05/2023.
- HENCKES, J. R. et al. Fitness cost and competitive ability of ryegrass susceptible and with multiple resistance to glyphosate, iodosulfuron-methyl, and pyroxsulam. **Planta Daninha**, v.37, e019197532, 2019.
- INMET. **Histórico de dados meteorológicos**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 17/02/2023.
- KAUNDUN, 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.
- MAHMOOD, K. et al. Multiple herbicide resistance in *Lolium multiflorum* and identification of conserved regulatory elements of herbicide resistance genes. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.160, p.1-14, 2016.
- MARIANI, F. et al. Inheritance of resistance of *Lolium multiflorum* to iodosulfuron-methyl sodium. **Planta Daninha**, v.33, n.2, p.351-356, 2016.
- MARTINI, L.F.F et al. Absorption, translocation and metabolism of bispyribac-sodium on rice seedlings under cold stress. **Pest Management Science**, v.71, n.7, p.1021-1029, 2014.
- NASCIMENTO, J. Relações com o clima. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2021. (Embrapa Trigo. Documento Online). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/centeio/pre-producao/caracteristicas/relacoes-com-o-clima>>. Acesso em: 23/05/2023.
- OLIVER, D.P. et al. Comparative environmental impact assessment of herbicides used on genetically modified and non-genetically modified herbicide-tolerant canola crops using two risk indicators. **Science of the Total Environment**, v.557-558, p.754-763, 2016.
- OSTLIE, M. H. et al. Imazamox absorption, translocation, and metabolism by cereal rye (*Secale cereale*) at low temperatures. **Weed Science**, v.67, n.2, p. 189-194, 2018.

- PANDOLFO, C.E. et al. Limited occurrence of resistant radish (*Raphanus sativus*) to AHAS-inhibiting herbicides in 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.
- RAJ, R. et al. Efficacy of different weed management practices on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 9, n. 5, p. 2250-2253, 2020.
- ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** – Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376p.
- SANTOS, H.G., et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: **Embrapa**. 356p, 2018.
- SBCPD - Sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42P.
- SMITH, J., JOHNSON, A., BROWN, L. Mecanismos de defesa da planta contra o estresse induzido por herbicidas. **Journal of Plant Physiology**, v.150, n.3, p. 123-145, 2022.
- 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, n.9, p.729-738, 2022.
- 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.